

A 1192 v

# PRZEGLĄD MECHANICZNY



ORGAN CENTRALNEGO  
ZARZĄDU PRZEMYSŁU  
METALOWEGO  
i  
STOWARZYSZENIA  
INŻYNIERÓW I TECH-  
NIKÓW MECHANIKÓW  
POLSKICH

Rok VIII

Warszawa, Luty – Marzec 1949 rok

Zeszyt 2 – 3

## ZJAZD PRACOWNIKÓW NAUKOWYCH Z DZIEDZINY OBRABIAREK I OBRÓBKII MECHANICZNEJ SKRAWANIEM

W DNIACH 50 i 51 października 1948 roku odbył się w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie I-szy Zjazd Pracowników Naukowych z dziedziny obrabiarek i obróbki mechanicznej skrawaniem przy udziale 57 osób, pracowników naukowych odnośnych Zakładów i Katedr wszystkich wyższych szkół technicznych w Polsce, oraz przy udziale delegata Ministerstwa Oświaty naczelnika inż. Witolda Żółkowskiego, rektora Akademii Górniczo-Hutniczej prof. dr Walerego Goetla, naczelnego dyrektora Głównego Instytutu Mechaniki inż. Ignacego Bracha, dyrektora Instytutu Metaloznawstwa i Obróbki inż. Stanisława Jabłońskiego, dyrektora Hajduckiego Zjednoczenia Przemysłu Hutniczego inż. Tadeusza Malkiericza i dyrektora inż. Jana Piotrowskiego.

Zjazd, zwołany z inicjatywy kierownictwa Zakładu Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczej w Krakowie, został częściowo sfinansowany przez Ministerstwo Oświaty i w głównej mierze przez Centralny Zarząd Przemysłu Metalowego, dzięki życzliwemu ustosunkowaniu się naczelnego dyrektora CZPM inż. Mieczysława Lesza.

Celem Zjazdu było nawiązanie bezpośredniej łączności między naukowcami, wygłoszenie i przedyskutowanie dziesięciu referatów, które w pierwszym stopniu odzwierciedliły zainteresowanie poszczególnych placówek naukowych i dały przegląd osiągnięć naukowo-badawczych niektórych Zakładów. Na Zjeździe zostały omówione zagadnienia dydaktyczne w związku z reformą studiów w wyższym szkolnictwie technicznym i przedyskutowane prace studenckie: dyplomowe, przejściowe, oraz sprawozdania laboratoryjne, które z inicjatywy prof. inż. E. T. Geislera zostały dostarczone przez uczestników Zjazdu z różnych uczelni i wyłożone w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczo-Hutniczej, wreszcie zostały omówione sprawy, dotyczące organizacji i planowania prac naukowo-badawczych z dziedziny obrabiarek i obróbki skrawaniem, jak również zagadnienie współpracy Zakładów naukowych z przemysłem w ramach działalności Instytutu Obrabiarek i Narzędzi.

Dla uczestników Zjazdu został wyświetlony film naukowy, opracowany i wykonany w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów przy bezinteresonnej współpracy ob. Stanisława Kolorocy, przedstawiający rozwinętą metodę promieniowego toczenia, za pomocą której, można przeprowadzić odbiór materiałów narzędziowych jak i materiałów skrawanych.

Po wysłaniu depeš do Prezydenta R. P. Bolesława Bieruta, Ministra Oświaty dr Stanisława Skrzeszewskiego oraz Ministra Przemysłu i Handlu Hilarego Minca, Zjazd poroził następujące uchwały:

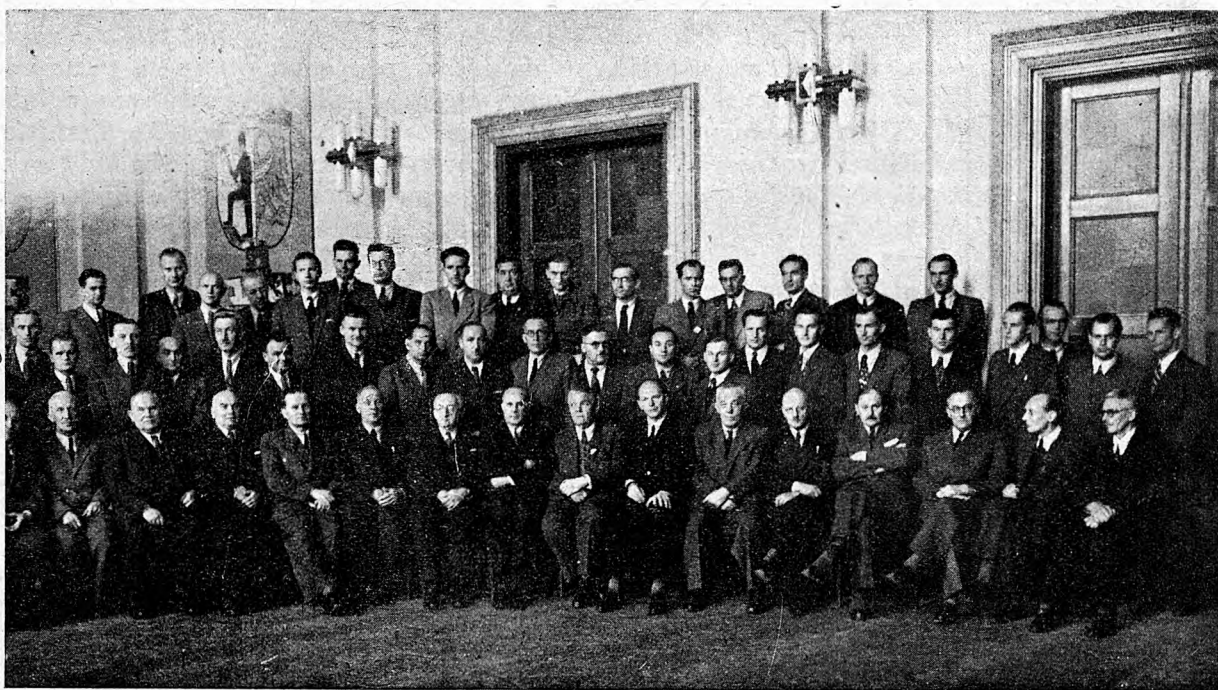
„Stojąc w obliczu doniosłych przemian w systemie gospodarki narodowej, odbywających się pod hasłem planowania i stwierdzając konieczność planowania w nauce, w celu należytego wyzyskania szczupłych sił duchowych i materialnych, Zjazd uchwała zapoczątkować planowanie prac naukowo-badawczych w swojej dziedzinie, to jest w obróbce materiałów. W tym celu Zjazd postanawia utrzymać ciągłą łączność i zwoływać okresowe zjazdy dla wymiany myśli i podziału prac w dziedzinach:

1) nauki ścisłej 2) dydaktyki 3) współpracy z przemysłem”.

W celu zrealizowania powyższej uchwały w zakresie nauki ścisłej i dydaktyki Zjazd powołał Komitet Koordynacyjny w następującym składzie: prof. inż. Witold Biernawski, prorektor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie; prof. inż. Edmund Ośka, prof. Politechniki Warszawskiej i prof. inż. Ludwik Uzarowicz, rektor Szkoły Inżynierskiej w Warszawie.

Uczestnicy Zjazdu wzięli udział w otwarciu pięciu nowych laboratoriów Akademii Górniczo-Hutniczej, zorganizowanych przy Zakładach: Chemii Ogólnej, Chemii Górniczej, Chemii Fizycznej i Elektrochemii, Elektryfikacji Urządzeń Górniczych i Mechanicznej Obróbki Materiałów. Odbudowanie i zbudowanie tych laboratoriów było podyktowane nie tylko koniecznością prowadzenia normalnych a niezbędnych ćwiczeń studenckich, lecz również rozszerzonym zakresem nauczania na Wydziale Górniczym i Hutniczym, tudzież powstaniem przed trzema laty nowych wydziałów: Elektro-Mechanicznego i Geologiczno-Mierniczego.

Nowocześnie urządzone laboratoria zostały przystosowane zarówno do prowadzenia prac dydaktycznych, jak i naukowych i badawczych dla przemysłu.

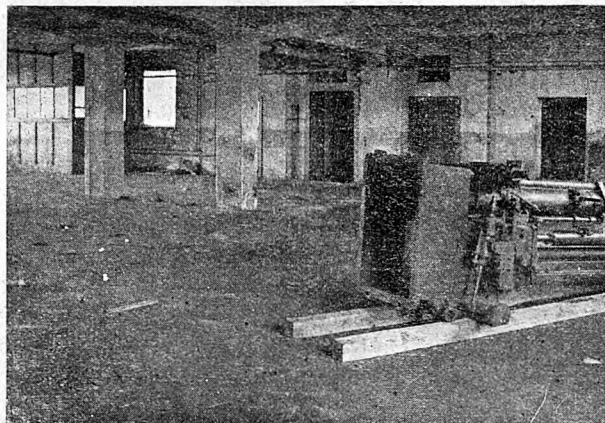


Uczestnicy Zjazdu Pracowników Naukowych z dziedziny obrabiarek i obróbki mechanicznej skrawaniem.

## Zakład i Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

Prof. inż. WITOLD BIERNAWSKI  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Zakład i Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów w Akademii Górniczo-Hutniczej powstały nie tylko dzięki uruchomieniu wydziału Elektromechanicznego, którego zadaniem jest szkolenie sił fachowych w zakresie elektryfikacji i mechanizacji przemysłu górniczego i hutniczego, nie tylko ze względu na konieczność szkolenia inżynierów dla przemysłu maszynowego, obsługującego wyłącznie kopalnie i huty, ale w dużej mierze dzięki zrozumieniu podstawowej prawdy w zakresie obowiązków metalurga, że jest on odpowiedzialny za produkt przez siebie wyprodukowany nie tylko ze względu na jakość złomu, na zanieczyszczenia (ewent. mikrostrukturę), nie tylko ze względu na wytrzymałość na rozzerwanie, wydłużenie, przewodzenie, udarność itp. oraz skład chemiczny, ale również za jego obrabialność, jeśli jest to produkt przeznaczony do dalszej obróbki plastycznej lub obróbki skrawaniem, a przy stalach narzędziowych za ich wydajność.



Fot. 1. Część zniszczonego przez Niemców przedwojennego Laboratorium Maszynowego Akademii Górniczo-Hutniczej, przeznaczonego na budowę Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów.

Mając powyższe na uwadze w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów został szeroko rozwinięty dział obróbki skrawaniem ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień obrabialnościowych i wydajności narzędzi wraz z materiałoznawstwem narzędziowym oraz dział ekonomicznej eksploatacji obrabiarki i narzędzia. Również poważnie rozwijają się prace w zakresie konstrukcji narzędzi, natomiast w zakresie konstrukcji obrabiarek prace ograniczają się wyłącznie do zwykłych zadań dydaktycznych.

Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów należało zbudować od podstaw. Zaczęło się od trudności lokalowych, a po znalezieniu pomieszczenia w budynku dawnego Laboratorium Maszynowego, zniszczonym przez Niemców, należało przystąpić do gruntownej wewnętrznej przebudowy.

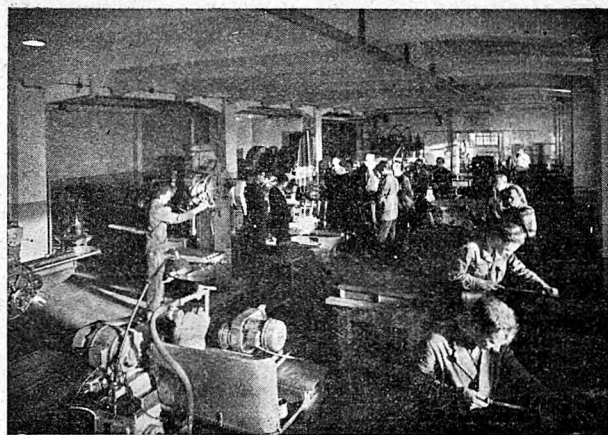
W ciągu blisko rocznej nadzwyczaj wyczerpanej i wytrwałej pracy całego zespołu pracowników fi-

zycznych i naukowych, przy pomocy Ministerstwa Oświaty oraz niektórych zakładów przemysłowych Ministerstwa Przemysłu i Handlu oraz Ministerstwa Komunikacji, jak również przy gorącym poparciu rektora Akademii Górniczo-Hutniczej prof. dr Walego Goetla — powstało Laboratorium Mechanicz-

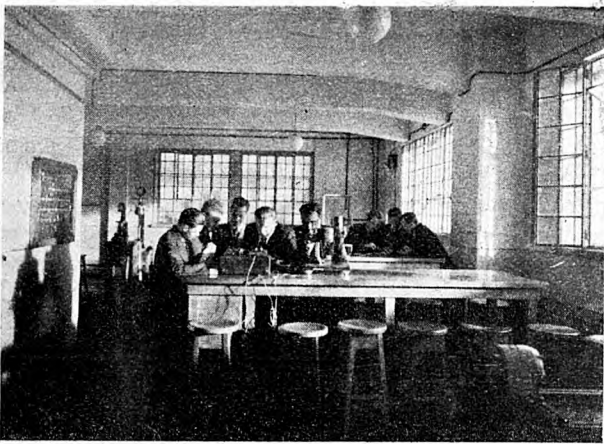


Fot. 2. Montaż dłutownicy po gruntownym remoncie.

nej Obróbki Materiałów. Składa się ono z dziesięciu różnej wielkości pomieszczeń o łącznej powierzchni 620 m<sup>2</sup>. W hali maszyn ugrupowano działami 26 nowoczesnych obrabiarek, w tym 5 tokarek, 4 frezarki, 5 wiertarek, 2 rewolwerówki, 2 strugarki, dłutownicę, piłę taśmową do metali i ramową piłę mechaniczną, szlifierkę do wałków, szlifierkę narzędziową, trzy ostrzałki oraz stół ślusarski o trzech stanowi-



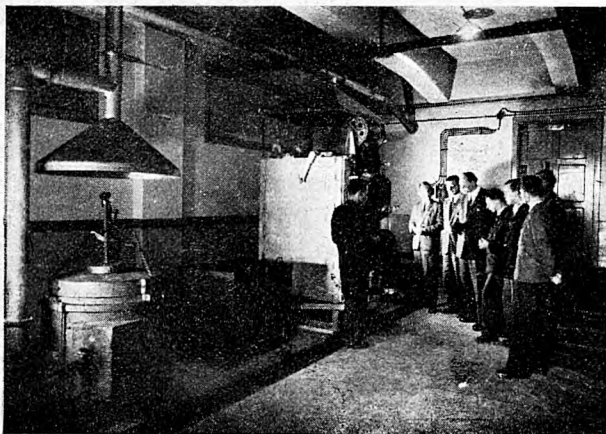
Fot. 3. Hala obrabiarek Zakładu Mechanicznej Obróbki Materiałów.



Fot. 4. Pracownia pomiarowa Zakładu Mechanicznej Obróbki Materiałów.

skach. Wszystkie obrabiarki posiadają napęd indywidualny, wbudowany w obrabiarkę lub okapturzony, urządzenia do chłodzenia strumieniem cieczy oraz oświetlenie nisko woltowe w celu zabezpieczenia pracowników przed porażeniem prądem. Kablowa instalacja elektryczna przebiega w krytych kanałach, łącząc silniki obrabiarek z centralną rozdzielnicą i transformatornią.

Asfaltowa nawierzchnia, ogrzewanie wodne, dobra wentylacja i duże, mimo zakratowania — jasne okna, trawniki przed oknami, stwarzają zdrowe



Fot. 5. Hartownia ropowa Zakładu Mechanicznej Obróbki Materiałów.

i przyjemne warunki pracy. Mechanicy i laboranci mają wydzielone pomieszczenie na posiłek południowy, umywalnię oraz celowo zaprojektowane indywidualne szafki na płaszcze i ubrania.

W hali obróbki cieplnej zainstalowano dwa piece ropowe wraz z urządzeniami pirometrycznymi oraz z urządzeniem do wyciągu spalin, ponadto sala ta jest wykorzystywana do projekcji filmów naukowych, przez urządzenie w niej stanowiska dla aparatu filmowego i ekranu. W oddzielnym pomieszczeniu znajdują się dwa elektryczne piece hartownicze wyposażone w nowoczesną i dokładną aparaturę

do pomiaru temperatur oraz wszelkie urządzenia pomocnicze do cieplnego ulepszenia narzędzi.

W hali pomiarowej znajduje się hamownia do badania charakterystyki mocy i sprawności silników elektrycznych, stanowiska przyrządów do pomiarów twardości oraz komplet urządzeń do badania gładkości powierzchni: uniwersalny interferometr, amerykański profilometr *Brusha* i gładkościomierz *WB4*.

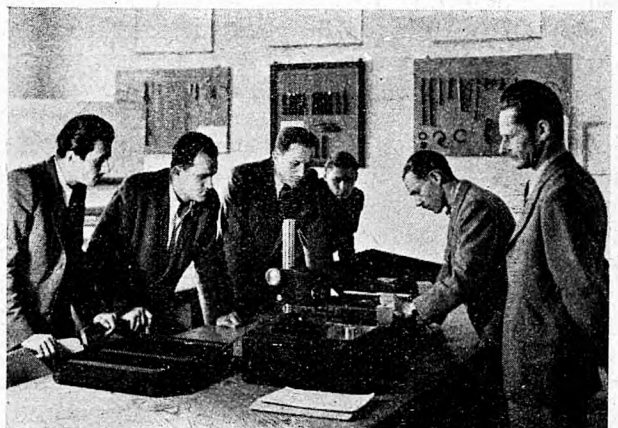
Laboratorium posiada ponadto dostateczne wyposażenie pomiarowe, umożliwiające nie tylko kontrolę jakości i wymiarów, lecz również przeprowadzanie specjalnych badań naukowych na przykład w dziedzinie drgań obrabiarek i narzędzi, hamowa-



Fot. 6. Wykład przy pomocy projekcji filmowej.

nia obrabiarek, pomiarów oporów skrawania. Nadmienić należy, że przyrządy do przytoczonych wyżej badań wykonane zostały całkowicie we własnym zakresie i specjalnie zaprojektowane. Wysokie stoły i taborety znajdujące się w pracowni pomiarowej umożliwiają pracę w pozycji najdogodniejszej, równocześnie czterdziestu studentom.

Ciemnia fotograficzna, celowo urządzony i umiejscowiony magazyn, transformatornia, narzędziownia oraz szatnia dla studentów uzupełniają całość laboratorium.



Fot. 7. Ćwiczenia studenckie: „Pomiary gładkości powierzchni“.

Sumaryczne koszty bezpośrednie urządzenia laboratorium wyniosły 18 milionów złotych. Dzisiaj całość laboratorium przedstawia wartość około 100 milionów złotych. Zostało to osiągnięte dzięki zespołowej entuzjastycznej pracy wszystkich pracowników Zakładu, fizycznych i naukowych. Niektóre obrabiarki otrzymywane były w stanie, który wymagał wielomiesięcznego remontu. Inne przychodziły — acz zupełnie nowe — bez niektórych części i przyrządów. Pełna zapała i poświęcenia współpraca pracowników, pokonywała wszystkie te przeszkody.

Nowe możliwości jakie stwarza Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów zostaną wykorzystane do dalszych prac dydaktycznych, reformowanych w związku z wprowadzeniem szeregu dwustopniowości do studiów akademickich, do uruchomienia

tak zwanej produkcji dydaktycznej, gdzie student będzie mógł się zapoznać z przebiegiem produkcji od początku do końca łącznie z kalkulacją warsztatową opartą na nowoczesnych podstawach naukowych, z gospodarką materiałową, narzędziową itd.

Wreszcie wyposażenie Zakładu w obrabiarki, narzędzia i urządzenia pomiarowe daje realne podstawy do dalszych prac naukowo-badawczych dla przemysłu w zakresie materiałów narzędziowych, obrabialności materiałów, wydajności narzędzi i obrabiarek, norm i wzorców gładkości powierzchni, pomiarów drgań obrabiarek i narzędzi, tablic i nomogramów kalkulacyjnych warsztatowych opartych na podstawach naukowych oraz wielu innych zagadnień opracowywanych od lat trzech w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów.

## REFERATY ZJAZDOWE

### Uwagi o polskim przemyśle obrabiarkowym

Prof. inż. STANISŁAW PŁUZAŃSKI  
Politechnika Warszawska

*Znaczenie przemysłu budowy obrabiarek dla rozwoju gospodarczego kraju. — Konieczność posiadania przez Polskę dla zrealizowania planu 6-letniego, silnie rozwiniętego przemysłu budowy obrabiarek. — Powody braku obrabiarek na rynkach światowych. — Produkcja i zapotrzebowanie obrabiarek w Polsce w latach 1929 — 1955. — Szybki postęp w dziedzinie budowy obrabiarek i wynikające stąd wymagania stawiane konstruktorom. — Konieczność dostarczenia przemysłowi przez Zakłady Obróbki Metali odpowiednio przygotowanych inżynierów. — Zagadnienia które muszą być rozwiązane dla przemysłu przez Instytucje Naukowo-Badawcze.*

Wśród przemysłów, których rozwój jest niezbędny dla osiągnięcia trwałego stanu uprzemysłowienia Polski, najbardziej kluczową pozycję zajmuje niewątpliwie przemysł budowy obrabiarek i narzędzi. Przemysł ten należy do grupy tych przemysłów, których nie może brakować w państwie, pragnącym uniezależnić swe życie gospodarcze od zagranicy. Znaczenie przemysłu obrabiarkowego nie polega na znacznym powiększeniu ilości wytwarzanych dóbr, gdyż nawet w jednym z najbardziej uprzemysłowionych krajów, jakim są niewątpliwie Stany Zjednoczone A. P., wartość wytwarzanych obrabiarek nie przekracza kilku zaledwie odsetek całej produkcji maszyn, — lecz polega na tym, że sprawnie pracujący przemysł obrabiarek i narzędzi, umożliwia mechanizację pracy i przyczynia się do powstawania nowych i rozwoju istniejących gałęzi przemysłu. W historii przemysłu niemało mamy przykładów, jak to najgenialniejsze wynalazki nie mogły znaleźć zastosowania praktycznego, gdy współczesne im narzędzia pracy nie dawały możliwości zrealizowania ich, np. wynalazki *Leonarda da Vinci*, lub też powodowały znaczne opóźnienie zastosowania np. ulepszonego przez *J. Watta* silnika parowego, skutkiem niemożności wykonania zdolnego do pracy cylindra i tłoka do nowego silnika. Toteż widzimy, że państwa produkujące w rozwoju technicznym — stworzyły u siebie potężny przemysł środków wykonania pracy, tj. obrabiarek i narzędzi.

Tak wyposażone kraje mogą wyprzedzić inne, nie posiadające tych możliwości i wskutek tego skazane na zaopatrywanie się w obrabiarki zagranicą, i dlatego zawsze podążające z opóźnieniem za postępem techniki.

Zaniebanie troski o stały rozwój przemysłu obrabiarek miewa bardzo poważne skutki, jak to widać na przykładzie Anglii, która, pomimo że jest kolebką przemysłu maszynowego, pozwoliła wyprzedzić się od początku bieżącego stulecia na polu budowy obrabiarek przez Stany Zjednoczone i Niemcy. Rozdrobnienie tego przemysłu w Anglii na wiele starych często niedostatecznie wyposażonych zakładów, niskie ceny wskutek silnej konkurencji, brak podziału pracy, wreszcie brak zrozumienia dla znaczenia studiów i prac badawczych i stare metody pracy, — umożliwiły doskonałej organizacji wytwarzania w Stanach Zjednoczonych, a naukowemu podejściu i dokładnej przemysłowej konstrukcji niemieckiej, — wyprzedzić przemysł obrabiarkowy angielski.

Należy obiektywnie stwierdzić, że Niemcy dokonali w dziedzinie budowy obrabiarek w ciągu 30 lat (od 1870 do 1900 roku) takiego postępu, jak Anglia w ciągu stulecia (1800 do 1900 r.).

Konieczność posiadania przemysłu budowy obrabiarek była należycie doceniana przez przemysł polski już w końcu ubiegłego stulecia, o czym świadczy

fakt istnienia kilku wytwórni obrabiarek na terenie dawnej Kongresówki. Wśród nich wyróżniała się wśród niewielu ówczesnych większych fabryk maszyn, założona w 80-tych latach ub. stulecia doskonale zorganizowana odlewnia i fabryka obrabiarek Gerlach i Pulst w Warszawie, której nowoczesna organizacja, na modłę najlepszych wzorów zachodnich i wyroby były szeroko znane i cenione w arsenałach, warsztatach kolejowych itp. carskiej Rosji. Rola tej wytwórni wśród rozwijającego się niewielkiego przemysłu metalowego polskiego była bardzo duża.

Obecnie konieczność posiadania możliwie rozwiniętego i silnego przemysłu budowy obrabiarek i narzędzi wysuwa się na pierwszy plan wśród naszych pilnych potrzeb przemysłu, a to ze względu na konieczność wykonania zamierzeń uprzemysłowienia Polski w ramach 3 i 6-cioletniego planu.

W szczególności nasz przemysł budowy obrabiarek i narzędzi ma do wykonania następujące zadania:

1. dokonać wyposażenia nowo-powstających fabryk, oraz dopełnienia potrzeb zakładów powiększających swą produkcję w przepisanych ramach,

2. możliwie szybko odnowić stan parku maszyn posiadanych, we wszystkich prawie bez wyjątku zakładach przemysłu metalowego, w warsztatach kolejowych, stocznjach i innych wytwórniach,

3. zapewnić możność stałej i systematycznej wymiany starych obrabiarek,

4. stworzyć możność uruchamiania nowych produkcji, jakie mogą powstać w wyniku nowych wynalazków i odkryć, jakich można oczekiwać wskutek nadzwyczajnych postępów techniki oraz nauk przyrodniczych.

Zadania powyższe w całości swej trudne do wykonania w czasach normalnych, są wielokrotnie trudniejsze obecnie w czasie powojennym, i nie mogą być zaspokojone z zewnątrz z powodu całkowitej dezorganizacji gospodarczej rynku, trudności walutowych, transportowych i dyskryminacji politycznych, które sprawiają, że gdyby nawet nic nie stało na przeszkodzie, to i tak nabycie potrzebnego wyposażenia dla naszych zakładów zagranicą byłoby niewykonalne, ze względu na brak potrzebnych maszyn na rynku, lub na zbyt długie terminy dostaw.

Taki stan rynku na obrabarki i narzędzia, podobnie jak i na inne wyroby przemysłowe, spowodowany został, jak wiadomo, przyczynami natury politycznej i ekonomicznej, w wyniku których rynek ten cierpi na dotkliwy brak podaży, oraz na stały wzrost cen.

Głód na rynku obrabiarek spowodowany został przez:

1. Ogromne straty w wyposażeniu fabryk, jakie poniosły kraje silnie zniszczone przez działania wojenne, jak: ZSRR, Polska, Niemcy i w nieco mniejszej mierze również — Francja, W. Brytania, Italia, Belgia, Holandia.

2. Konieczność odnowienia parku maszyn, nieodnawianych w należyтым stopniu jeszcze przed wojną we wszystkich krajach, a zużytych przez pracę

w nienormalnych warunkach wojennych. Jedynym wyjątkiem pod względem stanu parku maszyn były Niemcy, gdzie wskutek starannego przygotowania się do wojny, pod koniec działań wojennych, na 1.200.000 obrabiarek tylko około 25% było starszych niż 15 lat. Nawet w kraju, w którym wymiana starych maszyn była przestrzegana najbardziej — w USA, w 1945 roku na 1.711.137 obrabiarek, starszych nad 15 lat było 35%. W innych krajach odsetek ten był jeszcze większy, tak np. w W. Brytanii na 850.000 obrabiarek w roku 1947 starszych niż 10 lat było z górą 50%; u nas odsetek ten był niewątpliwie znacznie wyższy.

Potrzebę powojennego uzupełnienia brakujących obrabiarek zarówno w nowopowstających, jak i istniejących dawniej zakładach; wreszcie przez

4. Przystawianie wytwórni z produkcji wojennej na pokojową.

Wielkie zapotrzebowanie na obrabiarki potrzebne w tych celach nie może być pokryte, wskutek bardzo znacznego skurczenia się wywozu obrabiarek z krajów, które przed wojną ten rynek zaopatrywały. Wywóz głównych eksporterów obrabiarek w roku 1938 wyniósł:

ze Stanów Zjednoczonych	81 milj. dol.
Niemiec	58 " "
Wielkiej Brytanii	18 " "
razem	157 " "

podczas gdy projektowany wywóz w r. 1948 miał wynieść:

ze Stanów Zjednoczonych (około 10% prod.)	25 milj. dol.
W. Brytanii (60% prod.) <sup>1)</sup>	35 " "
razem	60 " "

czyli zaledwie 38% wywozu z 1938 r. Wywóz innych krajów posiadających pewien przemysł obrabiarkowy, jak np. Francja, Szwajcaria, Szwecja, Belgia i Kanada nie może zastąpić brakującego wywozu przedwojennego, zwłaszcza niemieckiego, w wyniku czego nabywanie nowych obrabiarek z terminem dostawy mniejszym niż rok lub dłużej, jest możliwe tylko w wyjątkowych wypadkach.

Stany Zjednoczone mogłyby wywozić znacznie więcej obrabiarek; przed wojną wywóz ich wyniósł od 20 do 30% przy znacznie mniejszej produkcji, niż dzisiejsza, — lecz na przeszkodzie stoi zwiększone zapotrzebowanie rynku wewnętrznego na skalę nieznaną w Europie; tak np. odnowienie i uzupełnienie parku maszyn w jednej tylko wytwórni samochodów Cadillac, pochłonęło sumę 15.000.000 dol., fabryki Parkard — od 5 do 7.000.000 dol., a przebrojenie zakładów Forda do wykonania nowego modelu samochodu 1949 r. kosztowało 72.000.000 dol., z czego połowa — na obrabiarki i narzędzia. Oprócz potrzeb przebrojenia i uzupełnienia licznych dużych wytwórni amerykańskich, należy się liczyć z dalszym

<sup>1)</sup> W r. 1946 wywóz obrabiarek z W. Brytanii wyniósł 32 milj. dol.

zmniejszeniem wywozu z powodu wielkich zamówień wewnętrznych, a zwłaszcza na potrzeby nowego zbrojenia się. Z drugiej strony nawet przy istniejących możliwościach, dyskryminacje natury politycznej uniemożliwiają przy istniejących stosunkach zakup obrabiarek w USA.

W W. Brytanii wznowienie produkcji sprzętu wojennego na skalę większą niż pokojowa, pochłonęło jak donosi prasa fachowa, już 5% zatrudnionych w przemyśle, zmniejszając tym samym możliwość produkcji pokojowej, licząc się z niewątpliwym zwiększeniem tego odsetka, nie można spodziewać się lepszego zaopatrzenia rynku przez dostawy angielskie, tym więcej, że obecny wywóz obrabiarek, powiększony do 60% produkcji ze względu na pozyskanie tak potrzebnych dewiz, uniemożliwia konieczne odnowienie własnego parku maszyn. W tym ciężkim położeniu oddanie rynkowi prywatnemu 150.000 obrabiarek ze stoków powojennych jest niewystarczającą pomocą, zwłaszcza, że maszyny te są używane i przeważnie starszych typów.

Sytuacja w W. Brytanii jest tym gorsza, że wydajność pracy w fabrykach zmniejszyła się dość znacznie; np. angielskie źródła oceniają ten spadek na 20 do 35%. Wartość produkcji obrabiarek w 1938 r. była 14.000.000 £, przy 28.000 zatrudnionych, 1947 r. była 24.000.000 £ przy 38.500 zatrudnionych.

Stan zagadnienia zaopatrzenia w obrabiarki w Polsce przedstawia się jak następuje:

Wartość obrabiarek wykonanych, względnie — projektowanej produkcji w Polsce:

w r. 1929	około	13.800.000 zł.*)
1945	"	5.500.000 "
1946	"	16.000.000 "
1947	"	30.000.000 "
1948	"	50.000.000 "
1949	"	65.000.000 "
1955	"	200.000.000 "

Ilościowo porównanie stanu z r. 1929, r. 1948, oraz r. 1955, t. j. ostatniego roku przyszłego okresu sześcioletniego przedstawia Tablica I.

Dla porównania należy dodać, że spożycie obrabiarek na 1 mieszkańca/rok wynoszące u nas w 1948 r. około 2 zł., wzrośnie w r. 1955 na skutek znacznego powiększenia produkcji do około 8 zł. i będzie wtedy nieco wyższe od spożycia Niemiec (6,5 zł.) i mniej więcej dwukrotnie mniejsze od spożycia USA w r. 1935. Uwzględniając konieczny wwóz niewyrabianych w kraju typów obrabiarek z zagranicy — cyfra spożycia podniesie się nieco; tak np. gdyby

TABLICA I.

Ilości obrabiarek w Polsce w r. 1929, r. 1948, r. 1955.

	Rok 1929	Rok 1948	Rok 1955
Wartość obrabiarek wykonanych w ciągu roku . . . . .	6.621	50.000	200.000 tys. zł*)
Wartość przywozu obrabiarek z zagranicy . . . . .	23.128	0	? tys. zł*)
Wartość spożycia obrabiarek w roku . . . . .	29.649	50.000	200.000 tys. zł*)
Wartość spożycia obrabiarek na rok i mieszkańca . . . . .	0.98	2.08	8.00 zł*)
Liczba zatrudnionych w fabrykach obrabiarek . . . . .	2.200	9.500	20.000 osób
Produkcja na 1 zatrudnionego . . . . .	3.310	5.263	10.000 zł/rok*)

Uwzględniając spadek wartości funta angielskiego, w tym czasie, poprawiona wartość produkcji 1947 r. wynosi tylko 12.500.000 £, t. j. o 1½ milj. £ mniej niż w 1938 r. pomimo wzrostu liczby zatrudnionych o 37%. Podobne zjawisko obserwuje się również i w USA, choć podobno w mniejszym stopniu niż w W. Brytanii. Tak np. produkcja ram do samolotów w pewnej fabryce podczas wojny wynosiła 43,4 kg na 1 robotnika i koszt wyrobu 11 dol. za kg, gdy dziś produkcja wynosi zaledwie 4,5 kg/robotnika, a koszt 55 dol. za kg wyrobu.

Trudności zaopatrywania się w obrabiarki powiększa stały wzrost cen. Zdarza się, że cena maszyny w ciągu kilku miesięcy wykonania jej wzrasta o 50%. Ceny maszyn w W. Brytanii podniesiono niedawno o 30%, a z USA ostatnio sygnalizują ogólną podwyżkę cen na obrabiarki o 15%.

przywóz miał wartość 12 milj./rok, to powiększenie spożycie byłoby 8,5 zł (głowę) rocznie.

Jak to z powyższego zestawienia widać, osiągnięcie zamierzonych w planie sześcioletnim wyników będzie wymagało wielkich wysiłków ze strony przemysłu budowy obrabiarek — powiększenie liczby zatrudnionych w tym przemyśle od 9,5 do 20 tys. osób wymaga wytężonego szkolenia narybku, a zwiększenie wydajności pracy z około 5 na 10.000 zł. na 1 zatrudnionego, — stałego postępu w metodach wytwarzania, oraz stosowania najlepszych środków produkcji.

Przed wojną, już w 1929 r., istniał niewielki wywóz obrabiarek za granicę, o wartości 362.000 zł.

\*) W zł., z r. 1937, za wyjątkiem r. 1929.

Obecnie wywóz wyraża się znacznie wyższą sumą, i przewiduje się że w 1955 r., przy pewnym wysiłku, ew. kosztem zmniejszenia produkcji innych wyrobów, mniej popłatnych (koszt 1 kg obrabiarek wynosi około 10 zł., gdy koszt silników spalinowych — 5 do 6 zł/kg, a parowozów — 3,5 do 4 zł/kg) lub mniej potrzebnych, — wreszcie uciekając się może do pomocy poddostawców, — można by dojść na początek do stałego wywozu około 3.000 obrabiarek rocznie, za około 45 milionów zł.

Staranny dobór typów obrabiarek dobrze wykonanych, celowej budowy i dokładnie pracujących, pozyska dla Polski coraz to szersze rynki zbytu i przyczyni się tym sposobem do utrwalenia położenia naszego przemysłu obrabiarkowego na rynkach światowych. Jako teren wywozu obrabiarek naszych przewidywać można kraje południowo wschodniej Europy, Bliski Wschód oraz ZSRR, ewentualnie w dalszym rozwoju, kraje Dalekiego Wschodu. Jako rodzaj maszyn nadających się do wywozu, należy na pierwszym miejscu postawić duże i stosunkowo złożone maszyny, jak maszyny do napraw i konserwacji taboru kolejowego np. kołowki, samochodowego, urządzeń portowych, maszyn do budowy dróg itp.

Oprócz gospodarczego i ekonomicznego znaczenia, zagadnienie wytwarzania obrabiarek ma duże znaczenie techniczne z powodu nigdy niekończącej się różnorodności konstrukcji obrabiarek i zmienności typów, niespotykanej w żadnej innej gałęzi przemysłu metalowego. Za życia jednego pokolenia przeżyliśmy w budowie obrabiarek już dwie wielkie zmiany o charakterze rewolucyjnym, a mianowicie: jedna była wynikiem wprowadzenia narzędzi ze stali szybko tnących, druga zaś — zastosowania do skrawania spiekanych węglików trudno topliwych metali; obecnie zarysowuje się możliwość trzeciej, — jako skutek nowych metod skrawania szybkościami dotąd niespotykanymi w obróbce metali. Metoda ta, sygnalizowana z ZSRR, podaje możliwość stosowania szybkości skrawania przy frezowaniu — około 160 m/min, a nawet wyjątkowo do 350 m/min, zamiast zwykłych 20 m/min, toczenia — 300, 400 a nawet 700 m/min przy obróbce stali. Każda z tych rewolucyjnych zmian wymagała całkowitej przebudowy organów obrabiarki.

Oprócz tych „rewolucji“, w wyniku których powstawały zupełnie nowe zmienione konstrukcje, przeżyliśmy inne, również o bardzo istotnym wpływie na budowę obrabiarek, choć może o bardziej łagodnym przebiegu, jak np. zastosowania jednostkowego napędu elektrycznego, napędu hydraulicznego, zautomatyzowania cyklu pracy i ostatnio, zastosowania elektroniki do obsługi obrabiarek i inne.

Na podstawie dotychczasowego doświadczenia niema powodu do przypuszczenia, że zmiany w budowie obrabiarek, które dotąd następowały w postępie geometrycznym, miałyby ustać; przeciwnie należy się liczyć z dalszym szybkim postępowaniem, a za tym i z koniecznością tworzenia dalszych, coraz to nowszych obrabiarek, co będzie dawać coraz to nowe pole dla twórczości naszych inżynierów.

Różnorodność zagadnień przy opracowaniu często zmieniających się konstrukcji elementów obrabiarek

następcza wynalazczości sprytowi i zdolnościom konstruktorów i wykonawców naszych, szerokie pole do pracy ciągle nowej i interesującej, a więc najlepiej odpowiadającej polskiemu charakterowi.

Tak różnorodna praca, jak to było wspomniane, daje możliwość utworzenia kadr specjalistów w nowoczesnych zagadnieniach wytwarzania. Ciągłe nowe problemy produkcji wylaniają pomysłowość w dziedzinie konstrukcji narzędzi pracy, otwierając drogi do polepszenia i potania metod wytwarzania. Z tego powodu posiadanie zastępu inżynierów wyszkolonych w rozwiązywaniu zagadnień wytwarzania, dzięki wykształceniu na budowie obrabiarek, jest dla nas sprawą pierwszorzędnej znaczenia.

Zatem jak widzimy, przemysł wyrobu obrabiarek i narzędzi ma dla naszego kraju wyjątkowe znaczenie:

gospodarcze — gdyż wytwarza dobra o wysokiej wartości jednostkowej,

techniczne — gdyż wyrabia i kształci fachowców o wysokim poziomie zawodowym; stąd wniosek, że rozwój tego przemysłu należy popierać wszelkimi sposobami.

Dodać należy, iż obecny moment jest dla Polski wyjątkowo korzystny, gdyż nasz kraj jest jednym z nielicznych, mającym możliwość pracy spokojnej niezakłóconej wstrząsami politycznymi i socjalnymi. Jest on dogodnie położony w środku Europy, korzystnie pod względem geograficzno-handlowym, ma bogactwa naturalne, szczęśliwe skojarzenie samowystarczalności pod względem możliwości wyżywienia, z możliwością rozwoju przemysłu i stworzenia wywozu zagranicę, wreszcie — co dzisiaj jest może najważniejsze, — mamy ludność ożywioną zapałem do pracy, obdarzoną wielkimi zdolnościami w porównaniu z najbardziej nawet uprzemysłowionymi narodami, pracowitą, pomyslową i inteligentną. Krótko mówiąc mamy warunki, ażeby dzięki tym zaletom stać się jednym z przodujących gospodarczo narodów Europy.

W tych warunkach należy poświęcić wszelkie wysiłki w celu stworzenia silnego, doskonale pracującego przemysłu budowy obrabiarek i narzędzi w Polsce. Przyswiecać nam winien przykład Szwajcarii, kraju nieposiadającego przemysłu na miarę innych krajów uprzemysłowionych, mimo to słynącego swymi obrabiarkami, przyrządami i narzędziami na cały świat.

We wszystkich przemianach gospodarczych nader ważnym czynnikiem jest czas. Wyzyskanie istniejących obecnie warunków korzystnych dla rozwoju i okrzepnięcia naszego przemysłu wymaga najlepszego wykorzystania czasu. Ponieważ zaś wyrób obrabiarek i zaopatrzenie w nie innych gałęzi przemysłu musi poprzedzać pracę tych przemysłów, czynnik czasu nabiera w tych warunkach specjalnego znaczenia. Jedną z możliwości skrócenia tego czasu jest współpraca z przemysłem naszych wyższych uczelni technicznych, a zwłaszcza zakładów badawczych, istniejących przy tych uczelniach.

Jak wiadomo Zakłady Obróbki Metali naszych Politechnik, jak każda komórka szkół wyższych, mają podwójne zadanie; nauczać i pracować naukowo



dla postępu techniki. Pierwsze z tych zadań wypełni-  
my dając przemysłowi możliwie wielką liczbę mło-  
dych inżynierów, jak najlepiej przygotowanych do  
pracy, jaka ich czeka w przemyśle. Rozpoczęta w ro-  
ku bieżącym reforma wyższych studiów wkrótce już,  
bo już za niecałe trzy lata, da pierwszą większą partię  
inżynierów, i w związku z tym, rola zakładów na-  
szych ogranicza się do należytego wykonania nowych  
planów nauczania, oraz przestrzegania ażeby przepi-  
sany trzyletni czas studiów był ściśle dotrzymany,  
i z tą zwłoką musimy się niestety pogodzić. Natomiast  
drugie zadanie — praca naukowa, rozumiana jako pra-  
ca w ramach potrzeb przemysłu — winna być podjęta  
bez zwłoki, gdyż przemysł, którego głównym zadani-  
em jest wytwarzanie, i który na rozwiązywanie za-  
dań, wykraczających poza doraźne potrzeby, zazwy-  
czaj niema czasu, ludzi i możliwości, — chętnie sko-  
rzysta z zaoferowanej mu przez zakłady obróbki po-  
mocy w opracowaniu zagadnień, zmierzających do  
osiągnięcia najlepszych wyników pracy.

W krajach o przemyśle dawnym i zasobnym  
istnieją liczne i dobrze wyposażone techniczne insty-  
tucje badawcze.

Wspaniałe rezultaty osiągnięte przez przemysł  
obrabiarkowy, narzędziowy i przyrządów pomiaro-  
wych w Związku Radzieckim, w znacznej mierze zo-  
stały osiągnięte dzięki doskonale rozbudowanej sieci  
instytutów naukowo-badawczych. Szczególnie bardzo  
poważnymi osiągnięciami może poszczycić się Do-  
świadczalny Instytut Naukowo-Badawczy Obrabiarek  
do metali ENIMS (*Eksperymentalno Nauczno Issle-  
dowattelnij Institut Metallorieżuszczich Stankow*).  
W instytucie tym została np. zaprojektowana w okre-  
sie ubiegłej wojny pierwsza automatyczna linia obra-  
biarkowa, wykonana przez zakłady „Stankonstruk-  
cja”. W roku 1943 powstał w ZSRR Wszechzwią-  
zkowy Narzędziowy Instytut Naukowo-Badawczy  
WNI, (*Wsiesojuznyj Nauczno-Issledowatietskij In-  
strumentalnyj Institut*), którego działalność zazna-  
czyła się szczególnie na odcinku wprowadzenia meto-  
d obróbki przy wysokich szybkościach skrawania.

Podobnie w innych państwach przemysłowych  
istnieją poważne placówki naukowo-badawcze. Fran-  
cja ma szereg placówek badawczych z *Laboratoire  
Central des Arts et Metiers* w Paryżu na czele.  
W Anglii istnieją dobrze wyposażone techniczne in-  
stytuty badawcze jak np. brytyjski *National Physi-  
cal Laboratory* w Teddington i inne. W USA obok  
państwowych i federalnych placówek istnieje wiele  
prywatnych, jak np. laboratoria *Edisona*.

U nas organizacje badawcze w większości są  
w stanie powstawania, za wyjątkiem kilku nielicz-  
nych; pomimo trudności związanych z jednoczesną  
pracą i organizowaniem zakładu, nawał pracy oczekują-  
cej na wykonanie, zmusza do podjęcia jej możli-  
wie bezzwłocznie.

Wobec dużej ilości elementów, jakimi operuje na-  
wet niewielka wytwórnia, różnorodność zagadnień  
związanych bezpośrednio z wykonywaniem pracy jak  
i zagadnień bardziej ogólnych, jest wielka, i ciągle  
się powiększa przez nowe problemy. W tych warun-  
kach jest bezcelowym próbować wyliczać ew. prace,  
które nasze placówki badawcze techniczne będą mu-  
siały opracowywać; dla podkreślenia szerokiej skali

tych prac, wystarczy może proste wyliczenie niektó-  
rych zagadnień interesujących nasz przemysł meta-  
lowy. A więc w dziedzinie zastosowania nowych two-  
rzyw mamy:

stale zastępcze, spiekane węgliki bez wolframu,  
ceramika metalowa, spiekane proszki metali, plastyki  
wytrzymujące wysoką temperaturę, połączenia metali  
różnych np. stal i bronz (na koła zębate, dawniej  
z brązu), połączenia metalu z drzewem, np. drzewo  
kryte aluminium (na śmigła lotnicze).

W dziedzinie nowych metod obróbki cieplnej:

stosowanie temperatur poniżej 0 C, hartowanie  
izotermiczne i stopniowe, wyżarzanie cykliczne, sto-  
sowanie prądów wzbudzonych, amerykańskie „mar-  
tempering“ i „austempering“ i inne, próba na zdol-  
ność hartowania *Jominy-Beegehel*, próby dźwięko-  
we nowe itp.

Metody wyrobu: stosowanie rur zamiast wałków,  
jako materiału wyjściowego do obróbki, odlewy do-  
kładne nową metodą (wosku); szlifowanie postacio-  
we bezkłowe; ostrzenie narzędzi z płytkami ze spie-  
kanych węglików przy wyższych temperaturach,  
ostrzenie anodowo-mechaniczne; ostrzenie sposobem  
elektro-iskrowym; polerowanie, obróbka, czyszcze-  
nie powierzchni i ostrzenie noży sposobami chemicz-  
nymi i elektrochemicznymi; pokrywanie powierzchni  
narzędzi twardymi stopami sposobem elektro-erozyj-  
nym; osadzenie stopów twardych w stanie rozpylo-  
nym z następnym stapianiem w celu zmniejszenia po-  
rowatości osadu itp.

Wreszcie z zakresu obróbki: skrawanie ujemnymi  
kąta miata; badania gładkości powierzchni obra-  
bianych, oraz ustalenie kryteriów gładkości; pogłę-  
bienie wiadomości o oporze właściwym skrawania;  
ustalenie zależności dokładności obróbki od sztyw-  
ności organów obrabiarki; wspomniane już skrawanie  
z wielkimi szybkościami; praca obrabiarek zespolo-  
nych dla automatycznego wykonania całego elemen-  
tu maszyny (np. głowicy, albo bloku cylindrów silni-  
ka samochodowego) i wiele innych.

Rozwiązanie tych i tym podobnych zagadnień wy-  
maga dobrej organizacji, zwłaszcza w stadium zapo-  
czątkowania prac przez nasze placówki i związana  
z tym ograniczoność środków, brak ludzi i czasu po-  
trzebnego do zgromadzenia wszystkiego co do wyko-  
nania zadań potrzeba. Do tego potrzeba przede  
wszystkim najściślej współpracy wszystkich istnie-  
jących w kraju placówek badawczych w zakresie ob-  
róbki metali ze sobą i z Instytutem Obrabiarek i Na-  
rzędzi, utworzonym w ramach Głównego Instytutu  
Mechaniki, jako łącznikiem między przemysłem i pla-  
cówkami badawczymi.

Nie wątpię, że w zrozumieniu ważności zadania,  
taka organizacja będzie mogła dać najlepsze wyniki  
pracy w najkrótszym stosunkowo czasie i w ścisłej  
współpracy z przemysłem będzie mogła spełnić swój  
obowiązek obywatelski i zawodowy, przyczyniając  
się do zwiększenia wydajności pracy, i tym sposobem  
dopomoże przemysłowi do zdobycia, umocnienia,  
utrzymania i utrwalenia na zawsze wzorem taktyki  
wojskowej — najlepszej pozycji dla polskiego prze-  
mysłu metalowego.

## Kult ostrza w rozwoju obróbki metali

Prof. inż. LEON BURNAT

Politechnika Łódzka

*Zestawienie poglądów na pracę ostrza.—Główne wytyczne badań Taylora: określenie momentu zniszczenia ostrza.— Główne wymagania stawiane obecnie obróbce: zwiększenie dokładności i gładkości. — Dążenie do zmniejszenia wymiarów wzorów i wzrost znaczenia krawędzi tnącej. — Teoria i praktyka skrawania. — Znaczenie kątów ostrza. — Znaczenie gładkości ostrza, tarcia i przyłgowego powinowactwa materiału ostrza i obrabianego przedmiotu. — Różne kryteria obrabialności materiałów. — „Kult Ostrza”. — Rola jaką powinien odegrać „kult ostrza” w podniesieniu kultury obróbkowej naszego przemysłu. — Stojące przed nami zadania badawcze.*

Jednym z zadań naszych obrad ma być ustalenie, co należałoby badać w dziedzinie obróbki metali, oraz wybranie tych nowych metod obróbki, które w najbliższym czasie powinniśmy u nas wprowadzić. Kierując się tym założeniem, spróbowałem zestawić poglądy na pracę ostrza jako najistotniejszej części składowej każdego narzędzia skrawającego, według możliwie dzisiejszego stanu badań. Samo to zagadnienie jest tak obszerne, że omówienie go, wymagałoby znacznie więcej czasu, aniżeli przewidziane 30 minut i dlatego ograniczę się tylko do bardzo pobieżnego jego przedstawienia.

Ilekróć mówi się ogólnie o badaniach nad skrawaniem metali, nie można nie wspomnieć o badaniach *Taylora*. O zasługach i badaniach *Taylora* nie będę dziś mówił obszernie, znamy je wszyscy dobrze. Uwypuklić chcę natomiast różnicę pomiędzy badaniami *Taylora* i dzisiejszym stanem badań nad skrawaniem metali. Pomimo ogromnego nakładu pracy i kosztów jakie pochłonęły badania *Taylora* wyniki tych badań nie dają odpowiedzi na cały szereg pytań, które dręczą dzisiejszego technika obróbki.

*Taylor* cały nakład swej pracy poświęcił przede wszystkim na ustalenie momentu zniszczenia krawędzi tnącej ostrza. Okresem właściwego życia ostrza *Taylor* zajmował się bardzo mało. Dla technika ciekawsze jednak jest nie tylko stwierdzenie zniszczenia ostrza, lecz i zbadanie przebiegu i sposobu jego życia, to znaczy zbadanie w jaki sposób następuje stopniowe jego tępienie.

*Taylor* kładł główny nacisk na wióry o dużych przekrojach, a wskutek tego można powiedzieć, że mało skrawał samą krawędzią tnącą. Skrawanie drobnymi wiórami jak wiadomo przenosi pracę ostrza z powierzchni natarcia na samą krawędź tnącą. Przez takie przesunięcie miejsca natarcia, powstają inne założenia pracy ostrza, wymagające innego podejścia do warunków skrawania.

Czym różnią się dzisiejsze wymagania stawiane obróbce, od ówczesnych? Ogólnie można stwierdzić, że dzisiejsze wymagania koncentrują się na uzyskaniu jak najmniejszym kosztem stale zwiększanej dokładności oraz gładkości obróbki, pozostawianej dawniej najczęściej do wykonania pracy ręcznej. Duża gładkość jest równoznaczna, z praktycznego punktu widzenia, z powiększeniem długości życia wyrobu, z równoczesnym zwiększeniem trwałości i dokładności budowanych maszyn. Dążenie do zwiększenia szybkości obróbki jak dawniej tak i dziś decydująco wpływa na pracę technika, natomiast

dawniej wysuwane na jedno z pierwszych miejsc zagadnienie zużycia mocy jest odsunięte raczej na plan dalszy.

Te żądania z konieczności zwiększyły wymagania stawiane krawędzi tnącej. Zmienił się pogląd na sprawę najodpowiedniejszego wióra; wagon wiórowych z fabryki, dziś zawiera inne rodzaje wiórowych niż przed laty. Zamiast reklam fabrycznych podających przekroje wióra o wielkości nawet 1000 mm<sup>2</sup> dziś bardziej pociągają nas wióry, które wzięte w rękę, przypominają raczej wate niż poważny wiór w dawnym pojęciu. Ogólnie biorąc wiór zmienił swój wygląd, jego przekrój przeciętnie zmalał, a kształt przekroju przybrał formę bardzo płaską. Typowy nóż *Taylora* przystosowany raczej do wióra zbliżającego się swym przekrojem do kwadratu, nóż który szczególnie dobrze musiał ująć sprawę ostrza bocznego, stracił na znaczeniu. Wiór płaski, aż do typowego wióra szerokiego włącznie, bardzo się rozpowszechnił. Zmienia się ogólne nastawienie z obróbki grubymi wiórami na obróbkę drobnymi wiórami. Typowa obróbka grubymi wiórami pozostaje tylko w tych dziedzinach, w których nie może być zastąpiona.

Już od dawna technik dążył do możliwości dokładnego przepowiadania warunków skrawania, narzucania ich z góry na podstawie innych wartości charakterystycznych obrabianego materiału. Aby móc przepowiadać, trzeba ująć zjawisko we wzory matematyczne, trzeba przyjąć jakąś teorię skrawania. Ta słuszną chęć liczenia nieraz kazała nadmiernie upraszczać badane zjawisko skrawania. Może jedną z głównych zasług *Taylora* jest fakt, iż nie uległ podobnemu nastawieniu, wolał zawile wzory matematyczne, aniżeli zbyt odbiegające od prawdy, chociaż wygodniejsze równania. Niemieccy badacze przeciwnie często stawiali wygodną szatę matematyczną na pierwszym miejscu, co zresztą można łatwo uzyskać, przez usunięcie przeszkadzających zmiennych. Może najbardziej matematycznie skromnym ujęciem zagadnienia, a równocześnie najbardziej wyczerpującym, jest amerykański *Manual on cutting of metals*, który w formie długich tabel, ujmuje zawile zjawisko skrawania z jego dużą ilością zmiennych czynników. Trzeba sobie powiedzieć, że tego co możnaby nazwać teorią skrawania dotychczas nie posiadamy. Ostatnie próby takiej teorii podawane przez *Merchanta* czy też równoznaczne jej, stare teorie rosyjskich badaczy, *Zworykina*, *Briksa* i innych, stanu tego zapewne szybko nie zmienią. Podstawowe zjawiska dla skrawania, a mianowicie plastyczne deformacje materiałów, jak i tarcie suche

i półsuche, same są jeszcze za mało opanowane, aby mogły ułatwić matematyczne ujęcie teorii skrawania.

Z drugiej strony życie nie czekało beczynnian na prawidłową teorię. Przemysł rozporządzający wynikami doświadczeń wielkiej liczby swoich fabryk nie zajmował się tylko pytaniem: dlaczego? Dbał przede wszystkim o dobry wynik swoich prac w zakresie produkcji. Nie można zaprzeczyć iż ogromny postęp obróbki ostatnich lat dała nie teoria, lecz ta wielka liczba doświadczeń.

Rozwój skrawania idzie w kierunku wiórów małych, ściśle mówiąc wiórów o małej grubości, wiórów które umożliwiają automatyzację obróbki w różnych jej stopniach. Mimo wysiłku konstruktorów obrabiarek, czas nastawienia maszyny automatycznej, chociaż stale maleje, jednak nie stracił swego szkodliwego wpływu na koszt obróbki. Stosowanie wiórów płaskich, tj. wiórów, które w wykresie  $lg v/lg T$  są po prawej stronie tego wykresu, gdzie linie są stosunkowo strome pozwala już przy małym zmniejszeniu szybkości skrawania, uzyskać duży wzrost czasu trwania ostrza, o co głównie przy automatyzacji chodzi. Zmniejszenie wielkości oporów skrawania przez stosowanie wiórów o małych przekrojach, ma oczywiście ponadto decydujący wpływ na konstrukcję automatu. Fakt, że przy grubościach wióra poniżej 0,25 mm szybkość skrawania nie zależy praktycznie od wielkości przekroju, lecz głównie od grubości wióra, ma dla zmienności czasu życia ostrza ważne znaczenie. Dziś trzeba wyraźnie odróżniać grubość wióra od grubości czy głębokości skrawania, czy też stosunku głębokości skrawania do posuwu. Na przykład przy toczeniu, głębokość skrawania mierzona prostopadle do krawędzi tnącej — przy kącie pochylenia ostrza równym zeru — zwana zwykle grubością wióra, jest znacznie lepszą charakterystyką skrawanego wióra, aniżeli normalnie podawana głębokość skrawania i posuw, względnie ich stosunek.

Przy stosowaniu wiórów płaskich, technik obróbki może uzyskać dla swoich obliczeń pewien współczynnik bezpieczeństwa, który na ogół nie jest mu przyznawany. Spółczynniki bezpieczeństwa stosowane na przykład w obliczeniach wytrzymałościowych, wynoszące  $4 \div 6$  i więcej, w obliczeniach warunków skrawania nie są do pomyslenia. Stosowanie wiórów z prawej strony wykresu daje i pod tym względem większą swobodę działania.

Według najnowszych badań płaski wiór o grubości mniejszej niż 0,25 mm przedłuża okres trwałości ostrza do *stopnia gładzenia*, t. zn. stopnia, przy którym pojawienie się wytarcia ostrza powoduje konieczność uznania go za stępiony przy gładzeniu. Stępienie gładzenia można nazwać starciem ostrza, zaś *stępienie zdzierania*, krótko, stępieniem ostrza. Rozróżnianie tych dwóch rodzajów stępienia wydaje się dziś konieczne.

Nowy rodzaj skrawania przesunął pracę ostrza z powierzchni natarcia, coraz bardziej ku krawędzi tnącej. Takie przesunięcie wywołało konieczność starszego zajęcia się tą krawędzią i doprowadziło do pewnego rodzaju finezji kątów skrawania.

Na kontynencie Europy przyjęte jest oznaczanie kątów skrawania w płaszczyźnie położonej w kierunku spływania wióra, co najbardziej zgodne będzie z prawdą u wióra płaskiego. Wychodząc z tego założenia trzeba stwierdzić, że np. kąty wiertła krętego, podawane są prawie zawsze w nieodpowiedniej płaszczyźnie, zaś np. prawidłowe ustalenie kątów ostrza wierzchołkowego noży głowicy nożowej, pozwalają na dobre kierowanie wiórem i poprawienie gładkości obróbki. Tak ważna sprawa jak działanie ostrza skośnego, związana jest również z dobrą analizą kątów skrawania.

*Finezją kątomą* trzeba nazwać różnorodność stosowania łysinki (fazki) na ostrzu. We frezach przez czułą zmianę kąta łysinki, chcemy uzyskać pewien stan, powiedzmy równowagi, między zdolnością zagłębiania ostrza, a powinowactwem przyłgowym współpracujących materiałów ostrza i materiału obrabianego. Tego słabego miejsca, spowodowanego dużą wrażliwością łysinki, nie posiada głowica nożowa, która pod wielu względami góruje nad frezem. Ale nie można też zapominać, że głowica w ogóle nie frezuje, nie jest głowicą frezerską lub frezową jak ją często, w zasadzie błędnie, nazywamy. Skrawanie głowicą nożową jest typowym toczeniem, toczeniem przerywanym i stąd wypływają zalety głowicy, jak małe zużycie mocy, możliwość dobrego doboru i prowadzenia wióra. Dziś można mówić o świadomym unikaniu freza walcowego i zastępowaniu go głowicą nożową. Tu należy również sprawa maszynowego zwojowania zwojownikiem na dużą dokładność; bez zastosowania daleko posuniętej finezji kątowej ostrzy zwojownika, nie można liczyć na normalną ilość braków.

Chęć wglądu w życie ostrza prowadzi do zajęcia się zjawiskiem, które można nazwać powinowactwem przyłgowym materiałów. Wszyscy badacze skrawania metali zgodnie uznają, że tarcie gra dużą rolę przy skrawaniu. Sprawę utrudnia okoliczność, że samo fizyczne pojęcie tarcia nie jest zbyt szczęśliwe; pojęcie tarcia jest za bardzo uproszczonym pojęciem, które łączy kilka zjawisk w jedno ogólne. Przy skrawaniu metali główną rolę gra najbardziej oporny rodzaj tarcia, a mianowicie tarcie suche, względnie półsuche. Na przykład duża zmienność współczynnika tarcia suchego jest jedną z przyczyn powodujących drgania w czasie frezowania przecinkowego. Frezowanie przecinkowe, które możnaby tak nazwać w odróżnieniu od frezowania głowicą nożową, jest pod tym względem szczególnie wrażliwe. Zmienność oporów skrawania, powodując drgania, jest przyczyną zmniejszenia gładkości obróbki i skrócenia czasu życia ostrzy freza. Tarcie ostrza zaczynającego skrawać, typowe dla frezowania przecinkowego, powoduje ścieranie się ostrza i prowadzi do konieczności badania współpracy suchej czy półsuchej materiałów pracujących ze sobą pod najwyższymi naciskami jednostkowymi. Współpraca taka zależy od powinowactwa przyłgowego współpracujących materiałów i odpowiada dawno znanym zjawiskom, jak na przykład fakt że miękka stal źle pracuje na również miękkiej stali.

Dwa różne materiały współpracujące w tych samych warunkach, przy tych samych gładkościach po-

wierzchni, takim samym smarowaniu i chłodzeniu przy tych samych naciskach jednostkowych, dopuszczając będą na ogół różne maksymalne szybkości, przy których nastąpi uszkodzenie powierzchni nośnej. Powinowactwo przyłgowe jest zjawiskiem zawilum i zależy od całego szeregu czynników. Większe albo mniejsze powinowactwo przyłgowe jest przyczyną że chromowany czop albo chromowane narzędzie lepiej pracuje niż nie chromowane, że bronz ołowiowy jest lepszym materiałem łożyskowym niż inne brzozy, że ostrza wykonane ze spiekanych węglików wolframu nie nadają się tak do obróbki stali jak z węglików tytanu, albo szczególne zalety odporności na ścieranie spiekanego tantalu w płytkach nożowych *Tantung*, głoszone przez spółczesną reklamę amerykańską.

Do walki z powinowactwem przyłgowym wprowadzane są specjalne smary, nazwane w USA *antimeld* albo *E. P.* przeznaczone do największych nacisków jednostkowych. Dokąd przeciwprzyłgowe własności siarkowanego oleju wykorzystywane były tylko przy obróbce, sprawa badania jego własności, nie zbyt zajmowała techników. Dopiero gdy przemysł samochodowy stwierdził ważność tej sprawy dla jego przekładni hypoidalnych i podobnych, badanie własności przeciwprzyłgowych olei siarkowanych czy chlorowanych z miejsca ruszyło naprzód. Dziś uważa się, że przeciwprzyłgowe działanie tych olei związane jest z chemicznym działaniem aktywnej siarki czy też chloru, przyczem łatwo przejść można do skrajności, tj. spowodować przyspieszenie zużycia się współpracujących części. Zbudowano szereg przyrządów dla próbowania własności przeciwprzyłgowych olei jak przyrządy fabryk *Timken General Motors*, związku *S. A. E.*, jednak wyniki uzyskiwane są często sprzeczne, tak sprzeczne, że firma *Chrysler* użyła wprost cały samochód do przeprowadzania prób.

Technika obróbki szczególnie musi zaciekać fakt, dziś zdaje się bezsporny, że powinowactwo przyłgowe w czasie pracy ostrza zmienia się z szybkością skrawania i to na szczęście przeciwnie niż podają wyniki badań wykonywanych na wspomnianych urządzeniach próbnym. Mianowicie odporność na ścieranie ostrza ze spiekanych węglików rośnie przy dużych szybkościach skrawania. Musi to mieć związek z faktem, że przy dużych szybkościach, zmienia się bardzo stan plastyczny skrawanego wióra, wskutek znacznego wzrostu temperatury. Opory jednostkowe skrawania wg. wielu badaczy wydatnie maleją.

Tu zapewne należy szukać przyczyn, dla których frez skrawający zbyt małym wiórem przypadającym na 1 ząb, szybciej się ściera, niż przy większym wiórze na ząb. To zjawisko nadmiernego ścierania ostrzy freza przy zbyt małym wiórze na ząb, jest może przyczyną już rozpowszechnionego dziś sposobu liczenia warunków frezowania b'orącego pod uwagę wielkości wióra na 1 ząb, a nie posuwu na minutę czy też na obrót freza.

Powinowactwo przyłgowe będzie zapewne przyczyną i ciekawego faktu, stwierdzonego niedawno w Anglii w arsenale *Woolwich*, że w tych samych warunkach, na przyrządzie *Leyensettera* ostrze ze spiekanego stopu wymaga dla skrojenia wiórka tylko

około 75% tej ilości energii, jaką potrzebuje stal szybko tnąca; zaś ostrze dogładzane wymaga ok. 10% mniej energii niż ostrze niedogładzone.

Dążność do zmniejszenia powinowactwa przyłgowego prowadzi również do zwiększenia gładkości ostrza. Zwiększenie gładkości daje zwiększenie życia ostrza przy obróbce drobnymi wiórami. Tylko zwiększenie gładkości ostrza daje możliwość przeniesienia pracy na samą krawędź tnącą, a tym samym pozwala na skrawanie wiórów bardzo cienkich i płaskich. Gładkość ostrza daje oczywiście i odpowiednią gładkość powierzchni obrabianej. Gładkość ostrza wykonanego ze spiekanego stopu umożliwia na przykład frezowanie na gotowo głowicą nożową, bez uprzedniego zdzierania, stali ulepszonych nawet do 30—40 RC, dając zupełnie gładką powierzchnię. Wiórkowanie kół zębatach jest także rodzajem obróbki opartej na zasadzie gładkości ostrza obok działania ostrza skośnego. Ręczny skrobak jest również typowym przykładem dla znaczenia gładkości ostrza.

Powinowactwo przyłgowe tłumaczy także fakt pewnej rehabilitacji węglowej stali narzędziowej. Stal ta, zdyskredytowana przy klasyfikacji stali narzędziowych opartych na założeniach *Taylora*, dziś odzyskuje uznanie, a ta sama myśl prowadzi do nowych amerykańskich stali wysoce odpornych na ścieranie, wysoko węglowo-wanadowych. Bardzo możliwe, że takie ujęcie sprawy da nową dziedzinę pracy dla metalurga. Małe powinowactwo przyłgowe, łatwość uzyskania dużej gładkości ostrza, będą wymagane zapewne w stopniu coraz wyższym od materiałów narzędziowych.

Proste pojęcie jakim wydaje się obrabialność danego materiału także straciło dużo ze swej prostoty. Dużo pracy włożyli badacze skrawania metali dla oznaczania obrabialności materiałów, lecz dopiero nie tak dawno zostało wyraźnie ustalone, że obrabialność nie jest pojęciem jednoznacznie określonym. Dziś trzeba rozróżniać przynajmniej trzy rodzaje obrabialności, zależnie od wymagań jakie wysuniemy na plan pierwszy.

Wymagania te mogą być: 1) możliwie mała ilość mocy potrzebnej do skrawania, 2) uwzględnienie zdolności materiału do ścierania ostrza narzędzia, oraz 3) zdolność materiału do dawania gładkiej obrabianej powierzchni. Według takiego zróżniczkowania stal o małej zawartości węgla będzie dobrze obrabialną według pierwszego, a źle obrabialna według założenia trzeciego; stopy aluminium są dobrze obrabialne według założenia pierwszego, a źle według założenia drugiego.

Wpływ struktury materiału na każdy z tych trzech rodzajów obrabialności jest oddzielnym tematem badań obróbki. Trzeba pamiętać że ostrze skrawa nie materiał o którym mówimy iż obrabiamy go, lecz materiał o strukturze zmienionej, innej, anżeli właściwa struktura całości obrabianego materiału. Można mówić o przygotowaniu materiału do skrawania przez odpowiedni dobór kątów skrawania i szybkość skrawania; dobór warunków skrawania zmienia stan plastyczny materiału w momencie jego skrawania, przez co uzyskać można różne wyniki skrawania. Takie ujęcie sprawy wyklucza możliwość

uznania twardości materiału, wyrażonej na przykład w stopniach Brinella, za ogólnie ważny probierz obrabialności. Zmianą gładkości ostrza i szybkości skrawania możemy wpływać na stopień powinowactwa przyłgowego między obu współpracującymi materiałami.

Uwagi moje na temat znaczenia ostrza w rozwoju skrawania metali, nazwałem może zbyt patetycznie kultem ostrza. Chciałem jednak dość silnie zaznaczyć ważność tego kierunku w badaniach skrawania. Kult ostrza, przez co rozumiem finezję kątów, zwiększanie gładkości ostrza, uwzględnianie powinowactwa przyłgowego, jest jedną z ważnych przyczyn wzrostu jakości i ilości produkcji USA w czasie ostatniej wojny. Uważam, że kult ostrza winien być hasłem na najbliższe lata dla naszych badań nad skrawaniem oraz naszych prac na fabrykach.

Kultura obróbkowa naszych fabryk nie będzie zależać od poprawienia naszej obróbki grubymi wiórami jeszcze o kilkanaście procent, natomiast wybitnie zależać będzie od wprowadzenia kultu ostrza. Poruszyłem szereg tematów, każdy bardzo krótko, aby zestawić możliwie wszystkie zagadnienia, które dziś mają znaczenie dla rozwoju obróbki skrawania. *Taylor* zbudował fundament budowli, fundament dotychczas nie wzruszony. Dziś jednakże przemysł Wschodu i Zachodu budują już może piąte czy szóste piętro tej budowli i mam przekonanie, że i my nie powinniśmy za dużo tracić czasu na badanie tego fundamentu, lecz skupić nasze wysiłki nad budową wyższych pięter. Postępy ostatnich lat w obróbce nie są bezpośrednim następstwem prac *Taylora*, lecz wypływają z pogłębionej analizy pracy ostrza. Metoda *Taylora*, czy też różne przyspieszone metody do *Frencha*, *Van-Dogena*, czy *Kluszyña* włącznie, są oczywiście dla pracy, np. huty, ważnym narzędziem kontroli, jednak nie mogą zastąpić tych korzyści jakie daje kult ostrza. Obok kryterium *Taylora* trzeba będzie więcej stosować kryterium stopienia gładzenia, starcia noża, czy też zmianę dokładności obróbki, kalorymetryczny pomiar z jego wielu możliwościami, pomiar ciepła odprowadzanego przez przedmiot, wiór i narzędzie, albo i przyjęcie pomiaru gładkości mikrogeometrycznej jako kryterium starcia ostrza.

Bez wprowadzenia kultu ostrza nie będzie możliwe dostateczne rozpowszechnienie u nas spiekanych stopów w narzędziach skrawających; bez dostatecznego kultu ostrza skrawającego nie będzie można wprowadzić wielu z nowych metod obróbki skrawaniem. Skrawanie wiórów o przekrojach wynoszących nawet kilkaset milimetrów kwadratowych jak i budowę odpowiednich obrabiarek mamy u nas zupełnie opanowane, natomiast skrawanie wiórów małych aż do przypominających wate, jak i wykonanie koniecznych do tego narzędzi i obrabiarek, znajdują się u nas w stanie mniej niż początkowym.

Tematów dla przeprowadzenia badań, dla dobra naszego przemysłu jest za tym bardzo dużo. Wyliczę ważniejsze: dwustopniowe kąty przyłożenia i natarcia, fazka jej kąt i szerokość, skośne ostrze, ujemny kąt natarcia, rowek wiórowy, kierowanie wiórem, oznaczenie kątów wierzchołkowego ostrza noży głowicy nożowej, mechaniczne mocowanie płytek spiekanych, głowice z nożami oddzielnie ostrzonymi, głowice z nożem gładzącym, jak i badanie smarowania przeciwprzyłgowego. Do stosunku ostrza do przedmiotu należą sprawy tępienia ostrza, ścieranie ostrza i fazki, wpływ współpracujących materiałów ostrza i przedmiotu, sporna zależność między wielkością kąta natarcia i zapotrzebowaniem mocy przy szczytowych szybkościach skrawania, jak i zależność oporu jednostkowego od tychże wysokich szybkości, zwiększanie się odporności ostrza na ścieranie przy dużych szybkościach skrawania, dziwny rozkład ciepła pomiędzy przedmiotem, narzędziem i wiórem przy dużych szybkościach i ujemnym kącie natarcia, wpływ struktury i wielkości ziarna stali na jej obróbkę, mogą być dalszymi tematami naszych badań.

Z pracy tarcz ściernych może najważniejszą sprawą są różnorodne sposoby obciążania tarcz, aż do wygniatania włącznie.

Nie zakładam oczywiście, że zestawienie moje obejmuje wszystkie pożyteczne i ciekawe tematy badań; jednak nie wątpię, że praca zbiorowa i wspólny wysiłek naszych techników potrafią znaleźć najlepszą drogę. Nie wątpię również, że dobre pokierowanie naszymi badaniami skrawania będzie mogło korzystnie wpłynąć i na prawidłowy rozwój konstrukcji naszych obrabiarek.

## SEKCJA WARSZTATOWA SIMP

ZAWIADAMIA, ŻE

## KONFERENCJA POMIAROWA

nie odbędzie się w **maju**, lecz w okresie późniejszym, o czym ukazać się oddzielne ogłoszenia w czasopismach „PRZEGLĄD MECHANICZNY” i „MECHANIK”

# Obróbka ręczna metali i drewna w świetle badań naukowych i jej mechanizacja

Prof. inż. LUDWIK UZAROWICZ  
Szkoła Inżynierska w Warszawie

*Konieczność stworzenia naukowych metod wykonywania pracy. — Analiza poszczególnych czynności wykonywanych w danym zawodzie. — Metody nauczania zawodu. — Metody badania pracy ludzkiej — metoda mikroruchów. — Konieczność szerokiego stosowania przyrządów z napędem mechanicznym, zastępujących pracę ręczną. — Klasyfikacja przyrządów zastępujących pracę ręczną. — Niedostateczne rozpowszechnienie tych przyrządów w Polsce. — Wnioski końcowe.*

## Uwagi wstępne.

Wśród wielu czynników sprzyjających uprzemysłowieniu kraju wysuwa się na czoło człowiek i jego praca, oraz urządzenia techniczne, które powinny być do siebie wzajemnie dostosowane. Jeśli osiągnięcia twórczości pracy mają być możliwie owocne, powinny być oparte na harmonijnym współdziałaniu trójki rodzaju pracy: fizycznej, umysłowej oraz twórczo-badawczej. Pod względem ilościowym wybitnie doniosłym w sensie zaspokojenia potrzeb życia społeczno-gospodarczego jest odłam pracy wykonawczej reprezentowanej przez pracowników fizycznych. W przeszłości dziejowej pracowników fizycznych (rzemieślników), kształciły cechy, które rozciągały opiekę nad swymi członkami. Obecnie obserwujemy zmierzch cechów, a więc i rzemiosła, a natomiast rozkwit przemysłu w oparciu o techniczne metody wytwarzania. Technika, a więc organizacje techniczne z instytutami na czele, mają do spełnienia również misję naukowo-społeczną, stopniowej likwidacji ciężkiej pracy fizycznej, przez opracowanie właściwych metod jej wykonywania, a zwłaszcza tam gdzie można pracę ułatwić, przez zastosowanie przyrządu lub maszyny. O tych zadaniach, jeśli chodzi o pracę fizyczną, o metodach jej badania oraz o jej mechanizacji — chciałbyśmy słów parę nakreślić.

Sięgając do początków techniki, stwierdzamy, że wynikła ona z potrzeb życia w związku z celowymi czynnościami ludzi poszukujących przedmiotów pomocniczych, nadających się do ułatwienia pełnienia codziennych usług, do obrabiania drewna, współczesnych metali, do obrony itp. W ten sposób powstawały różne narzędzia niezbędne do celów codziennego życia. Narzędzia i maszyny oraz wynikające ze sposobów ich użycia metody techniczne w swym wiekowym postępie przyczyniły się do rozwoju cywilizacji ludzkości. Obserwujemy ogromny rozwój środków produkcji. W obecnej dobie w krajach najbardziej uprzemysłowionych powstają linie zmechanizowane obrabiarek do samoczynnej obróbki danej części maszyny, kierowane niemal przez jednostkę, które dotychczas nawet przy produkcji masowej za pomocą szeregowego układu maszyn wymagają obsługi przez grupę złożoną z kilkudziesięciu pracowników o różnym przygotowaniu zawodowym.

## Badanie wykonywanych czynności.

Pomimo tych postępów, jednak tysiące pracowników wykonuje swe czynności zawodowe ręcznie przy mniej lub więcej znacznym wysiłku mięśni ludzkich. Zależnie od rodzaju narzędzia do wykonywania

tych czynności od pracownika wymagane są uzdolnienia ruchowe, które zależą od:

- a. wprawy palców,
- b. wprawy palców i działania przegubów rąk,
- c. ruchów palców, przegubów i przedramion,
- d. skoordynowanych ruchów palców, przegubów przedramion, ramion,
- e. ruchów całego ciała.

W przemyśle wypływa bardzo ważne zagadnienie wyćwiczenia pracownika, które w ramach organizacji produkcji masowej łatwo jest osiągalne, gdyż chodzi tu o opanowanie jednej lub pewnego cyklu pokrewnych czynności. Na podstawie szczegółowej analizy czynności zawodowych w dziedzinie każdego zawodu rozróżniamy czynności podstawowe (główne) i pomocnicze. Czynności główne podstawowe są wykonywane przy wszelkich robotach wchodzących w zakres danego zawodu, natomiast czynności pomocnicze od czasu do czasu występują podczas pracy objętej danym zawodem. Np. w zawodzie ślusarskim do czynności głównych zaliczamy: piłowanie, wiercenie, gwintowanie, trasowanie, mierzenie. W zawodzie kowalskim np. ogrzewanie i dogrzewanie stali, uderzanie młotkiem zaliczamy do czynności głównych, natomiast przecinanie, prostowanie, mierzenie, lutowanie itd. zaliczamy do czynności pomocniczych.

Jeśli poddamy sposoby wykonywania czynności ludzkich badaniu ze stanowiska celowości ruchów, rozkładając je na podstawie zdjęć kinematograficznych, oraz szczegółowych obserwacji na elementy, to jak badania wykazały, pracownicy zawodowi w wielu miejscowościach i krajach wykonywują pewne zawodowe chwyt, ruchy, a nawet zabiegi jednakowo nieracjonalnie, gdyż tradycyjnie przechodzą one błędnie z pokolenia w pokolenie wg. tych samych dawnych metod majstrowskich, a nie na podstawie ścisłe naukowych, tak, że w dziedzinie nauczania zawodowego jesteśmy ciągle starymi praktykami.

Skoro jest mowa o unaukowieniu przemysłu, skoro jest mowa o racjonalizacji metod produkcji, skoro jest mowa o skoordynowaniu wyzyskania wysiłków ludzkich, należy równocześnie zająć się unowocześnieniem metod nauczania zawodu. W tym celu należy skorzystać z osiągnięć licznych badaczy i po sprawdzeniu ich metod opracować własne skrócone metody technicznego nauczania pracy. W ten sposób damy do dyspozycji racjonalne sposoby nauczania licznym rzeszom inżynierów i nauczycieli zawodu, którzy mają obowiązek organizowania i prowa-

dzenia licznych szkół miejskich, przemysłowych, a pośrednio licznych warsztatów pracy, w których pracują setki tysięcy przyuczonych pracowników.

Jakie metody postępowania i jakie podstawy wyściowe mają służyć w pracy badawczej nad zagadnieniem racjonalnych ruchów i czynności ludzkich, eliminacji zbędnych ruchów oraz zagadnieniem mechanizacji czynności dotychczas wykonywanych w sposób ręczny? Na pytanie to można dać w chwili obecnej częściową odpowiedź. Oczywiście warunkiem rozpoczęcia pracy badawczej w tej dziedzinie powinno być dokładne zbadanie obecnego stanu rzeczy.

Na ogół przy nauczaniu zawodowym stosowane są metody:

a. kształcenia pojedynczych czynności, t. zw. metoda przenoszenia. Przy metodzie tej obserwujemy, że podczas wykonywania danej czynności, wyrabiają się samoczynnie inne zdolności, które będą potrzebne przy wykonywaniu nieznanych zabiegów;

b. metoda współzależności, polegająca na tym, że nauka zawodu łączy się w sposób organiczny z nauką przedmiotów teoretycznych i wychowawczych, gdyż chodzi tu o harmonijne wyrobienie rąk, umysłu i charakteru.

Następnie należy sporządzić bilans dotychczasowych wysiłków przez poddanie krytycznej ocenie tego, co się w tej dziedzinie dokonało.

Badając skrupulatnie wysiłki innych krajów, stwierdzamy, że w Związku Radzieckim, w Niemczech (instrukcje D. A. T. SCH), Ameryce, Anglii, Francji, a zwłaszcza jeśli chodzi o zawody zatrudnione w przemyśle metalowo-przetwórczym w Szwajcarii poważny zespół wybitnych pracowników naukowych przeprowadza głębokie studia nad pracą ludzką.

W skali ogólnopaństwowej sprawa jest doniosłej wagi. Umiejętność analizowania pracy ludzkiej i jej organizacji istniała już w starożytności. O podziale pracy wspominają *Arystoteles*, *Platon*. Ze stanowiska ekonomicznych korzyści nowoczesny porządek na podział pracy został sformułowany przez *Adama Smitha*. Współczesne badania pracy ludzkiej zostały zapoczątkowane na parę lat przed I szą wojną europejską przez *Taylora*. Jednak wyraźnie w sposób zdecydowany na zebraniu *Stowarzyszenia Inżynierów Budowy Maszyn* w Ameryce w 1912 r. znany badacz pracy ludzkiej *Gilbreth* przedstawił metodę badania pracy, którą można nazwać metodą mikroruchów. Sposób badania polega na podziale czynności na elementy niepodzielne, które w następstwie zostały nazwane *terbligami* (nazwa powstała później przez odwrócenie nazwiska *Gilbreth*), i poddaniu ich głębszej analizie. Dzięki pracy następnych badaczy, a zwłaszcza dzięki doświadczeniom i badaniom *prof. Ralpa Barnes*a, zagadnienie badania mikroruchów zostało rozwiązane przez stosowanie metody *chronocyklograficznej*, polegającej na tym, że do części ciała, której ruch badamy, przywiązuje się lampkę elektryczną. Za pomocą aparatu filmowego, uruchomionego przez synchroniczny silnik elektryczny, wykonuje się zdjęcie, obrazujące przebieg danej czynności złożonej z mikroruchów. Na podstawie

analizy przeprowadzonych zdjęć chronocyklograficznych łatwo wypośrodkować ruchy znormalizowane, jako udoskonalone ruchy zawodowe, które wpływają na zmianę warunków pracy, narzędzi, materiałów, a częstokroć i kategorii pracowników.

Po znalezieniu najlepszego sposobu wykonywania czynności na podstawie obrazu chronocyklograficznego projektuje się model wykonywania danej czynności w kształcie toru ruchu z drutu. Model taki ma zastosowanie, jako pomoc naukowa, podczas nauczania zawodu. Mając przed oczyma model ruchów, składających się na daną czynność, uczniowie, ucząc się pracy, sprawdzają, czy ruchy wykonywane są zgodne z torem przedstawionym za pomocą modelu. Przy wykonywaniu pracy poza tym, ważnym jest ustalenie właściwej pozycji pracy, zwłaszcza przy wykonywaniu czynności podstawowych danego zawodu.

Zagadnienia te wpływają również na terenie wyższych szkół technicznych w związku z koniecznością prowadzenia zajęć praktycznych w ciągu 4 ch godzin tygodniowo na I-ym kursie w zakładzie obróbki metali i drzewa. Chodzi o to, aby student już w murach uczelni zaznajomił się z charakterystycznymi szczegółami organizacji i produkcji warsztatowej i tym samym wdrażał się do analizy swych prac rysunkowych ze stanowiska poszczególnych zabiegów i faz wykonawczych. Jeśli zestawimy rezultaty osiągnięte przez badaczy pracy ludzkiej, począwszy od *Gilbretha* aż do *prof. Zurichskiej Politechniki* i *dyr. Instytutu w Genewie dr inż. A. Carrarda*, który na podstawie długoletnich badań opracował metody i instrukcje, skrócające naukę czynności zawodowych do 1,5 ÷ 2 miesięcy to przy omawianiu zakresu prac, które mają być objęte instytutami mechaniki, sprawa badania pracy ludzkiej nie tylko nie powinna być pominięta, ale zagadnienie to należałoby otoczyć specjalną opieką.

Nie ulega wątpliwości, że przy zastosowaniu właściwych metod czas dotychczas potrzebny do przyswojenia podstawowych elementów zawodu można znacznie skrócić.

#### Przyrządy z napędem mechanicznym do obróbki ręcznej.

Z drugiej strony wyteżona praca doświadczalna wg. metod naukowych w dziedzinie badania czynności ręcznych przyczyni się do należytej organizacji twórczych i wynalazczych wysiłków, jeśli chodzi o udoskonalanie i tworzenie nowych przyrządów zastępujących lub ułatwiających ręczną pracę ludzką. W dobie obecnej zakres pracy badawczej, a zwłaszcza osiągnięć konstrukcyjnych, jeśli chodzi o ułatwienie ciężkiej pracy fizycznej powinien być głębszy, a wysiłek niepomierne większy i ciągły, gdyż wpływać powinien nie tylko z powodów materialnych — powiększenia wydajności, ale z pobudek społecznych. W ewolucyjnym rozwoju środków produkcji — technika z różnych przyczyn w sposób mniej lub więcej planowy dąży do likwidacji tego, co nazywamy ciężką pracą fizyczną, przesuując ją na przyrząd i maszynę.

Przenośne przyrządy mechaniczne z napędem elektrycznym lub pneumatycznym oszczędzają siły robotnika i zmniejszając czas wykonania, usprawnia-

ją pracę ludzką, a niekiedy zastępują obrabiarkę. W wielu zawodach przyrządy te są powszechnie stosowane i u nas, lecz niektóre czynności dotychczas są wykonywane wyłącznie ręcznie, jakkolwiek przyrządy takie są powszechnie stosowane w krajach bardziej uprzemysłowionych. Wyraźnie odczuwamy brak instytucji, która powinna się zająć prowadzeniem badań pracy ludzkiej i badaniem celowości konstrukcji przenośnych przyrządów do obróbki, ich udoskonaleniem i propagandą ich stosowania.

### Klasyfikacja przyrządów i ich zastosowanie.

Jeśli wziąć za podstawę klasyfikacji przyrządów rodzaje czynności ręcznych, w zakresie obróbki drzewa i metali, to istnieją przenośne przyrządy, których zadaniem jest wykonywanie prawie wszystkich czynności, które do niedawna były wykonywane ręcznie, a więc stosowane są przyrządy przenośne, które wykonują:

1. cięcie i przerywanie metali i drzewa za pomocą nożyc i pił,
2. ścinanie młotkami pneumatycznymi,
3. młotkowanie, ubijanie, uszczelnianie za pomocą młotków pneumatycznych stosowane w kuźniach, odlewniach, konstrukcjach stalowych,
4. wiercenie wiertarkami elektrycznymi i pneumatycznymi, stosowane w górnictwie, przemyśle metalowym i drzewnym,
5. gwintowanie za pomocą gwintownic elektrycznych i gwintownic samootwierających,
6. trasowanie przy współdziałaniu uchwytów elektromagnetycznych,
7. piłowanie za pomocą pilniarek elektrycznych,
8. frezowanie foremników, wytłoczników, skrzynek rdzeniarskich przenośnymi frezarkami elektrycznymi z wałem giętkim,
9. struganie drzewa, wiórkowanie czy cyklinowanie podług strugami elektrycznymi,
10. dłutowanie drzewa dłutami elektrycznymi,
11. szlifowanie metali i drzewa przenośnymi szlifierkami elektrycznymi,
12. polerowanie za pomocą polerek elektrycznych,
13. skrobanie przyłg i przewodnic skrobakami elektrycznymi,
14. mazerowanie albo kostkowanie za pomocą przyrządów elektrycznych,
15. czynności monterskie jak wkręcanie za pomocą wkrętańców elektrycznych,
16. urządzenia do podnoszenia podczas obróbki ręcznej i mechanicznej,
17. malowanie natryskowe.

Wiele z tych przyrządów stało się nieomal niezbędnymi, gdyż częstokroć pewne zadania, ani maszyną, ani pracą ręczną nie mogą być wykonane.

Jednak stwierdzamy, że rozpowszechnienie tych przyrządów w Polsce jest stosunkowo nie duże, a produkcja krajowa obejmuje nieznaczną ilość wzorów. Poza tym niektóre z tych czynności wykonywane są dotychczas prawie wyłącznie ręcznie. Mia-

nowicie nieznanne są rozpowszechnione od wielu lat w krajach bardziej uprzemysłowionych przyrządy przenośne do obróbki drewna, jak piłki, strugi, dłuta elektryczne, które przy odbudowie kraju powinny mieć powszechne zastosowanie.

Niestosowane są skrobaki elektryczne, sygnalizowane w prasie technicznej Związku Radzieckiego w prasie i katalogach amerykańskich i angielskich, ułatwiające i usprawniające wykańczanie przewodnic. Skrobaki mechaniczne z sześcioma szybkościami skrawania w granicach od 450 do 2200 skoków na minutę, których długość waha się od 3-ch do 24 mm, znacznie usprawniają pracę ludzką. Również bardzo mało rozpowszechnione są docieraki mechaniczne oraz prawie wcale nieznanne jest mazerowanie czy kostkowanie za pomocą przyrządu elektrycznego.

Wreszcie należy zwrócić uwagę na przyrządy i urządzenia transportowe, które, zapewniając spokój zwłaszcza dokładnym obrabiarkom przez usunięcie okresowych, gwałtownych uderzeń, zmniejszają przestoje maszyn i niebezpieczeństwo pracy robotników. W fabrykach obsługa miejsca pracy oprócz dużej suwnicy, obejmującej swym zasięgiem całą halę, powinna być zapewniona za pomocą specjalnych dźwigów, powiązanych z konstrukcją poszczególnych obrabiarek i stanowisk. W tej dziedzinie wiele pomysłów konstrukcji dźwigów możnaby zaczerpnąć z techniki montażu zespołów konstrukcyjnych samolotów i samochodów.

Jak dalece przemysł krajów uprzemysłowionych dba o ułatwienie pracy robotnika, świadczy o tym stosowanie specjalnych niewielkich wciągów do podnoszenia przedmiotów nawet o niezbyt dużej wadze podczas montażu, tuszowaniu powierzchni skrobanych, zdejmowaniu i mocowaniu przedmiotów na dokładnych obrabiarkach. Zmniejszenie wysiłku przez ułatwienie pracy tysiącnym rzeszom pracowników fizycznych i usunięcie czynnika nadmiernego zmęczenia, powodującego drżenie rąk, powiększy przede wszystkim dokładność, ale i wydajność ręcznej pracy ludzkiej i pośrednio zmniejszy, a z czasem i usunie zbyt rażące różnice pomiędzy pracą fizyczną i umysłową.

### Wnioski.

W zrozumieniu doniosłości omówionych zagadnień, chciałbym wysunąć dwa dezyderaty:

1. W celu opracowania racjonalnych metod i instrukcji nauczania zawodów metalowych należy jednemu z zakładów dydaktyczno-naukowych powierzyć funkcję badania elementarnych ruchów, składających się na czynności zawodowe w zakresie przemysłu i rzemiosła metalowego, aby po sprawdzeniu osiągnięć innych badaczy w tej dziedzinie, opracować dostosowane do naszych warunków metody i instrukcje, skracające znacznie czas nauczania.

2. W dążeniu do stopniowej likwidacji wyęzowanej pracy ręcznej za pomocą przenośnych mechanicznych przyrządów zakład badań pracy ludzkiej po ich skompletowaniu w porozumieniu z instytutem mechaniki powinien podjąć akcję zbadania celowości konstrukcji istniejących, a niestosowanych przyrządów, opracowania rysunków wykonawczych zbadanych wzorów i instrukcji posługiwania się nimi oraz opracowania planu ich produkcji.



# Działalność naukowo-techniczna Zakładu Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej w latach 1921-1939

Prof. inż. EDMUND OSKA

Politechnika Warszawska

*S. p. Prof. H. Mierzejewski, twórca i organizator Zakładu Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej. — Organizowanie Zakładu w latach 1919—1921. — Wyposażenie Zakładu w obrabiarki i przyrządy pomiarowe. — Działalność techniczna Zakładu w początkowym okresie jego istnienia i wytyczne jego rozwoju. — Program prac naukowo-technicznych przeprowadzanych w Zakładzie. — Zastosowanie po raz pierwszy metody filmowania mikroskopowego do badań procesu tworzenia się wióra i wyniki osiągnięte tą metodą. — Współpraca między przemysłem a Zakładem Obróbki Metali. — Wykaz prac wykonanych w latach 1921—1939.*

Korzystając z okazji pierwszego w Polsce Wyzwolonej Zjazdu pracowników naukowych z dziedziny obrabiarek i obróbki materiałów skrawaniem, chciałbym w krótkim bardzo zarysie podać i przypomnieć o pracach, które zostały wykonane w zakładzie Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej w latach 1921—1939.

Twórcą i organizatorem Zakładu Obróbki Metali był *s. p. prof. H. Mierzejewski*, który z właściwym Mu zapałem prowadził pracę twórczą, ogarniając zarówno dziedzinę nauki, jak i jej zastosowań w życiu przemysłowym. *S. p. prof. Mierzejewski* szedł w swych pracach naukowych dwiema równoległymi drogami: drogą dociekań ściśle teoretycznych, którym oddawał się z niezwykłym zamiłowaniem, dzięki czemu opanowywał całkowicie z tej strony przedmiot swych badań; oraz drogą doświadczalną, w której wykazywał niewyczerpane zasoby inwencji urodzonego eksperymentatora. Równocześnie poszukiwał zawsze możliwości przeniesienia wyników naukowo-badawczych na grunt praktyki technicznej.

Przy organizowaniu Zakładu w latach 1919—1921 przyjęto zasadę, że odpowiednio postawienie nauczania technologicznego jest sprawą pierwszorzędnej wagi. Muszę zaznaczyć, że w tym czasie u nas nie bardzo zdawano sobie sprawę z ważności i potrzeby kształcenia inżynierów technologów. Wychodzono z założenia, że Politechnika powinna raczej kształcić konstruktorów i ten kierunek był dominującym nie tylko u nas, ale częściowo i za granicą. Taki był pogląd nie tylko w sferach przemysłowych, ale nawet i na terenie politechnik. Nauka technologii mechanicznej oparta o gruntowne podstawy naukowe, poparta badaniami teoretycznymi i doświadczalnymi z roku na rok zyskiwała sobie prawo obywatelstwa nie tylko na terenie uczelni, ale i w przemyśle — szczególnie państwowym.

W tym czasie ustalił się pogląd, że właściwym celem pracowni politechnicznej powinno być wykonywanie na miejscu prac dyplomowych o wyższym poziomie, jak również badań, bądź czysto naukowych, bądź też przemysłowo-technicznych.

Zgodzono się jednomyślnie na to, że laboratorium obróbki metali nie może być wzorową wytwórnią pokazową, ani nawet jednostronnie pojmowaną stacją próbowania obrabiarek. Byłoby rzeczą błędną traktować laboratorium jako pracownię metrologiczną na wzór tych jakie istnieją w państwowych zakładach fizyko-technicznych. Ze względu na potrzeby nauczania było, na odwrót, rzeczą pożądaną uwzględnić równomiernie wszystkie dziedziny techniki warsztatowej.

Jak już wspominałem Zakład Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej<sup>1)</sup> powstał w lecie 1919 r. Lokal o powierzchni 360 m<sup>2</sup> już wtedy nie odpowiadał jego potrzebom i pozostał taki sam, aż do chwili zbombardowania go przez Niemców w 1939 r. Zakład był wyposażony w następujące maszyny: tokarkę rewolwerową, automat, szlifierkę precyzyjną, narzędziową i szereg podręcznych obrabiarek. Wszystkie maszyny były starszej konstrukcji, niektóre z nich bardzo zużyte. Do przeprowadzania badań nie nadawały się zupełnie.

Dopiero w latach 1925—27, wyposażenie w obrabiarki uległo pewnej poprawie przez nabycie i dary przemysłu w postaci kilku większych obrabiarek nowoczesnej konstrukcji, aparatów i przyrządów pomiarowych. Na obrabiarkach tych przeprowadzono szereg badań nad skrawalnością metali i prób narzędzi z różnych gatunków stali.

Wyposażenie w zakresie pomiarów precyzyjnych szczęśliwym zbiegiem okoliczności<sup>2)</sup> w okresie organizacyjnym było stosunkowo bogatsze niż wyposażenie w obrabiarki. To było jedną z głównych przyczyn, że w początkowej fazie działalności Zakład mógł od razu rozpocząć pracę dydaktyczną z pomiarów warsztatowych i postawić ćwiczenia laboratoryjne na odpowiednim poziomie. Ćwiczenia z obróbki metali nosiły w tym czasie raczej charakter pokazowy i obliczeniowy. Dopiero po przeprowadzeniu wstępnych prac i otrzymaniu aparatów do badania oporów skrawania, drgań i innych zarówno ćwiczenia jak i badania mechanicznej obróbki metali mogły być uruchomione.

**Działalność techniczna Zakładu.** W początkowym okresie swego istnienia zakład zmuszony był podjąć działalność praktyczną w zakresie wyrobu sprawdzianów, których w kraju systematycznie nie wyrabiano. Zadanie było trudne z powodu braku personelu, maszyn i przyrządów. W tym celu przeprowadzono szereg badań nad dobozem materiałów na sprawdziany, obróbką termiczną, sezonowaniem i ścieralnością. Opracowano metodę produkcji płytek pomiarowych wzorcowych. Zapoczątkowano w ten sposób produkcję sprawdzianów, która następnie została przeniesio-

<sup>1)</sup> *H. Mierzejewski. Zakład Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej, r. 1922.*

<sup>2)</sup> W latach 1919—1921 zawdzięczając rewindykacji maszyn i aparatów z Niemiec po pierwszej wojnie światowej, Zakład Obróbki Metali otrzymał szereg przyrządów i aparatów pomiarowych.

na do nowo utworzonej fabryki sprawdzianów (początkowo do fabryki karabinów). Od pierwszej chwili w zakładzie została zaszczerpiona tradycja odpowiedzialnej pracy, oraz nawiązana została łączność z przemysłem.

Równoległe z tym rozwinął się dział sprawdzeń precyzyjnych. Opracowano szereg metod pomiarowych. Należy nadmienić, że w r. 1922—1923 wykonany został pierwszy w Polsce pomiar długości płytek wzorcowych za pomocą interferencji światła. W pierwszym okresie działalności Zakładu Obróbki Metali (rok 1922) znakomita większość wykonanych w kraju sprawdzianów jak i sprowadzanych z zagranicy, przeszła przez laboratorium pomiarów warszawowych. Był to okres wstępny prac Zakładu Obróbki Metali.

**Wytyczne rozwoju Zakładu Obróbki Metali.** Rozważając w tym czasie kierunki badań naukowo-technicznych, jakie mogłyby być przeprowadzane w Zakładzie Obróbki Metali można je podzielić na następujące grupy:

1. Rozwiązywanie zagadnień z dziedziny metrologii technicznej.
2. Badanie obrabiarek w związku z pracą narzędzia i działaniem mechanizmów.
3. Badania nad obrabialnością metali.

Poza tym należało się zająć: doświadczeniami nad działaniem pewnych urządzeń warsztatowych, lub pewnych mechanizmów, opracowaniem metod technologicznych itp.

- ad. (1) W myśl tych założeń w Zakładzie Obróbki Metali rozszerzono zakres pomiarów precyzyjnych, opracowano metody pomiarowe, udoskonalono przyrządy i zbadano zasady ich działania. Bezpośredni wysiłek był skierowany na wyrób wzorców zasadniczych, jak płytki miernicze, śruby mikrometryczne itp. W tym celu przeprowadzone zostały badania laboratoryjne, które w konsekwencji pozwoliły na opracowanie wstępne procesu technologicznego dla powyższych wyrobów.
- ad. (2) Odnośnie badań obrabiarek w związku z pracą narzędzia i działaniem mechanizmów przyjęto zasadę, że badania mają za zadanie określić przede wszystkim dokładnie sposoby pracy poszczególnych narzędzi i wyznaczyć działające siły. Celem tych badań było dostarczenie pewnych i dokładnych danych konstruktorom wszelkich obrabiarek.
- ad. (3) Trzecia z wymienionych wyżej grup zagadnień, dotyczyła badania obrabialności metali podczas skrawania, przecinania lub wytłaczania.

Od samego początku tych prac zdawano sobie sprawę doskonale z wielkich trudności związanych z rozwiązywaniem tych zagadnień. Gruntowne przygotowanie matematyczno-mechaniczne, a w szczególności przestudiowanie teorii plastyczności, było podstawą prac teoretycznych i praktycznych nad obrabialnością

metali<sup>3)</sup>. Celem tych badań było ściśle matematyczno-fizyczne określenie „obrabierności“ metali i powiązanie jej z klasyczną teorią plastyczności. Cel który do tej pory nie został osiągnięty.

Już w początkowej fazie badań, przeprowadzonych na stosunkowo prostej aparaturze, udało się określić wpływ kąta natarcia na charakter wióra dla kilku gatunków stali. Korzystając z nabytego doświadczenia, do rejestracji procesu tworzenia się wióra, zastosowano po raz pierwszy w badaniach tego rodzaju technikę filmowania mikroskopowego<sup>4)</sup> <sup>5)</sup>. Zastosowanie aparatu kinematograficznego do rejestracji procesu skrawania przez *ś. p. prof. Mierzejewskiego* jest jego niepomiarą zasługą. Film ten pozwalał prześledzić i zbadać szczegółowo przebieg skrawania różnych tworzyw w różnych warunkach. Po raz pierwszy film był demonstrowany na Konferencji SIMP w Radomiu w 1926 r., następnie na konferencji w Poznaniu w 1927 r., na Zjeździe Fizyków Polskich w r. 1928, wreszcie na kongresie międzynarodowym w Kopenhadze w 1928 r. Dopiero w kilka lat później, tj. w r. 1929 był demonstrowany film przebiegu skrawania, wykonany przez japońskiego badacza *Sadaniu Ishii*.

Jako wynik ogólny przytaczam wyciągi z notatki<sup>6)</sup> *ś. p. prof. Mierzejewskiego* o tworzeniu się wiórów różnych metali: „Zdjęcia filmowe miały na celu porównanie z bliska mechanizmu tworzenia się wiórów w zależności od kąta skrawania i rodzaju metalu. W szczególności chodziło o tworzenie się pęknięć i o znaczenie zgniotu metalu. Film ułatwia również stwierdzenie wpływu zmian konstrukcyjnych narzędzia (*Klopstock*)“.

„Badania powyższe pozwoliły stwierdzić, że podczas skrawania metali nawet najbardziej ciągliwych, odkształcenie zachodzi na skutek poślizgów wzdłuż powierzchni oddzielania wióra. Odkształcenia, zachodzące wewnątrz obszaru, stanowiącego wiór, są bardzo małe. Można powiedzieć, że obszar ten zachowuje się jak ciało sztywne“.

„Zgniot odgrywa ważną rolę w zjawisku skrawania metali. Metal, uprzednio zgnieciony na powierzchni, zachowuje się podczas skrawania jak inny metal“.

„Niniejszy film jest doskonałą dokumentacją powyższego faktu. Filmy kinematograficzne powinny być punktem wyjścia do wyznaczania uproszczonych schematów, dotyczących odkształceń metali plastycznych, ponieważ dają nam możliwość porównywania z bardzo dużą dokładnością położenia linii charakterystycznych w polu odkształceń według kolejnych

<sup>3)</sup> *H. Mierzejewski*. Pola naprężeń i odkształceń przy wtlaczaniu płaskiego stempla, *Przegląd Techniczny*, rok 1934, str. 483.

<sup>4)</sup> *Inż. E. Oska*. Badania nad skrawaniem metali, przeprowadzone przez *ś. p. Prof. H. Mierzejewskiego*, *Przegląd Techniczny*, r. 1934, str. 458.

<sup>5)</sup> *Inż. W. Biernawski* i *Inż. A. Stulgiński*. Pomiar oporów skrawania prowadzone przez *ś. p. Prof. H. Mierzejewskiego*, *Przegląd Techniczny*, r. 1934, str. 470.

<sup>6)</sup> *H. Mierzejewski*. Obrabialność metali, *Przegląd Techniczny*, r. 1934, str. 447.

obrazów. W ten sposób można również otrzymywać pola szybkości odkształceń i sprawdzać wartości różnych hipotez, dotyczących zasad teorii plastyczności". Niestety pracy tej nie dane Mu było wykończyć. Wyniki badań ś. p. prof. Mierzejewskiego w razie ich całkowitego doprowadzenia do końca pozwoliłyby na postawienie wniosków, które rzuciłyby napewno niezwykle dużo światła na badane zagadnienie, zarówno ze strony teoretycznej, jak doświadczalnej i podałyby także wskazówki, cenne dla praktyki.

Pomimo nieosiągnięcia celu do jakiego dążył ś. p. prof. Mierzejewski jest niezaprzeczalne, że był On pionierem prac badawczych technologii mechanicznej w Polsce, stworzył szkołę nową, która wykształciła duży zastęp wybitnych inżynierów praktyków i teoretyków. Jego hasło „unaukowania przemysłu“ zostało z entuzjazmem podjęte i zrealizowane przez liczne grono b. współpracowników i młodych inżynierów. Wynikiem tego było to, że powstało szereg laboratoriów fabrycznych — badawczych, zorganizowanych przez duże zakłady przemysłowe, przeważnie państwowe. Badania technologiczne zyskały sobie w ten sposób prawo obywatelstwa.

**Dalszy rozwój Zakładu Obróbki Metali.** Kierunek nadany przez ś. p. prof. Mierzejewskiego nietylko nie został zmieniony, a znacznie rozszerzony i mocniej związany z przemysłem.

Dzięki ściślejszej współpracy w ciągu dziesięciolecia 1929 — 39 z przemysłem i uzyskiwanym z tego źródła dosyć znacznym, — w porównaniu z normalnymi dotacjami władz oświatowych, — środkiem materialnym, można było uzupełnić park obrabiarek przez nabycie nowoczesnych maszyn i przyrządów, jak np. szlifierka okrągła i tokarka szybkoobrotowa z hydraulicznymi napędami, wytaczarka, kilka tokarek, szlifierka do wiertła, nowoczesna rewolwerówka, agregat Ward-Leonarda do prób obrabiarek i inne. Całkowitej modernizacji uległy działy pomiarów warsztatowych, fotografii, urządzone zostały niewielki oddział obróbki cieplnej i kreslarnia dla studentów, wykonujących prace przejściowe i dyplomowe, oraz powiększony został zespół przyrządów pomocniczych do obróbki materiałów przez nabycie oscylografu, przyrządu do działania na powierzchnię gradem kulek, wahadła Herberta i wielu innych przyrządów.

W wyniku tego w latach poprzedzających wojnę ostatnią wyposażenie Zakładu Obróbki Metali stało na równi z najlepiej urządzonymi podobnymi zakładami zagranicznych uczelni.

Zakres prac Zakładu w okresie przedwojennym mógł dzięki tym dotacjom ulec wydatnemu rozszerzeniu, zwłaszcza że ilość personelu zatrudnionego została znacznie powiększona. Umożliwiło to przyjmowanie większej liczby studentów oddziałów technologicznego i uzbrojenia do wykonania prac przejściowych i dyplomowych w Zakładzie, jak również pozwoliło na wykonanie prac naukowych przez personel nauczający Zakładu. Poza tym umożliwiło zwiększenie ilości, odrabiających zwykłe ćwiczenia w Laboratorium Pomiarów Warsztatowych oraz Obróbki Metali I i II.

W 1930 — 31 został znacznie rozszerzony kierunek dokształcania kończących studentów — polegający na wykonywaniu prac badawczych, w których

zainteresowany był przemysł. Wykonanie określonego zagadnienia, ustalonego w porozumieniu z kierownictwem jednego z większych zakładów przemysłowych, pod kierownictwem personelu Zakładu Obróbki Metali, polegało na przeprowadzeniu obserwacji w danym zakładzie, analizie zebranych danych, wysunięciu wniosków i ustaleniu planu wykonania zadanej pracy, przeprowadzeniu koniecznych prób i badań w fabryce i w Zakładzie, i wreszcie — ustaleniu zasad ostatecznego wykonania zadania w praktyce. Prace te dały doskonałe wyniki zarówno dydaktyczne jak i praktyczne dla przemysłu, o czym świadczyło najlepiej stale wzrastające zapotrzebowanie ze strony przemysłu na tego rodzaju dyplomantów. Ilość takich prac w ostatnich latach przed wojną wynosiła przeszło połowę, wykonywanych rocznie w Zakładzie Obróbki Metali (około 30 prac dyplomowych). Młodzi inżynierowie technolodzy przygotowani do pracy twórczej w przemyśle, byli bardzo chętnie angażowani do naszych wytwórni.

Inny rodzaj prac dyplomowych, wykonywanych z powodzeniem w Zakładzie — polegał na wykonywaniu prac badawczych, posilkując się specjalnie do tego celu zaprojektowanymi i wykonywanymi w Zakładzie przyrządami. W wyniku tych prac Zakład był stale zasilany nowymi przyrządami, pozwalającymi na dalsze rozszerzanie zakresu prac.

Jednocześnie, dzięki lepszemu wyposażeniu, można było prowadzić liczne prace, zarówno o charakterze teoretycznym, jak i praktycznym nad skrawaniem, nowymi materiałami na narzędzia jak spiekane węgliki i noże diamentowe, nad obrabialnością, gładkością powierzchni, ścieralnością i t.p.

Prace Zakładu Obróbki Metali z tego czasu cieszyły się uznaniem wśród zainteresowanych, a niektóre z nich, ogłoszone drukiem zostały przełożone na obce języki i wydane w druku z inicjatywy zagranicy.

Niestety Zakład Obróbki Metali wraz z całą dokumentacją wykonanych prac został w czasie bombardowania spalony przez Niemców w 1939 r. Nie pozostało absolutnie nic. Podaję tylko te prace, które zostały ogłoszone drukiem i te które pamiętam.

#### WYKAZ PRAC WYKONANYCH W LATACH 1921—1939

Zaprojektowano i wykonano:

1. Przyrząd i maszynę do docierania płytek wzorcowych.
2. Komparator warsztatowy — dokładność pomiarowa do  $1 \mu$  (wykonano kilka typów).
3. Różne przyrządy pomiarowe.
4. Przyrząd do badania ścieralności.
5. Aparat do badania wiertła.
6. Aparat do badania rozwiertaków.
7. Aparat do badania gwintowników.
8. Przyrządy do badania pilników (dwa typy).
9. Aparaty do badania oporów skrawania (kilka konstrukcji: dźwigniowe, membranowe, hydrauliczne, piezo-elektryczne itp.).
10. Aparat do badania oporów skrawania przy frezowaniu.
11. Aparat do badania gładkości powierzchni (2 konstrukcje).
12. Aparat do badania ścieralności.

Poza tym wykonano szereg przyrządów i aparatów pomocniczych. Przeprowadzono badania:

1. Badania nad przecinaniem piłą bezzębną.
2. Badania nad wyznaczeniem optymalnych warunków skrawania dla stali wysokostopowych.
3. Badania nad skrawaniem spiekanyimi węglnikami i stalami szybko tnącymi.
4. Badania narzędzi ze spiekanych węglków wyrobu krajowego.
5. Wpływ kształtu geometrycznego noża tokarskiego na przekrój skrawania.
6. Wpływ kształtu geometrycznego freza na przebieg frezowania.
7. Zachowanie się stali przy tłoczeniu na gorąco.
8. Tłoczenie tulejek mosiężnych metodą *Hookera*.
9. Badania gładkości powierzchni skrawanych nożami ze

stali szybko tnących, spiekanych węglków i diamentem.

10. Prace badawcze nad sezonowaniem.
  11. Tłoczenie mas plastycznych.
  12. Analiza pracy obrabiarek wyrobu krajowego.
  13. Porównania wydajności pracy różnych obrabiarek.
  14. Badania cieczy chłodzących.
  15. Porównania pracy gwintowników różnego pochodzenia.
  16. Porównania pracy pilników.
  17. Badania wiertel krętych krajowego wyrobu.
  18. Badania naprężeń przedmiotów hartowanych.
- Poza tym zbadano i ustalono optymalne warunki pracy dla różnego rodzaju narzędzi skrawających.
- Opracowano kilka tematów z dziedziny organizacji różnego rodzaju warsztatów mechanicznych i planów produkcyjnych.

## Wpływ jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej na uproszczenie i zwiększenie dokładności wzorów obróbkowych

Prof. inż. WITOLD BIERNAWSKI  
Akademia Górniczo-Hutnicza

*Złożoność zależności między wielkościami występującymi w procesie skrawania. — Konieczność upraszczania wzorów, wyrażających te zależności i wynikające stąd niedokładności. — Poszukiwanie wielkości, które upraszczając te zależności, czynią je bardziej dokładnymi i wolnymi od ograniczeń. — Jednostkowa długość czynnej krawędzi tnącej. — Geometria noża tokarskiego. — Geometria warstwy skrawanej i długości czynnej krawędzi tnącej. — Najczęściej stosowane wzory wyznaczające opór właściwy skrawania i szybkość godzinową skrawania i odchylenia opartych na nich obliczeń od wyników doświadczalnych. — Wzory wyznaczające opór właściwy skrawania i szybkość godzinową skrawania w zależności od jednostkowej długości krawędzi tnącej.*

Zależności między wielkościami występującymi w procesie skrawania są zazwyczaj bardzo złożone ze względu na charakter fizyczny tego procesu, na występujące w nim skomplikowane zjawiska kinematyczne i dynamiczne.

Wzory stosowane w praktyce warsztatowej, przedstawiające najważniejsze zależności między z jednej strony oporem właściwym skrawania, szybkością godzinową skrawania, okresem trwałości ostrza, wydajnością narzędzia, wydajnością obrabiarki, czasem maszynowym i z drugiej strony cechami fizycznymi materiału skrawanego, materiału narzędzia, warunkami skrawania, cechami geometrycznymi narzędzia itp. muszą z konieczności być upraszczane i ograniczane pewnymi wielkościami stałymi.

Wykresy sporządzane na podstawie tych wzorów, będące w użytku kalkulatora fabrycznego, są oczywiście obciążone wszystkimi błędami, wynikającymi z tych uproszczeń i ograniczeń. Mimo dość znacznych dopuszczalnych odchyłek od zasadniczych wielkości obróbkowych, dochodzących do  $\pm 10\%$ , błędy wynikające z pewnych uproszczeń i pewnych ograniczeń często przekraczają  $10\%$ . Znaczące błędy występują na przykład przy obliczaniu oporu właściwego skrawania  $k_s$  (a więc siły skrawania i mocy), lub przy obliczaniu szybkości godzinowej skrawania  $v_{10}$  dla danego materiału skrawanego w zależności od przekroju poprzecznego warstwy skrawanej  $F$ , jeżeli nie uwzględnia się kształtu tej warstwy, który jest

uzależniony od posuwu  $p$ , głębokości skrawania  $g$ , kąta przystawienia  $\alpha$ , kąta wierzchołkowego  $\epsilon$ , promienia zaokrąglenia krawędzi tnącej  $r$ , kąta skrawania  $\delta$ , kąta nachylenia krawędzi tnącej  $\lambda$  i promienia krzywizny powierzchni natarcia  $R$ . Wyżej wymienione względy skłaniają nas do poszukiwania takich wielkości, które upraszczając zależności między wielkościami obróbkowymi czyniłyby je bardziej dokładnymi, bardziej wszechstronnymi i wyzwolonymi z ograniczeń.

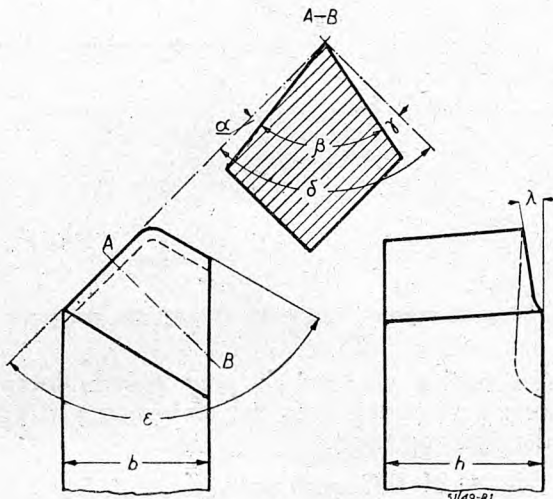
Te nowe wielkości winny nie tylko odpowiadać wymogom matematycznym, ale również winny posiadać sens fizyczny.

Taką wielkością jest jednostkowa długość czynnej krawędzi tnącej —  $j$ . Jednostkową długością czynnej krawędzi tnącej  $j$  nazywamy wielkość wyrażającą się stosunkiem długości czynnej krawędzi tnącej  $l_k$  do przekroju poprzecznego warstwy skrawanej  $F$

$$j = \frac{l_k}{F} \left[ \frac{mm}{mm^2} \right] \dots \dots \dots (1)$$

czyli jest to długość czynnej krawędzi tnącej w mm przypadająca na  $1 \text{ mm}^2$  powierzchni poprzecznego przekroju warstwy skrawanej. Długością czynnej krawędzi tnącej  $l_k$  nazywamy długość krawędzi tnącej będącej w zetknięciu z materiałem skrawanym. Takie ujęcie wielkości  $j$  przemawia do wyobraźni tym bar-

dziej, że przedstawia wielkość  $l_h$  w odniesieniu do jednostki pola, analogicznie do ciśnienia, do oporu właściwego skrawania, do wytrzymałości na rozrywanie, na ściskanie, na gięcie itp.

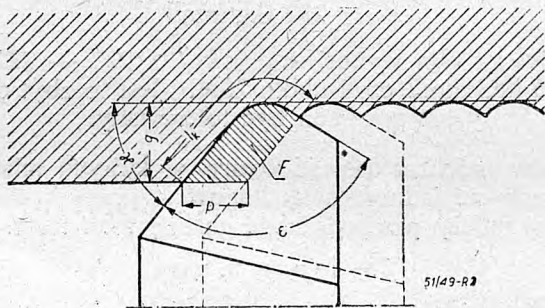


Rys. 1. Geometria noża tokarskiego.

Badacze niemieccy (1), a za nimi Amerykanie (2) wprowadzili wielkość będącą odwrotnością  $1/j$  (Niemcy  $m = \frac{1}{j}$ , Amerykanie  $T \frac{1}{j}$ ), która przedstawia

średnią grubość warstwy skrawanej. Wielkość  $j$  w zakresie praktycznych wielkości  $p, g, r, \lambda, \epsilon$ , zawiera się przeważnie w granicach  $100 > j > 1$ , a zatem wyraża się liczbami całkowitymi, podczas gdy  $m$  lub  $T$  wyrażają się liczbami ułamkowymi.

W celu zrozumienia dlaczego i w jakim stopniu wielkość  $j$  spełnia warunki omówione na wstępie, należy zbadać od jakich wielkości obróbkowych zależy czynna długość krawędzi tnącej  $l_h$  oraz pole poprzecznego przekroju warstwy skrawanej  $F$ .



Rys. 2. Geometria warstwy skrawanej  $F$  i długości czynnej krawędzi tnącej  $l_h$ .

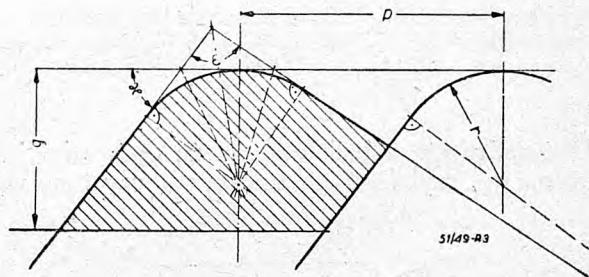
Przyjmijmy następujące oznaczenia wielkości występujących w geometrii noża tokarskiego, rys. 1, oraz warstwy skrawanej, rys. 2. Jak wynika z obu rysunków długość czynnej krawędzi tnącej  $l_h$  jest funkcją następujących wielkości geometrycznych warstwy skrawanej i noża tokarskiego:

$$l_h = f(p, g, \lambda, \epsilon, \delta, \lambda, r, R)$$

podobnie

$$F = f(p, g, \lambda, \epsilon, r)$$

Nie przeprowadzając tutaj odnośnej analizy (3, 4, 5) wpływu wielkości  $\delta, \lambda, R$  na  $l_h$ , stwierdzić należy, że



Rys. 3. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 1.

wpływ tych wielkości może być pominięty, pozostaną zatem zależności:

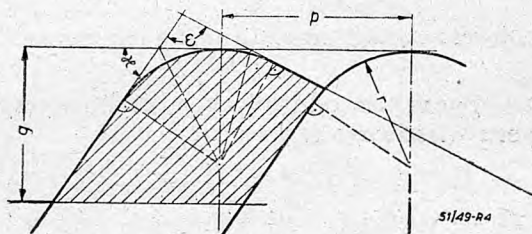
$$l_h = f(p, g, \lambda, \epsilon, r) \quad (2)$$

$$F = f(p, g, \lambda, \epsilon, r) \quad (3)$$

wobec czego

$$j = \frac{l_h}{F} = f(p, g, \lambda, \epsilon, r) \quad (4)$$

Z powyższego wynika, że jednostkowa długość czynnej krawędzi tnącej  $j$  może być parametrem, charakteryzującym kształt warstwy skrawanej, zastępującym łączny wpływ czynników  $p, g, \lambda, \epsilon, r$ . Analizując ilość możliwych wypadków kształtu poprzecznego przekroju warstwy skrawanej spotykanych w praktyce warsztatowej, dochodzimy do wniosku, że jest ich sześć: 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4, przedstawionych na rysunkach 3, 4, 5, 6, 7, 8, a wzory odnośne i warunki skrawania na tablicy 1. Spośród tych sześciu



Rys. 4. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 2a.

wypadków najczęściej występują 3a i 3b (przypadki, które można było oznaczyć 1b i 4b, analogicznie do 2b i 3b trafiają się w praktyce warsztatowej niezmiernie rzadko).

W celu wyznaczenia oporu właściwego skrawania  $k_s$  lub siły obwodowej  $P$ , szybkości godzinowej skrawania  $v_{60}$ , mocy skrawania  $N_u$ , czasu maszynowego  $t_m$ , wydajności narzędzia  $Q_{60}$ , wydajności obrabarki  $Q_{obr}$ , trwałości ostrza  $T$  — najczęściej stosujemy wzory, w których czynnikiem zmiennym przy in-

nych stałych jest poprzeczny przekrój warstwy skrawanej  $F$ , jak na przykład:

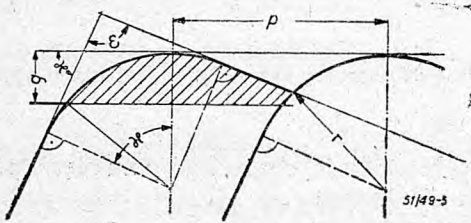
$$k_s = \frac{\rho_r \cdot R_r}{F^e} = \frac{\rho_H \cdot H_B}{F^e} \left[ \frac{kG}{mm^2} \right]$$

lub

$$v_{60} = \frac{A_r}{R_r \cdot F^k} = \frac{A_H}{H_B \cdot F^k} \left[ \frac{m}{min} \right]$$

itd.

Doświadczenie jednak poucza, że opór właściwy skrawania  $k_s$ , szybkość godzinowa  $v_{60}$ , czy inne wy-

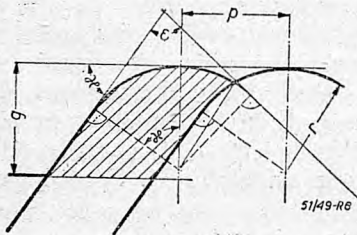


Rys. 5. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 2b.

mienione wyżej wielkości zależą nie tylko od wielkości pola poprzecznego przekroju warstwy skrawanej, lecz również od kształtu tej warstwy, a więc od stosunku

$$m = \frac{g}{p}$$

od promienia zaokrąglenia krawędzi tnącej  $r$ , od ką-

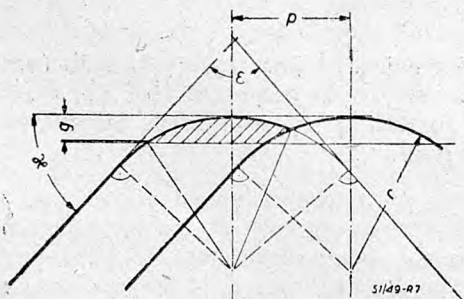


Rys. 6. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 3a

tów  $\alpha$  i  $\varepsilon$ , poza tym od kątów  $\alpha$ ,  $\gamma$ , czyli na przykład dla oporu właściwego skrawania:

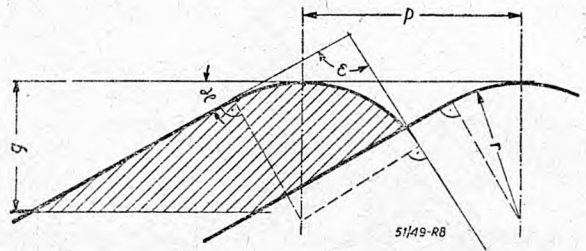
$$k_s = f(M, p, g, r, \alpha, \varepsilon, \gamma, v),$$

gdzie  $M$  — wielkość uzależniona od rodzaju i wytrzymałości na rozzerwanie danego materiału, a ką-



Rys. 7. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 3b.

$\alpha$ ,  $\varepsilon$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$ , optymalne w zależności od  $M$ ,  $v$  — szybkość, której wpływ na opór właściwy występuje dopiero po przekroczeniu tak zwanej szybkości krytycznej  $v_k$ , osiągalnej przy skrawaniu spiekanyimi stopami.



Rys. 8. Długość czynnej krawędzi tnącej dla przypadku 4.

Poszczególne wartości  $k_s$  przy stałym iloczynie  $p \cdot g$  oraz przy pozostałych stałych wynoszą na przykład dla stali węglowej

$$\begin{aligned} R_r &= 50 \text{ [kG/mm}^2\text{]} \text{ przy} \\ p &= 0,45 \text{ [mm/obr]} \\ g &= 2,25 \text{ [mm]}, \\ m &= 5, \\ F &= 1 \text{ [mm}^2\text{]} \\ r &= 2 \text{ [mm]}, \\ k_{s1} &= 242 \text{ [kG/mm}^2\text{]} \end{aligned}$$

natomiast przy:

$$\begin{aligned} p &= 0,2 \text{ [mm/obr]} \\ g &= 5 \text{ [mm]}, \\ m &= 25, \\ F &= 1 \text{ [mm}^2\text{]}, \\ r &= 2 \text{ [mm]} \\ k_{s2} &= 278 \text{ [kG/mm}^2\text{]} \end{aligned}$$

Jeżeli w dodatku zmieni się  $r$  na przykład z  $r=2$  mm na  $r=0,5$  mm, wówczas przy  $m=5$  opór właściwy skrawania wynosić będzie:

$$k_{s3} = 232 \text{ [kG/mm}^2\text{]}$$

różnica za tym wynosi  $k_{s2} - k_{s3} = 278 - 232 = 46 \text{ [kG/mm}^2\text{]}$  czyli około 20%. Jest to zbyt duży błąd, który nie powinien być tolerowany.

Aby móc zastosować wzory, w których miałyby występować jednostkowa długość czynnej krawędzi tnącej, należy przeprowadzić analizę zależności:

$$j = f(p, g, \alpha, \varepsilon, r)$$

i porównać z tymi funkcjami, w których występują te same parametry  $p$ ,  $g$ ,  $\alpha$ ,  $\varepsilon$ ,  $r$ .

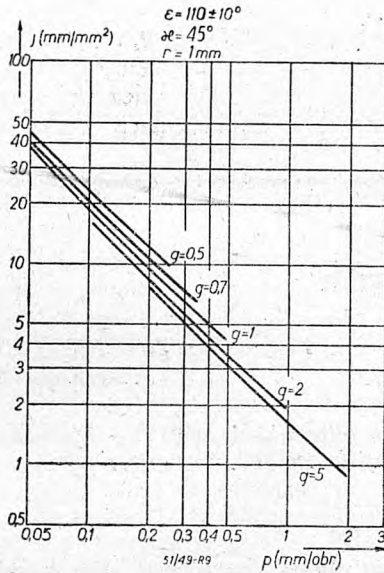
Weźmy na przykład funkcję:

$$k_s = f(p, g, \alpha, \varepsilon, r, M, \alpha, \gamma, v)$$

Doświadczenie poucza, że ze wzrostem  $p$ , przy pozostałych stałych opór właściwy skrawania  $k$  maleje. To samo występuje przy wzroście  $g$ . Wzrost  $r$  powoduje wzrost oporu właściwego skrawania. Biorąc obecnie wykresy

$$j = f(p, g, r, \alpha, \varepsilon)$$

widzimy, że ze wzrostem  $p$  i  $g \rightarrow j$  maleje, natomiast ze wzrostem  $r \rightarrow j$  rośnie. Wartości kątów  $\alpha$  i  $\epsilon$  przyjmuje się optymalne w zależności od rodzaju materiału skrawanego i typu noża.

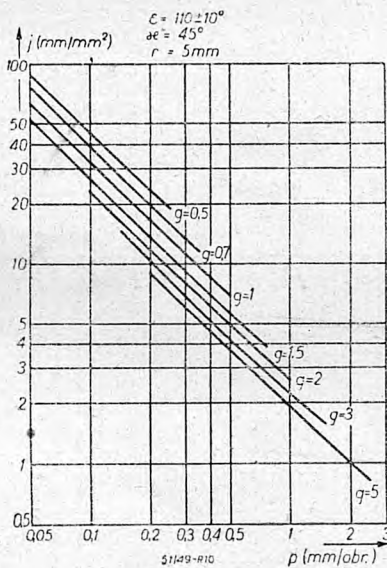


Rys. 9 Zależność jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej od posuwu  $p$  [mm/obr.] i od głębokości skrawania  $g$  [mm] przy  $r = 1$  mm,  $\epsilon = 110 \pm 10^\circ$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

Doświadczenia przeprowadzone nad zależnością

$$k_s = f(j)$$

dają możliwość skonstruowania linii prostych w podwójnej siatce logarymicznej, interpolowanych między punktami dla  $k_s$  przy dowolnym  $p, g, r$ . Należy jed-



Rys. 10. Zależność jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej od posuwu  $p$  [mm/obr.] i od głębokości skrawania  $g$  [mm] przy  $r = 5$  mm,  $\epsilon = 110 \pm 10^\circ$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

nak pamiętać, że celem uniknięcia zbyt dużego rozsiewu punktów, należy dobrać wartości na  $p, g$  i  $r$  spotykane na warsztacie:

stosunek  $m = \frac{g}{p}$  powinien mieścić się w granicach od  $3 \div 25, r$  od 0,5 do 10.

Tablica I.

Zestawienie wzorów na długość czynnej krawędzi tnącej przy różnych kształtach przekroju warstwy skrawanej

Przyp	Rzeczywista długość czynnej krawędzi tnącej ( $\lambda = 0^\circ, \delta = 90^\circ$ )
1	$l_k = \frac{g - r(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} + r\pi \frac{180 - \epsilon}{180} + \frac{p \sin \alpha - r(1 + \cos \epsilon)}{\sin \epsilon}$
2a	$l_k = \frac{g - r(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} + r\pi \frac{180 - \epsilon}{180} + r \left[ \frac{\sin(\alpha + \epsilon) - \cos(\alpha + \epsilon) - \arcsin \frac{r - p \sin(\alpha + \epsilon)}{r}}{\cos(\alpha + \epsilon)} \right] - p$
2b	$l_k = r\pi \frac{180 + \arccos \frac{r - g}{r} - \alpha - \epsilon}{180} + r \left[ \frac{\sin(\alpha + \epsilon) - \cos(\alpha + \epsilon) - \arcsin \frac{r - p \sin(\alpha + \epsilon)}{r}}{\cos(\alpha + \epsilon)} \right] - p$
3a	$l_k = \frac{g - r(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} + r\pi \frac{\alpha + \arcsin \frac{p}{2r}}{180}$
3b	$l_k = r\pi \frac{\arccos \frac{r - g}{r} + \arcsin \frac{p}{2r}}{180}$
4	$l_k = \frac{g - r(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} + r\pi \frac{90 - \arcsin \frac{r - p \sin \alpha}{r}}{180}$

Na podstawie wykresów sporządzamy wzory na przykład dla

$$k_s = f(j)$$

$$k_s = A \cdot R_r \cdot j^q \left[ \frac{kG}{mm^2} \right]$$

gdzie  $A$  — współczynnik zależny od rodzaju materiału skrawanego oraz kątów noża  $\alpha, \epsilon, \delta$ ; na przykład dla stali węglowej

$$k_s = 2,38 \cdot R_r \cdot j^{0,24}$$

dla żeliwa

$$k_s = 0,59 \cdot H_B \cdot j^{0,24}$$

Podobnie dla  $v_{60} = f(j)$

$$v_{60} = \frac{B}{R_r^u} \cdot j^w$$

na przykład dla stali węglowej

$$v_{60} = \frac{800}{R_r} \cdot j^{0,65}$$

dla żeliwa

$$v_{60} = \frac{85100}{H_B^{1,7}} \cdot j^{0,4}$$

Inne wielkości, jak moc skrawania  $N_s$ , wydajność narzędzi  $Q_{60}$ , wydajność obrabiarki  $Q_{obr}$ , okres trwałości ostrza  $T$  itd., jako pochodne lub ściśle związane z  $k_s$  i  $v_{60}$  również dają się przedstawić w sposób zupełnie prosty jako funkcje  $j$ . Wprowadzając zatem do wzorów obróbkowych wielkość  $j$  uzyskujemy

większą dokładność wyników obliczeniowych, nie komplikujemy samych wzorów, a po sporządzeniu odpowiednich wykresów na

$$j = f(p, g, r, \lambda, \epsilon)$$

dla dowolnych parametrów  $p, g, r$  i ustalonych optymalnych parametrów  $\lambda$  i  $\epsilon$  możemy obliczyć, względnie z odnośnych wykresów odczytać, odpowiednie wielkości potrzebne do kalkulacji warsztatowej.

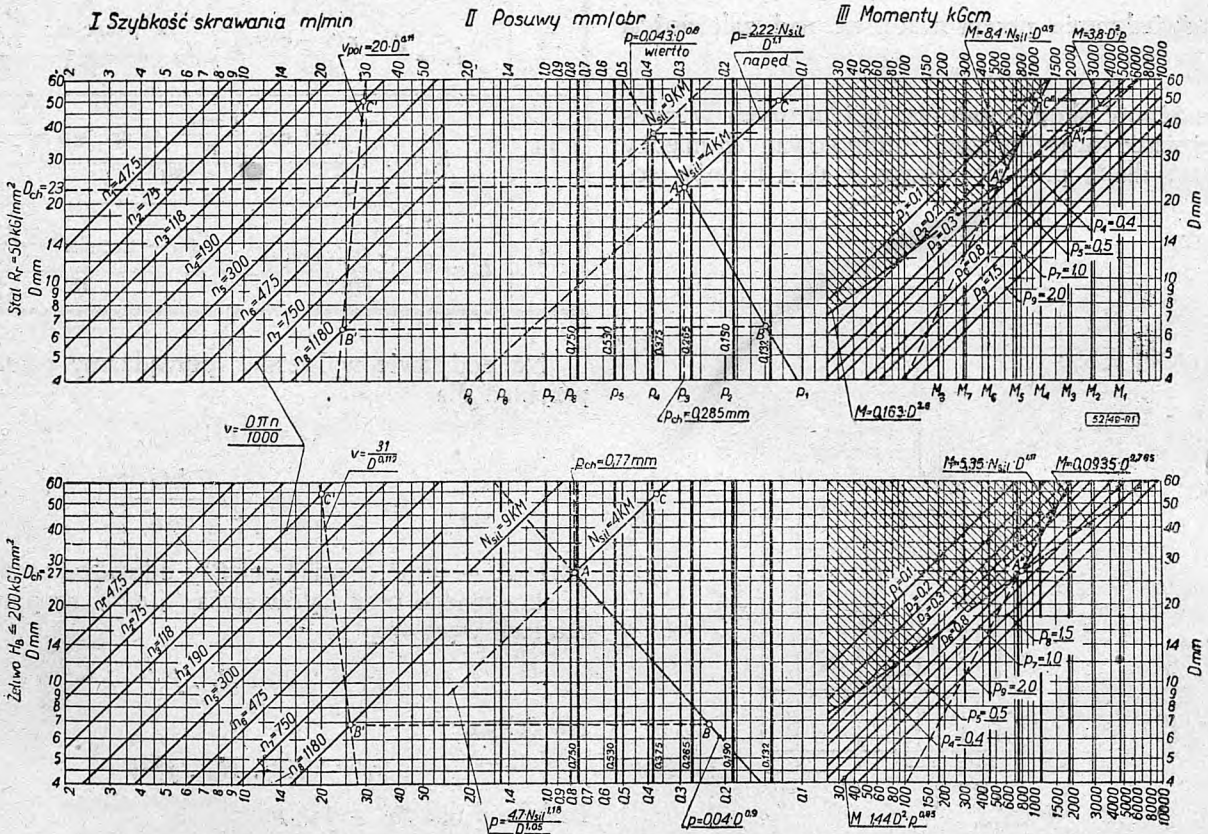
## Założenia wytyczne konstrukcji obrabiarek

Prof. dr inż. EUGENIUSZ KUCZYŃSKI  
Politechnika Wrocławska

Podstawowe wytyczne konstrukcji obrabiarek. — Przykład obliczenia wiertarki do metali. — Wykonanie wykresu dla stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$ . — Wykonanie wykresu dla żeliwa o twardości do  $200 H_B$ . — Analiza wykresu dla stali. — Analiza wykresu dla żeliwa. — Wnioski.

Jednym z warunków, jakim powinna odpowiadać dobrze obliczona obrabiarka, jest możliwość wykorzystania zarówno narzędzia, jak i obrabiarki i to w możliwie jak największym zakresie.

projektowany zakres okazuje się albo nieodpowiedni, albo zbyt ciasny lub za szeroki, tak że w rezultacie powstaje kompromis między możliwością wykorzystania obrabiarki a narzędzia.



Rys. 1. Wykres zakresu pracy wiertarki

Obliczenia rachunkowe stosowane normalnie — nie dają jasnego obrazu zakresu pracy projektowanej obrabiarki. Bardzo często po ustaleniu zasadniczych danych technicznych, jak: obroty, posuwy i moc,

Graficzna analiza daje możliwość dokładnego ustalenia zakresu pracy obrabiarki — a polega ona na wykonaniu odpowiedniego wykresu na podstawie wzorów określających warunki pracy osobno narzę-



dzia, a osobno obrabiarki. Dla każdego rodzaju obrabiarki wykres ten będzie inny, dlatego sposób analizy najlepiej wyjaśnić na przykładach.

#### Przykład obliczenia wiertarki do metali.

Do wykonania załączonego (Rys. 1) wykresu zostały użyte wzory ustalone przez autora (oznaczenie wzorów  $K$ ) na podstawie danych technicznych *Stocka* i jego wykresu (*Stock Zeitschrift* 1931 zeszyt 2) dla wiertła ze stali wolframowej. Za podstawę analizy przyjęto wiertarkę słupową firmy *Hille-Werke* Dresden, model MII/V.S. o następujących danych technicznych:

8 stopni przełożenia o obrotach (PN)

$$n_1 \dots n_8 = 47,5 - 75 - 118 - 190 - 300 - 475 - 750 - 1180 \text{ obr/min.}$$

Napęd normalny z silnika elektrycznego 4 KM, 1400 obr/min z ewent. możliwością zastosowania silnika 2-biegowego 710 ÷ 1400 obr/min. Wówczas liczba stopni podwaja się, a obroty wynoszą od 23,6 do 1180 obr/min.

Wiertarka posiada 9 posuwów: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 mm/obr.

Dla większej wydajności wiertarki może być również zastosowany silnik 9 KM.

Maks. średnica wiercenia w stali St 60,11 do 40 mm, w żeliwie Ge 18,91 do 55 mm.

Wykonanie wykresu dla stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$ .

W pierwszym polu został rozwiązany związek między obrotami wrzeciona a szybkością skrawania

$$v = \frac{D \pi n}{1000} \text{ m/min} \quad (1)$$

(wg  $v$  i  $D$ )

oraz wzór ( $K$ ) na poleconą szybkość skrawania  $v_{pol}$  dla wiercenia wymienionej stali, a to

$$v_{pol} = 20 D^{0,11} \text{ m/min} \quad (2)$$

Wzór ten zgadza się również ze wzorami wyprowadzonymi i stosowanymi w ZSRR. Wg *Reznikowa* (dla stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$ ) istnieje związek

$$v = \frac{9,3 D^{0,4}}{T^{0,2} p^{0,5}} \text{ m/min} \quad (3)$$

gdzie  $T$  oznacza czas trwałości wiertła.

Przyjąwszy czas trwałości  $T = 60'$  oraz podstawiając za  $p$  wartość wg wzoru ( $K$ ) z danych *Stocka* dla wymienionej stali

$$p = 0,043 D^{0,6} \text{ mm/obr} \quad (4)$$

otrzyma się wzór prawie identyczny z wzorem (2), a to:

$$v = 19,7 \cdot D^{0,1} \text{ m/min}$$

Podobny wzór na posuw w stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$  podany przez *Gypromasz* 1926, a to:  $p = 0,04 D^{0,6}$  daje za niskie wartości. Oba wzory tj. (2) i powyższy są ważne dla wiertła  $D = 5 \div 50 \text{ mm}$ .

Przecięcie się linii obrotów  $n$  z linią  $v_{pol}$  daje graniczne średnice wiertła, jakie możnaby na danej wiertarce stosować ze względu na liczbę obrotów (punkty  $B'$  i  $C'$ ).

W polu II rozwiązano wg  $p$  i  $D$  następujące związki: wzór (4) poprzednio podany, dający związek między średnicą wiertła a poleconym posuwem, oraz wzór ( $K$ ) na wielkość posuwu, wobec którego moc na wrzecionie jest w pełni wykorzystana, a to:

$$p = \frac{2,22 N_{sil}}{D^{1,1}} \text{ mm/obr} \quad (5)$$

$N_{sil}$  przyjęto w wykresie wg danych wiertarki *Hille* tj. 4 KM.

Wzór (5) wyprowadzono następująco: wielkość momentu zapotrzebowanego na wiercenie stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$  wyraża się wzorem ( $K$ ) wyprowadzonym z wykresu *Stocka*:

$$M = 3,8 D^3 p \text{ kGcm} \quad (6)$$

dla  $D$  i  $p$  w mm. Wzór ten zgodny jest z wartościami wykresu *Stock'a* a zbliżony do wzoru sowieckiego (*Krywouchow*) dla stali  $R_r = 40 \div 60 \text{ kG/mm}^2$  a to:  $M = 2,53 D^3 p^{0,83} \text{ kGcm}$ , posiada zaś tę dogodność, że jest prosty w użyciu, gdyż oba wykładniki są liczbami całkowitymi. O ile wzór (6) porównać ze wzorem na wielkość momentu na wrzecionie:

$$M_{obr} = \frac{71620 N_{sil} \cdot \eta}{n} \text{ kGcm,}$$

a liczbę obrotów  $n$  obliczyć ze wzoru (2), tj.:

$$20 \cdot D^{0,11} = \frac{D \pi n}{1000}$$

tj.

$$n = \frac{6360}{D^{0,89}} \text{ obr/min}$$

otrzyma się wzór (5) z tym, że przyjęto średnio  $\eta = 0,75$ .

Obie linie, tj. dla równania (4) i równania (5) przecinają się w punkcie  $A$ . Współrzędne tego punktu podają maksymalną średnicę i maksymalny posuw dla wiercenia stali  $R_r = 50 \text{ kG/mm}^2$ . Dla tej średnicy i tego posuwu zarówno wiertło jak i moc na wrzecionie są równocześnie w pełni wykorzystane. Odcinek  $AB$  daje tylko wykorzystanie wiertła,  $AC$  tylko wykorzystanie mocy na wrzecionie. Punkty  $BC$  w polu drugim odpowiadają punktom  $B'$  i  $C'$  z pola pierwszego.

Posuwy jakimi wiertarka rozporządza zostały wykreślone liniami grubszymi i oznaczone przez  $p_{1 \div 9}$ .

W polu 3-cim rozwiązano wg  $M$  i  $D$  następujące związki:

1) moment zapotrzebowany podczas wiercenia omawianej stali wg wzoru (6). Wzór ten rozwiązano w wykresie podstawiając za  $p$  wielkości posuwów, jakimi wiertarka rozporządza.

2) wzór ( $K$ ) na wielkość momentu dopuszczalnego ze względu na wytrzymałość wiertła, czyli tzw. momentu użytkowego:

$$M = 0,163 D^{2,6} \text{ kGcm} \quad (7)$$

Wzór powyższy powstał przez podstawienie we wzorze (6) wartości na posuw  $p$  wg wzoru (4). Zauważyć przy tym należy, że w *Stock Zeitschrift* 1931 zeszyt 2 str. 30 podano wzór na moment użytkowy

$M = 0,16 D^{2,7}$  kGcm, a więc bardzo zbliżony do wzoru (7).

3) Wzór ( $K$ ), podający wielkość momentu dopuszczalnego na wrzecionie ze względu na moc napędu:

$$M = 8,4 N_{sil} \cdot D^{0,9} \text{ kGcm} \quad (8)$$

Wzór ten powstał przez podstawienie wartości na posuw wg. wzoru (5) do wzoru (6). Obie linie wg. wzoru (7) i (8) przecinają się w punkcie  $A''$  odpowiadającemu punktowi  $A$  z pola 2-giego.

Dla porównania wykreślono w polu 3-cim momenty na wrzecionie ze względu na moc i liczbę obrotów, a to

$$M = \frac{71620 N_{sil} \cdot \eta}{n_{1 \div 8}} \text{ kGcm} \quad (\eta = 0,75)$$

Wykonanie wykresu dla żeliwa jest podobne jak i dla stali.

Wykonanie wykresu dla żeliwa (Ge 12,91 — 18,91 do 200  $H_b$ ).

W pierwszym polu rozwiązano równanie

$$v = \frac{D \pi n}{1000} \text{ m/min,}$$

dla tych samych obrotów jak poprzednio, oraz wzór na szybkość poleconą ( $K$ ) wyprowadzony na podstawie danych z wykresu i tablicy *Stocka* dla żeliwa:

$$v_{pol} = \frac{31}{D^{0,112}} \text{ m/min} \quad (9)$$

gdzie  $D$  w mm. Wzór na szybkość czasową dla żeliwa wg. *Reznikowa* opiewa:

$$v = \frac{14,4 D^{0,25}}{T^{0,125} p^{0,4}} \text{ m/min} \quad (10)$$

Po podstawieniu za  $T = 60'$ , oraz za  $p$  wg. wzoru ( $K$ ):

$$p = 0,04 D^{0,9} \text{ mm/obr} \quad (11)$$

otrzyma się

$$v = \frac{31}{D^{0,11}} \text{ m/min}$$

czyli wzór identyczny z wzorem (9).

Punkty przecięcia się linii  $v_{pol}$  z liniami obrotów  $n_1 \div n_8$  dają zakres średnic wiertel dla pracy w żeliwie.

W polu drugim rozwiązano równanie (11) oraz wzór ( $K$ ) na posuw wobec pełnego obciążenia mocy napędu na wrzecionie. Wzór ten wyprowadzony podobnie jak wzór (5) opiewa:

$$p = \frac{4,7 N_{sil}^{1,18}}{D^{1,05}} \text{ mm/obr} \quad (12)$$

Na podstawie wykresu *Stocka* na momenty zapotrzebowane podczas wiercenia w żeliwie otrzymano równanie ( $K$ ) (dla  $D = 5 \div 50$  mm):

$$M = 1,44 D^2 p^{0,85} \text{ kGcm} \quad (13)$$

gdzie  $D$  i  $p$  w mm.

Po porównaniu równania (13) z równaniami

$$M = 71620 \frac{N_{sil} \cdot \eta}{n} \quad (\eta = 0,75) \text{ oraz podstawieniu za}$$

$$n \text{ z równania (9): } \frac{31}{D^{0,11}} = \frac{D \pi n}{1000} \text{ otrzyma się wzór (12).}$$

Obie linie wykresu przecinają się w punkcie  $A$  podobnie jak w wykresie dla stali. Równocześnie w polu drugim wykreślono grubszymi liniami te same jak poprzednio posuwy, jakimi wiertarka rozporządza.

W polu trzecim rozwiązano graficznie 1) równanie (13) dające wielkość momentu zapotrzebowanego przyjmując posuw  $p_{1 \div 9}$  jako parametr, 2) wzór na moment użytkowy na pracę wiertła w żeliwie, uzyskany po podstawieniu na wzór (13) wartości na posuw polecony wg. równania (11):

$$M = 0,0935 D^{2,765} \text{ kGcm} \quad (14)$$

Wartość na moment użytkowy w żeliwie jest o wiele mniejszą niż wg. wzoru (7) dla stali. Oznacza to, że posuwy dla wiercenia w żeliwie można by zwiększyć bez obawy złamania wiertła gdyby nie szybciej występujące tępienie ostrzy.

3) Równanie ( $K$ ) na moment dopuszczalny na wrzecionie ze względu na moc napędu:

$$M = 5,35 N_{sil} D^{1,11} \text{ kGcm} \quad (15) \\ (\eta = 0,75).$$

#### Analiza wykresu dla stali.

I pole: punkty  $C'$  i  $B'$  wyznaczają  $D_{min} = 6,3$  i  $D_{max} = 48$  mm i graniczne obroty  $n_8 = 1180$  obr/min i  $n_4 = 190$  obr/min. Obroty  $n_3, n_2, n_1$ , mogą mieć jedynie zastosowanie do gwintowania względnie rozwiercania.

II pole: średnica charakterystyczna wiertła wynosi  $D_{ch} = 23$  mm wobec posuwu charakteryst.  $p_{ch} = 0,285$  mm/obr (wiertarka nie rozporządza takim posuwem).

Z wykresu widać które posuwy mają zastosowanie dla  $D_{min} = 6,3$  mm i  $D_{max} = 48$  mm, a to  $p_1 = 0,1$  mm/obr i  $p_2 = 0,2$  mm/obr. Właściwie tylko  $p_2 = 0,2$ , gdyż  $p_1$  jest już za małe. Reszta tj. 7 posuwów  $0,3 \div 2$  mm/obr jest dla wiercenia w omawianej stali bezużyteczną, może mieć zastosowanie jedynie do pogłębiania względnie rozwiercania: (dane wg. *Schuchardt — Schütte T. Hilfsbuch* 1933 str. 426: na rozwiercanie w stali:

$$v = 4 - 6 \text{ m/min, } p = 0,4 - 1,5 \text{ mm/obr.}$$

Z wykresu odczytać można dla rozwiercania w stali  $Rr = 50$  kG/mm<sup>2</sup>,  $D_{max} = 35$  mm).

III pole: wobec mocy  $N_{sil} = 4$  KM, większość linii odpowiadających momentom zapotrzebowanym dla wiercenia w stali w zależności od posuwów leży poza liniami granicznymi. Jedynie 2 posuwy 0,1 i 0,2 mm/obr dają momenty w obrębie pola użytecznego (pole zakreskowane). Zwiększenie mocy do 9 KM nie polepsza sytuacji, (punkt  $A''_1$ ), gdyż przez to

może być zużytkowany jeszcze posuw  $p_3 = 0,3$  mm/obr podczas gdy  $p_4 = 0,4$  mm/obr jest za duży.

Wykorzystanie reszty momentów na wrzecionie możliwe przez stosowanie niższych obrotów niż ze wzoru  $v_{pot} = 20 D^{0,11}$  wypada.

#### Analiza wykresu dla żeliwa.

I pole: średnice graniczne  $D_{min} = 6,8$  mm,  $D_{max} = 55$  mm czyli bez wielkiej różnicy w stosunku do stali (punkty B' i C').

Obroty graniczne wynoszą  $n_{min} = 118$  obr/min,  $n_{max} = 1180$  obr., obroty  $n_2 = 75$  obr/min i  $n_1 = 47,5$  obr/min dla wiercenia w żeliwie nie mają zastosowania, podobnie jak poprzednio podano dla stali.

II pole: punkt A podaje średnicę i posuw charakterystyczny, a to  $D_{ch} = 27$  mm (niewielka różnica w stosunku do stali), oraz  $p_{ch} = 0,77$  mm/obr.

Posuwy jakimi wiertarka rozporządza dla wiercenia żeliwa w granicach średnic  $D_{max}$  i  $D_{min}$  są następujące: 0,3, 0,4, 0,5 mm/obr (linie BAC).

Posuwy 0,1 0,2 są za małe, reszta, tj.  $0,8 \div 2$  za duże do wiercenia w żeliwie. Zwiększenie mocy do 9 KM również nie daje korzyści.

III pole: większa ilość momentów może być wykorzystana niż podczas wiercenia w stali.

#### Wnioski końcowe.

1) O ile wiertarka miałaby być przeznaczoną tylko do samego wiercenia w stali  $R_r = 50$  kg/mm<sup>2</sup> i żeliwie, możnaby z obrotów 47,5 75 118 zrezygnować a napęd wrzeciona mógłby się odbywać z przekładni 2 biegowej,  $\varphi = 1,4$  oraz silnika elektrycznego 3 biegowego o przełożeniu 1:2:4, wzgl. z przekładni 6-cio biegowej i silnika 1 biegowego.

Wrzeciono posiadałoby wówczas nast. obroty: 190, 265, 375, 530, 750, 1060 obr/min.

2) posuwy należałoby dobrać wg. następujących danych granicznych:  $p_{min} = 0,135$  pkt. B (dla stali)  $p_{max} = 0,778$ , pkt. A (dla żeliwa). Wówczas możnaby przyjąć nast. posuwy: 0,132, 0,190, 0,265, 0,375, 0,530, 0,750 mm/obr, wiertarka rozporządzałaby 3 posuwami dla wiercenia w stali; (ograniczenie  $D_{max}$  do 45 mm) oraz pięcioma w żeliwie.

Posuwy proponowane wkręślono w pole II obu wykresów kreskami b. grubymi.

3) Przez tego rodzaju zmiany poddyktowane przez analizę wykresu — odpada szereg niepotrzebnych elementów; konstrukcja wiertarki upraszcza się, a koszt jej produkcji zmniejsza się, zwiększa się zaś możliwość lepszej eksploatacji obrabiarki.

## Projektowanie przemysłowe, a projektowanie szkolne obrabiarek

Prof. inż. WITOLD SZYMANOWSKI

Politechnika Warszawska

*Zadanie przemysłu obrabiarkowego. — Obecny stan prac przemysłu obrabiarkowego. — Szczupłość sił konstruktorskich i warunki ich pracy. — Szkolenie nowego narybku na terenie biur przemysłowych. — Szkolenie konstruktorów na terenie uczelni. — Wymagania stawiane dobremu konstruktorowi: uzdolnienie, przygotowanie teoretyczne i praktyka. — Możliwości uczelni w zakresie kształtowania dobrego konstruktora. — Możliwości uczelni w zakresie współpracy z przemysłem: opracowywanie wariantów konstrukcyjnych i przeprowadzanie studiów naukowych. — Bezpośredni kontakt Katedr Obrabiarek z Biurami Konstrukcyjnymi. — Zacieśnienie wzajemnych kontaktów między katedrami obrabiarek. — Wnioski.*

Nie potrzeba uzasadniać doniosłości przemysłu obrabiarkowego. Stan tego przemysłu posiadającego charakter wybitnie inwestycyjny, decyduje o szybkości rozwoju większości innych gałęzi przemysłu, a wraz z nimi o szybkości odbudowy i rozbudowy kraju. Rozwój przemysłu obrabiarkowego powinien dotyczyć nie tylko rozmiarów produkcji, ale również ilości budowanych typów, podniesienia ich jakości konstrukcyjnej, a wreszcie wprowadzenia nowych typów maszyn, pozwalających na zastosowanie i u nas nowych, wydajnych metod obróbki. Olbrzymi postęp w dziedzinie techniki produkcji dokonany na świecie w latach ostatnich spowodował, że zaległości, które mieliśmy zawsze w stosunku do przodujących krajów przemysłowych, w okresie wojny niepomniernie wzrosły. Przypadkowo dobrany, przeważnie wybitnie przestarzały park maszynowy większości naszych zakładów przemysłowych wymaga nie tylko renowacji, lecz również całkowitego zastawienia na obrabiarki o większej wydajności, większej auto-

matyzacji, a wreszcie wymaga śmielszego niż dotychczas stosowania obrabiarek specjalnych.

Troska o poprawienie istniejącego stanu rzeczy spada na nasz przemysł obrabiarkowy, i dlatego zadania jego są ogromne. W przeciągu ostatnich dwu lat przemysł ten osiągnął poważne rezultaty. Nie będę tu omawiał szczegółowych danych cyfrowych dotyczących wzrostu produkcji, które w roku 1948 przekroczyła trzykrotną produkcję z r. 1938, wspomnę jedynie że Biura Konstrukcyjne opracowują w tym czasie powyżej 20 nowych typów obrabiarek rocznie, nie licząc gruntowych rekonstrukcji, prac remontowych oraz dokonanego w pierwszym okresie odtworzenia zniszczonych rysunków. Zgodnie z planem, 3 i 6 letnim ilości te będą musiały ulec poważnemu zwiększeniu, a także wzrośnie stopień trudności wyłaniających się zagadnień konstrukcyjnych. Jedną z najpoważniejszych przeszkód jest brak konstruktorów - obrabiarkowców. Ilość ich nigdy nie była u nas dostateczna, a poniósłszy w czasie lat wo-

jennyh znaczne ubytki, jednocześnie prawie nie otrzymała napływu nowych sił.

Poprzednio wspomniane poważne wyniki w dziedzinie nowych konstrukcji należy przypisać w pierwszym rzędzie niezwykle wyczerpanej pracy nielicznych jednostek. Zastosowane z konieczności gorączkowe tempo nie zawsze jest korzystne dla jakości wykonywanej konstrukcji. Ten rodzaj pracy wymaga odpowiednich warunków, a więc spokoju, możliwości specjalizacji konstruktorów w pewnych zagadnieniach, możliwości dokonywania studiów, opracowywania wariantów konstrukcyjnych, a wreszcie możliwości otrzymania odpowiedzi na wysuwające się z dnia na dzień zagadnienia o charakterze teoretycznym.

Obawiam się, że będę optymistą określając szacunkowo ilość istotnie samodzielnych konstruktorów obrabiarek w Polsce liczbą kilkunastu. Wobec wielkiego nawału zadań każdy z nich musi z konieczności prowadzić szereg prac równolegle, przed ukończeniem jednej rozpoczynać inną, przeważnie dotyczącą całkowicie odmiennej dziedziny. Wynikającą z tego niemożliwość specjalizowania się, oraz trudność znalezienia czasu na przepracowywanie dostatecznej ilości wariantów konstrukcyjnych zagraża powierzchownym podejściem do tematu. Samodzielni konstruktorzy, należąc do ogólnie tak nielicznej u nas grupy fachowców, z konieczności odrywani są nieraz, całkowicie lub dorywczo, do innych zadań niemniej ważnych, lecz nie mających nic wspólnego z konstrukcją. Nadmiar pracy, wpływając na jej wyniki, jednocześnie poważnie utrudnia tak niezbędne w zawodzie konstruktora nieustanne doksztalcanie się. Niewiele lepiej przedstawia się sprawa na odcinku młodszego personelu biur, a więc konstruktorów zespołów i części. Większość z pośród nich reprezentuje dostateczne kwalifikacje techniczne do spełnianych prac i wniosła ogromny wkład do osiągniętych wyników, jednak niestety niewielka tylko część posiada dostateczne przygotowanie teoretyczne niezbędne do podjęcia bardziej samodzielnych problemów. Wynika stąd, że dla należytego wywiązania się Biur Konstrukcji Obrabiarek ze stawianych im zadań niezbędne jest podniesienie ich liczebności, a przede wszystkim poziomu. Do celu tego prowadzić mogą dwie drogi, nawzajem uzupełniające się.

Pierwszą z nich będzie szkolenie młodego narybku konstruktorskiego na terenie biur przemysłowych. Sprzyja ona uzyskaniu rutyny, zalety niezwykle ważnej, którą można w pełni uzyskać jedynie w pracy przemysłowej. Szkolenie to jednak nie może uzupełnić luk przygotowania teoretycznego, a więc właściwie zaczyna się od środka. Oczywiście, niektóre szczególnie ambitne jednostki znajdują zapał i czas na samodzielne odrabianie zaległości, większość jednak, idąc po linii najmniejszego oporu, poprzestaje właśnie tylko na rutynie, która nigdy nie stworzy pełnowartościowego konstruktora umiającego pracować twórczo, a nie ograniczać się do kopiowania istniejących wzorów. Trudna i niewdzięczna praca konstruktora, szczególnie zaś trudna i niewdzięczna w dziedzinie obrabiarek, długa i uciążliwa droga do uzyskania samodzielności powodują, że wielu kandydatów kapituluje, przerzucając się do innych odcinków pracy dających się opanować w czasie bezporównania krótszym.

Drugą drogą, jest bardziej pełne przygotowanie do zawodu konstrukcyjnego, nadawane jeszcze na terenie uczelni. W tej mierze przemysł obrabiarkowy pokłada wielkie nadzieje w naszych szkołach wyższych.

Oczywiście nie może być mowy o tym, aby szkolnictwo mogło stworzyć „gotowego” konstruktora, zwłaszcza w tak trudnej dziedzinie jaką są obrabiarki. Może jednak ono, przez odpowiedni układ programu, odpowiednie podejście do szkolnego projektowania, a wreszcie przez nawiązywanie łączności z przemysłem i znajomość jego potrzeb wydatnie wpłynąć na skrócenie czasu pełnego szkolenia i ostateczne jego wyniki.

Dobry, pełnowartościowy konstruktor, powinien spełniać warunki: 1<sup>o</sup> powinien posiadać pewne specyficzne uzdolnienia w swym kierunku, 2<sup>o</sup> musi otrzymać odpowiednie przygotowanie teoretyczne i 3<sup>o</sup> wielką, możliwie wielką ilość praktyki.

Rozpatrzmy w jakiej mierze do osiągnięcia tych warunków może się przyczynić uczelnia.

1) Rzecz jasna najlepszy program szkolny nie zastąpi wrodzonych uzdolnień, może je jednak odszukać i ujawnić. Nieraz przechodzimy obok tych tak gorąco poszukiwanych talentów całkiem nie zdając sobie sprawy z ich istnienia. Na odwrót, zdarza się, że mierny pracownik biura przemysłowego nie spełnia nadziei, które możnaby pokładać na podstawie jego błyskotliwych wyników w kreślarni szkolnej. Przyczyna może być dwojaka: odmienne warunki pracy szkolnej, oraz wybór tematu projektu, który pozwala na wykorzystanie istniejącego materiału, i nie wymaga wykazania twórczych uzdolnień. Jeżeli praca w kreślarni uczelnianej w pewnej mierze zbliżyły się do warunków przemysłowych pod względem konieczności dochowania terminu, jeżeli nie będzie traktowana pod kątem, że „tego i tak wykonywać się nie będzie” i wreszcie gdy nawet w pracy opartej na dobrym wzorze, który również posiada znaczne zalety dydaktyczne, przewidziany będzie zawsze choć drobny fragment pozwalający na wykazanie inwencji, wówczas zadanie wyszukania istotnych uzdolnień konstrukcyjnych zostanie spełnione w znacznie większej niż dotychczas mierze. Z drugiej strony, zetknięcie słuchaczy z warunkami zbliżonymi do późniejszej ich pracy dla wielu z nich oszczędzi rozczarowań i skieruje bezpośrednio po ukończeniu studiów nie do biura konstrukcyjnego lecz do innej dziedziny, która może im bez porównania bardziej odpowiadać.

2) Bezwzględnie decydującą rolę posiada uczelnia dla zaopatrzenia absolwenta w odpowiedni zasób wiedzy teoretycznej. Zasób jej dla nowoczesnego konstruktora obrabiarki musi być b. wielki. Dziedzina ta zająłaby się dziś z tak wielu gałęziami wiedzy teoretycznej i praktycznej, że konieczne ich ograniczenie przy układaniu programu następcza poważne trudności. Rola niektórych z pośród ogólnie przyjętych przedmiotów podstawowych jest tak znaczna, że narzuca się rozszerzenie np. części maszyn przez teorię mechanizmów, napęd hydrauliczny, elektrotechniki przez napęd i sterowanie elektryczne obrabiarek itp. Wielką rolę, analogiczną do tej, którą posiada dla

konstruktora silników cieplnych termodynamika, dla konstruktora obrabiarkowego odgrywa grupa przedmiotów dotyczących narzędzi, przyrządów, teorii skrawania, kalkulacji warsztatowej itd. Wykład obrabiarek przeznaczony dla wszystkich kierunków studiów, dla specjalizujących się w tej dziedzinie nie jest oczywiście wystarczający i musi być uzupełniony o ile możliwości obszerniejszymi podstawami projektowania obrabiarek i ich części oraz odpowiednimi ćwiczeniami. Wreszcie wybór projektów przejściowych powinien zapewniać nabranie pewnej minimalnej rutyny konstruktorskiej niezbędnej do opracowania we właściwy sposób projektu dyplomowego z dziedziny obrabiarek. Ponadto wskazane jest, aby obrabiarkowiec zapoznał się z jaknajwiększą liczbą działów techniki, które w następstwie będzie obsługiwał, jednak stoją tu na przeszkodzie ograniczone rozmiary programu studiów.

Na terenie przemysłu wyczuwało się, że dotychczasowy podział specjalizacji wyższych semestrów naszych politechnik niezupełnie zgadzał się z przytoczonym schematem. Absolwenci oddziału technologicznego, otrzymując duży zasób wiadomości z dziedziny metaloznawstwa i techniki warsztatowej w ograniczonym tylko zakresie stykali się z pracami konstrukcyjnymi. Z drugiej zaś strony, oddział konstrukcyjny był w pierwszym rzędzie energetyczny i nie dawał odpowiedniej podbudowy warsztatowej. Dając wyraz zrozumieniu tego faktu, Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Warszawskiej wprowadziła, tytułem próbv. w bieżącym roku akademickim, na obydwu tych oddziałach możliwość wyboru kierunku konstrukcyjno-obrabiarkowego.

Kierunek ten, narzucając program pośredni pomiędzy oddziałem technologicznym i konstrukcyjnym, ponadto przewiduje następujące dodatkowe wykłady i ćwiczenia: a) projektowanie obrabiarek, 2 godziny wykładów i 2 godz. ćwiczeń obliczeniowych, b) napęd i sterowanie elektryczne — 2 godz. wykładów. W dalszej przyszłości rozważana jest możliwość wprowadzenia wykładów z napędu hydraulicznego i z obrabiarek specjalnych. Znamienna jest, stosunkowo znaczna, liczba kandydatów pragnących obrać ten kierunek studiów, jakkolwiek posiada on znacznie obfitszy od innych program. Wspomniana okoliczność pozwala z ufnością zapatrywać się na wynik eksperymentu.

3) Praktyka, niezbędna samodzielnemu konstruktorowi może być oczywiście jedynie wynikiem wielu lat pracy przemysłowej, wielkiej ilości poznanych i wykonanych konstrukcji, a przede wszystkim wynikiem popełnionych omyłek, które jak wiadomo najlepiej kształcą konstruktora. Oczywiście praca dyplomowa, poważnie opracowana, zwłaszcza gdy poprzedzi ją jeden z projektów przejściowych również dotyczący obrabiarek, co zresztą może być pożyteczne za nadmierną specjalizację, daje pewne doświadczenie, jednak w ogólnym zasobie rutyny potrzebnej samodzielnemu konstruktorowi posiada udział bardzo nikły. Niemniej zwiększenie ilości tych niezbędnych wiadomości, które uczelnia dać może, wzamian mniej potrzebnych w obranym kierunku,

odciąży młodego inżyniera, w pierwszych latach jego pracy od uzupełnienia swych wiadomości na własną rękę, pozwalając od razu rozwinąć zwiększoną wydajność, a przez to przyspieszy zdobycie praktycznego doświadczenia.

Ważne zagadnienie szkolenia konstruktorów, nie jest jedynym w którym przemysł ma punkty styeczne z Politechnikami. Wspomniane już były trudności dokonywania w biurach przemysłowych studiów w postaci rozwiązywania wariantów konstrukcji. W tej dziedzinie uczelnie mogą oddać znaczne usługi dla przemysłu, usługi zresztą obustronne. Z jednej strony opracowanie wariantów, których założenia mogą być bardziej śmiałe niż konstrukcji fabrycznych pozwoli skontrolować słuszność założeń tych ostatnich, a nieraz wnieść do nich jakąś cenną innowację. Z drugiej strony, projekty szkolne, zbliżając się do praktycznych potrzeb przemysłu, w mniejszym stopniu posiadać będą charakter oderwany. Ponadto młodzi inżynierowie, zatrudnieni w Biurach Konstrukcyjnych, którzy jednocześnie spełniają funkcje, asystentów Politechniki, mają w ten sposób możliwość uzyskania w znacznie szybszej mierze cennego osobistego doświadczenia praktycznego.

Opracowywanie wariantów konstrukcyjnych jest pierwszym etapem współpracy z przemysłem. W drugim etapie niewątpliwie przemysł zwróci się do Katedr Budowy Obrabiarek z propozycjami dokonania całego szeregu poważniejszych studiów naukowych nad zagadnieniami, które albo przekraczają jego możliwości, albo nastroją trudności w warunkach ustalonych przez tempo prac bieżących. Jakkolwiek chwilowo możliwości Katedr Konstrukcyjnych, o ile takie na niektórych Politechnikach istnieją, nie są jeszcze zbyt wielkie, gdyż szczupły personel pomocniczy przeciążony jest prowadzeniem ćwiczeń i przygotowaniem pomocy naukowych. Należy jednak przewidywać poprawę, która pozwoli podjąć coraz liczniej krystalizujące się na terenie przemysłu problemy konstrukcyjno-naukowe.

Zacieśnienie łączności pomiędzy Katedrami Obrabiarek, i biurami konstrukcyjnymi wydaje się najłatwiej rozwiązać drogą współpracy terenowej. Zresztą należy zwrócić uwagę, że odpowiada to ustalającemu się stanowi faktycznemu.

Niezależnie od tego uważam za wskazane zacieśnienie wzajemnego kontaktu poszczególnych Katedr Obrabiarek. W pierwszym rzędzie może on dotyczyć informacji o posiadanych pomocach, książkach i katalogach, dalej o możliwości wymiany tablic wykładowych, których wykonywanie jest nieraz dublowane, a wreszcie również wzajemnego informowania się o tematyce wydawanych prac przejściowych i dyplomowych oraz prac naukowych zamierzonych przez personel Katedr. Wydaje się, że takie nawiązanie łączności może przynieść liczne ogólne korzyści.

A. Katedry Budowy Obrabiarek, powstałe przy tych uczelniach, na których wyodrębnienie ich od

Katedr Obróbki jest wskazane, mogą okazać dla przemysłu pomoc dotyczącą trzech zagadnień:

1. Zasilenie Biur Konstrukcyjnych swymi absolwentami tak przygotowanymi, aby możliwie skrócić czas osiągnięcia przez nich podstaw do samodzielnej pracy. Wymaga to:

a) Możliwości wyboru przez słuchaczy kierunku konstrukcyjno obrabiarkowego, który obejmowałby z pośród przedmiotów obecnie wykładanych na różnych oddziałach zespół najpotrzebniejszy dla specjalizujących się w tej dziedzinie.

b) Uzupełnienia powyższego zespołu, (w przyszłości wyłącznie na drugim stopniu nauczania) w pierwszym rzędzie przez wykłady i ćwiczenia ściśle specjalne: projektowania obrabiarek, (obrabiaarki II), napędów i sterowań elektrycznych, hydraulicznych, następnie zaś obrabiarek specjalnych.

c) Potraktowanie projektu dyplomowego obrabiarki, ewentualnie opartego na podbudowie jednego z projektów przejściowych z tejże dziedziny na pewnej analogii z projektowaniem przemysłowym, wyrażającej się w tematyce, oraz właściwym dla prac przemysłowych poczuciu odpowiedzialności wyniku i terminu, i wreszcie

d) Rezerwowania w tematach projektów przynajmniej pewnych fragmentów pozwalających na wykazanie pewnej inwencji i wynalazczości niezbędnej dla dobrego konstruktora, a przez to wyszukanie i skierowanie najwłaściwszego elementu ludzkiego do tej pracy.

2. Katedry Budowy Obrabiarek, pozostając w stałym kontakcie z odpowiednimi biurami konstrukcyjnymi i posiadając stały wgląd w program ich prac, mogą oddać znaczne przysługi dla przemysłu, przez odpowiednie dostosowanie tematów dyplomowych, aby stanowiły opracowanie wariantów aktualnych i zamierzonych prac przemysłowych.

3. W dalszym etapie współpracy, Katedry Obrabiarek wzmogą, zapoczątkowaną już obecnie w skromnym zakresie, działalność nad rozwiązywaniem naukowych zagadnień dotyczących konstrukcji obrabiarek.

B. Celem ujednostajnienia założeń dydaktyki, oraz wzajemnego udogodnienia pracy wskazane jest również, aby Katedry Projektowania Obrabiarek nawiązały żywszą współpracę dotyczącą wymiany tematów opracowywanych, pomocy naukowych, książek, katalogów itp.

## Omówienie treści wykładów i ćwiczeń z obrabiarek i obróbki metali w związku z dwustopniowością wyższego szkolnictwa technicznego

Prof. inż. E. T. GEISLER  
Politechnika Gdańska

*Wytyczne i cele dwustopniowości wyższego szkolnictwa technicznego. — Program przedmiotów obróbkowych na stopniu inżynierskim. — Program przedmiotów obróbkowych na stopniu magisterskim. — Analiza programów. — Konieczność rozbudowy laboratoriów i warsztatów. — Obciążenie katedr i potrzeba liczego personelu naukowych sił pomocniczych. — Wymagania stawiane młodzieży studiującej i konieczność stworzenia dla niej należytych warunków materialnych. — Zagadnienie skryptów i podręczników.*

Sprawa „dwustopniowości” lub „dwutorowości” nauczania na Politechnikach, omawiana od dwóch przeszło lat z punktu widzenia raczej teoretycznego, ożywiła się nagle pod koniec roku szkolnego 1947/48, kiedy zażądano od Rad Wydziałowych Politechnik, aby w bardzo krótkim, gdyż parotygodniowym terminie opracowały szczegółowe programy nauczania dwustopniowego.

Wobec perspektywy wielkiej rozbudowy polskiego przemysłu należy zawczasu zatroszczyć się o przygotowanie dostatecznej liczby jednego ze składników tego przemysłu — odpowiednio wykształconych i przygotowanych sił kierowniczych. Widoki na rozwój naszego przemysłu w latach najbliższych wskazują, iż będzie on potrzebował od 20 do 25 tysięcy tego rodzaju pracowników.

Ktokolwiek bądź stykał się z przemysłem twórczym musiał spostrzec, iż czy to w biurach konstrukcyjnych, planowania, czy kalkulacji itp. przypadało zawsze po kilku techników-wykonawców na jednego inżyniera projektodawcę; z grubsza można przyjąć, iż stosunek ten wynosił przeciętnie czterech

czy pięciu techników na jednego inżyniera, nie biorąc pod uwagę pracowników tego rodzaju, jak kreślarze, pisarze i rachmistrze, lecz wyłącznie ludzi o wykształceniu technicznym, tzw. dawniej „techników” i „inżynierów”.

A więc z gruba biorąc trzeba przygotować w ciągu lat kilku 4 do 5 tysięcy wysoko kwalifikowanych sił twórczych, czyli według nowej nomenklatury „magistrów nauk technicznych”, których w dalszym ciągu będziemy krótko zwali „magistrami”, i równoległe od 15 do 20 tysięcy kwalifikowanych sił kierowniczych wykonawczych czyli „inżynierów zawodowych”, krótko „inżynierów”. Celem wykształcenia tak licznych rzesz należałoby natychmiast powołać do życia sporą liczbę nowych szkół inżynierskich — czemu jednak stoi na przeszkodzie dotkliwy brak odpowiednio przygotowanych sił nauczycielskich, pomocy naukowych, pomieszczeń. Słusznym jest, że w tych warunkach postanowiono pociągnąć do współpracy uczelnie techniczne akademickie, które odtąd mają kształcić na dwóch stopniach: inżynierskim i magisterskim.

Absolwenci stopnia inżynierskiego powinni zakończyć swą naukę w ciągu lat 3 — 3½; około 20% z pomiędzy nich, wykazujących najlepsze postępy w obranym kierunku wiedzy, zarówno z pośród wychowanków stopnia inżynierskiego Politechnik, jak i ze szkół inżynierskich, może być przyjętych na stopień magisterski, dwuletni. Wykrycie takich najbardziej uzdolnionych i najpilniejszych jednostek z góry, przed rozpoczęciem nauki, jest jednak rzeczą trudną; w bardzo małym stopniu są pomocne pod tym względem wszelkie egzaminy kwalifikacyjne, pozwalające tylko na zgoła przybliżoną orientację. Natomiast trzy i pół letnie studia inżynierskie (z odrabianiem wielu ćwiczeń, zdawaniem licznych kolokwium i egzaminów) będą lepszym i dokładniejszym sprawdzianem uzdolnień, pilności i sumiennosci kandydata na stopień magisterski i pozwolą odszukać materiał najbardziej wartościowy, który swą przyszłą twórczą pracą zwróci społeczeństwu wyłożone na jego naukę środki.

Wychodząc z powyższych założeń Rady Wydziałowe naszych akademickich Uczelni technicznych opracowały i przedstawiły Radzie Głównej projekty programów studiów na stopniu inżynierskim i magisterskim. Z pośród tych projektów zalecony został do realizacji dla wydziałów mechanicznych projekt Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej. Jako współautor tego projektu, przynajmniej w zakresie oddziałów technologicznych, zapytywany z różnych stron o szczegóły przeprowadzenia tego programu, podaję poniżej w krótkości, korzystając z zebrania się przedstawicieli wszystkich katedr obróbki metali uczelni polskich, jak sobie wyobrażaliśmy całokształt studiów w zakresie obróbki metali i przedmiotów pokrewnych.

### A. Stopień inżynierski.

#### Półrocze II.

1. Obróbka metali Cz. I. — (tygodniowo 2 godz. wykładu obowiązkowego dla wszystkich studentów Wydziału mechanicznego). Wykład ten, poprzedzony na I półroczu wykładem i ćwiczeniami z „Technologii materiałów maszynowych“, (które uczą o odmianach materiałów konstrukcyjnych, sposobach ich otrzymywania i właściwościach) powinien zaznajomić studenta z głównymi sposobami obróbki skrawaniem, ręcznej i maszynowej, narzędziami do tego celu służącymi, sposobami mocowania przedmiotów i narzędzi, przygotowaniem przedmiotu do obróbki i mierzeniem go po ukończonej pracy.

2. Z wykładami powyższymi powinny być równolegle prowadzone ćwiczenia praktyczne (3 godziny tygodniowo, obowiązkowe dla wszystkich studentów Wydz. mech.). Doświadczenie pokazuje bowiem, iż większość nowo przyjętych studentów nie miała nigdy sposobności dokładnego przyjrzenia się najprostszemu zabiegom obróbczym — co ogromnie utrudnia zrozumienie wykładu. Rzeczą jest oczywistą, iż nie ma mowy o tym, aby w ciągu 12 — 13 popołudni (liczba zajęć w półroczu) nauczyć studentów rzemiosła; idzie tu tylko o to, aby studenci dokładnie obejrżeli obrabiarki i poznali sposoby ich pracy, wykonywając samodzielnie elementarne zabiegi.

#### Półrocze III.

3. Obróbka metali Cz. II — (tygodniowo 3 godz. wykładu, obowiązkowego dla wszystkich studentów Wydz. mech.), zaznajamia studenta pokrótce z typowymi odmianami obrabiarek do metali, ich budową, sposobami pracy.

4. Ćwiczenia obliczeniowe (seminaryjne) z obróbki metali — 1 godz. tygodniowo obowiązkowe dla wszystkich studentów Wydz. mech.) — Obliczanie szeregów szybkości i posuwów istniejących obrabiarek i mocy zużywanych; kół zmianowych do nacinania gwintów, prac na podzielnicy itp.

#### Półrocze IV.

5. Planowanie obróbki skrawaniem, tygodniowo 1 godz. wykładu i 3 godz. ćwiczeń (seminaryjnych), obowiązkowych dla wszystkich stud. Wydz. mech.). W wykładzie zostaną omówione sposoby obróbki typowych powierzchni oraz te czynniki, które wpływają na planowanie kolejności operacji obróbkowych oraz wybór metod obróbki, w zależności od wymaganej dokładności i liczby przedmiotów wykonywanych (masowości produkcji itp.). Na ćwiczeniach, prowadzonych sposobem seminaryjnym, studenci przerabiają przy współudziale wykładowców przykłady planowania obróbki w określonych warunkach wytwarzania.

#### Półrocze V.

6. Normalne narzędzia skrawające, (tygodniowo 3 godz. wykładów oraz 2 godz. ćwiczeń dla oddziału technologicznego sekcji obróbkowej). Po zwięzłym zaznajomieniu słuchaczy z zasadami procesu skrawania, zostają omówione typowe narzędzia skrawające oraz sposoby ich obliczania, projektowania i wykonywania. Wykładom towarzyszą ćwiczenia polegające na projektowaniu kilkunastu odmian normalnych narzędzi do pracy we wskazanych warunkach.

7. Warsztatowe środki pomocnicze — (tygodniowo 3 godz. wykładu i 2 godz. ćwiczeń dla oddziału technologicznego, sekcji obróbkowej). W wykładzie są omawiane zasady budowy przyrządów specjalnych (mocowadeł, skrzynek wiertniczych, złożonych narzędzi skrawających i mierniczych), ich znaczenie gospodarcze, opłacalność itd. Ćwiczenia zasadzają się na projektowaniu takich przyrządów do różnych wypadków obróbki.

8. Obliczanie kosztów wytwarzania — (tygodniowo 2 godziny wykładu i 2 godz. ćwiczeń dla oddziału technologicznego sekcji obróbkowej). Wykład zaznajamia ze sposobami kalkulacji czasu obróbki ręcznej i maszynowej na wszystkich typach obrabiarek w produkcji jednostkowej i szeregowej; następnie z obliczaniem ryczałtu kosztów wspólnych oraz ich podziałem na poszczególne roboty.

Ćwiczenia zasadzają się na przeprowadzaniu przez studentów kalkulacji czasów roboczych po-

szczególnej operacji i całych przedmiotów, obliczaniu kosztów własnych wyrobu.

9. Obrabiarki do metali — (tygodniowo 3 godz. wykładu i 2 godz. ćwiczeń obliczeniowych dla oddziału technologicznego sekcji obróbkowej). W wykładzie tym zostają omówione bezstopniowe i stopniowane zakresy liczb szybkości roboczych i posuwowych obrabiarki, rodzaje ciągów tych szybkości, normalizacja liczb obrotów. Następnie są omawiane mechanizmy do wywoływania bezstopniowych i stopniowanych napędów, sposoby obliczania tych ostatnich. Moce zużywane przez obrabiarki. Obliczenia wytrzymałościowe ważniejszych elementów. Ćwiczenia polegają na obliczaniu szeregów, zespołów mechanizmów — przerabianiu materiału, podawanego w wykładach.

10. Gospodarka warsztatowa — (tygodniowo 2 godz. wykładu — obowiązkowe dla wszystkich studentów wydz. mech.). Wykład opisuje przebieg zamówienia we fabryce maszyn i podobnych — od chwili wejścia do biura zamówień aż do wysyłki. A więc zadania biur: konstrukcyjnego, normalizacyjnego, planowania kolejności operacji, narzędziowego, kalkulacji wstępnej, warsztatowego, inspekcji, terminów, pola prób, wysyłkowego, kalkulacji końcowej, równoległe do biura zasobów, magazynów i narzędziarni. Przykłady dokumentacji.

#### Półroczce VI.

11. Miernictwo warsztatowe — (tygodniowo 1 godz. wykładu oraz 3 godz. ćwiczeń laboratoryjnych dla Oddziału technologicznego Sekcji obróbkowej). Wykład zawiera krótkie omówienie warsztatowych metod pomiarowych i przyrządów, służących do tego celu. Na ćwiczeniach studenci wykonywają pomiary części maszynowych opisanymi sposobami (w miarę posiadania odpowiednich przyrządów).

12. Ćwiczenia z organizacji obróbki — (3 godz. tygodniowo dla Oddziału technologicznego Sekcji obróbkowej) — odpowiadają roli inżyniera w warsztacie obróbczym. A więc na przykładach uczą sporządzania kart maszynowych, zdejmowania charakterystyk obrabiarek, układania kart, wykresów i suwaków kalkulacyjnych, badania dokładności obrabiarek, przeprowadzania chronometrów oraz usprawniania produkcji, nastawiania tokarek i rewolwerówek samoczynnych (automatów) z obliczaniem krzywki itp.

13. Ćwiczenia konstrukcyjne z obrabiarek do metali — (dla Oddziału technologicznego Sekcji obróbkowej — 8 godz. ćwiczeń tygodniowo). Projektowanie grupy montażowej prostszej obrabiarki, z obliczeniem, wykonaniem rysunku zestawieniowego (z podaniem pasowań), wykazem części (z numeracją) oraz wykonanie szczegółowych rysunków warsztatowych kilku wskazanych części (ściśle wg norm i sposobów fabrycznych).

14. Projekt z fabrykacji — (8 godz. tygodniowo dla Oddziału technologicznego Sekcji obróbkowej). Na podstawie podanego wyekwipowania fabryki (plan, spis miejsc pracy z wyszczególnieniem obra-

biarek z ich kartami kalkulacyjnymi) opracować przebieg fabrykacji zadanego przedmiotu, z zaprojektowaniem mocowań i narzędzi specjalnych, zestawieniem pouczeń roboczych i obliczeniem ceny.

#### B. Stopień magisterski.

##### Półroczce I (VIII).

1 (15). Budowa obrabiarek — (2 godz. tygodniowo wykłady dla Oddz. technol. Sekcji obróbkowej). Wykład ten ma dać podstawy do samodzielnego projektowania obrabiarek jako całości, z uwzględnieniem najnowszych zdobyczy techniki obróbki metali.

2 (16) Projektowanie i urządzenie fabryk — (tygodniowo 2 godz. wykładu dla Oddz. technologicznego obydwu Sekcji). Obliczanie wyekwipowania fabryk wg zadanej produkcji. Liczby miejsc pracy. Potrzebne powierzchnie, moce, liczby pracowników. Rozmieszczenie oddziałów. Potrzebny teren fabryczny. Transport. Oświetlenie. Ogrzewanie, przewietrzanie. Ochrona przeciwogniowa. Szczegóły wykonania budynków. Urządzenia zdrowotne, kulturalne, sportowe itp.

3 (17). Laboratorium obróbcze — (tygodniowo 9 godz. ćwiczeń dla Oddz. technologicznego Sekcji obróbkowej). Samodzielne wykonanie kilku prac z zakresu badania: materiałów narzędziowych i sposobów ich przeróbki, kształtów narzędzi, ich zużycia, mocy zużywanych, dokładności wytworów i maszyn, ich odkształceń podczas pracy itp.

4 (18) Organizacja techniczna przedsiębiorstw przemysłowych — (tygodniowo 2 godz. wykładu dla wszystkich studentów Wydz. mech.). Treść wykładów: Cel przedsiębiorstw przemysłowych. Cena sprzedaży. Koszt własny. Racjonalne prowadzenie przedsiębiorstw. Organizacja naukowa. Jej powstanie. Czołowi działacze. Cykl organizacyjny. Cztery główne prawa organizacji. Sprawa płac. Sposoby zwiększania wydajności pracy. Zachęta — systemy premiiowe płac. Współzawodnictwo. Ustalanie z góry czasów roboczych (ustalenie norm pracy): chronometraż, fotografia, zdjęcia kinowe. Usprawnianie pracy. Kalkulacja końcowa. Ustalanie ryczałtu kosztów wspólnych, sposoby przydziału.

##### Półroczce II (IX).

5 (19) Projekt obrabiarki (24 godz. tygodniowo pracy konstrukcyjnej — dla Oddziału technologicznego Sekcji obróbkowej). Projektowanie obrabiarki wg zadanych warunków. Projektujący ustala samodzielnie charakterystykę obrabiarki, oblicza i rozwiązuje konstrukcyjnie całość maszyny; następnie opracowuje warsztatowo jeden charakterystyczny zespół, zgodnie z wymaganiami postępowych fabryk. Pożądane byłoby wiązać te prace z konkretnymi zagadnieniami przemysłu.

6 (20). Napędy hydrauliczne obrabiarek (tygodniowo 2 godz. wykładu dla Oddz. technologicznego Sekcji obróbkowej). Treść wykładu: Zalety napędów hydraulicznych. Rodzaje obje-



gów. Odmiiany pomp. Typowe konstrukcje: Napędy prostolinijne. Silniki obrotowe. Rodzaje regulacji liczb obrotów. Rozrząd za pomocą zaworów. Odmiiany. Przykłady stosowania do napędu obrabiarek. Obliczanie mocy.

7 (21). Projekt fabrykacji — (25 godzin tygodniowo prac projektodawczych dla Oddz. technolog. Sekcji obróbkowej). Wykonanie całkowitego projektu fabryki danego przedmiotu złożonego (np. pompki, imadła, uchwytu, zaworu itp.) o określonej produkcji. Obliczyć wyekwipowanie, powierzchnie, rozkład oddziałoń, wykonać plan szczegółowy. Rozwiązać sprawę transportu. Podać wzory dokumentów warsztatowych. Obliczyć koszt własny, najekonomiczniejszą wielkość szeregu.

8 (22). Obrabiarki samoczynne — (tygodniowo 2 godz. wykładu i 2 godz. ćwiczeń dla Oddz. technolog. Sekcji obróbkowej). Wykład: Zaznajomienie z konstrukcją bardziej złożonych obrabiarek automatycznych oraz sposobem ich pracy i nastawianiem. Ćwiczenia: Obliczanie i wykreślanie krzywek, obliczanie kół wymiennych itp. do nastawiania automatów różnych systemów do obróbki zadanych przedmiotów (w miarę możliwości z nastawianiem i uruchomieniem automatu).

Jak widać z powyższego wyszczególnienia przedmiotów, program jest nastawiony całkowicie na wykształcenie przyszłych inżynierów i magistrów w duchu potrzeb przemysłu. Celem jego jest takie przygotowanie wychowanków na obydwu stopniach, aby mogli możliwie prędko po ukończeniu studiów należycie obsługiwać przemysł. Można by zarzucić programowi zwłaszcza stopnia magisterskiego, iż zbyt mało myśli o przygotowaniu przyszłych „naukowców”; ale trzeba zrozumieć — iż uczoney musi kształcić się sam, zdobywając wiedzę własną pracą i długoletnim wysiłkiem. Oczywiście — że wśród wychowanków zarówno stopnia magisterskiego, jak i inżynierskiego, znajdują się przyszli naukowcy, którzy staną się nimi po latach osobistego mozołu. Historia uczy, iż spora liczba genialnych badaczy i odkrywcoń wogóle nie uczęszczała do żadnej szkoły, zawdzięczając wszystko swojej pracy i zdolnościom. Żadna więc Uczelnia nie powinna sobie stawiać fikcyjnego celu kształcenia „uczoney”.

Pobieżne nawet rozejrzenie się w przytoczonym programie doprowadza do dwóch wniosków. Pierwszy — to konieczność takiego rozbudowania wszelkich laboratoriów i warsztatów, aby student mógł w nich zetknąć się ze wszystkimi maszynami, przyrządami i pomocami, jakie spotyka się we fabrykach. A więc warsztat szkolny powinien być zaopatrzoney we wszelkie typowe odmiiany obrabiarek, we wszystkie narzędzia normalne i sporo specjalnych; laboratoria wyposażone w dziesiątki urządzeń, aparatów i narzędzi mierniczych, jakie stosują u siebie różnorodne laboratoria i izby pomiarowe w fabrykach. Bez takiego wyposażenia przygotowanie przyszłych inżynierów będzie zawsze połowiczne, niedociągnięte do potrzebnego poziomu.

Drugi wniosek — to ogromne obciążenie Katedr. Zsumowanie godzin wykładów i ćwiczeń wg przytoczonego programu daje w jednym tylko dziale ob-

róbki na jednym tylko Wydziale Mechanicznym stale przeciętne obciążenie 15 godzin wykładów oraz prawie 30 godzin ćwiczeń tygodniowo, przy czym wiele z tych ćwiczeń musi być powtarzane parokrotnie w ciągu tygodnia, gdyż nie sposób jest prowadzić ćwiczenia warsztatowe, laboratoryjne (np. pomiarowe) w grupach większych niż 15 — 20 osób. Do powyższego obciążenia dochodzą jeszcze wykłady na innych Wydziałach (jak np. Elektrotechnicznym, Budowy Okrętów itp.). Daje to w sumie liczbę godzin samych zajęć dydaktycznych wystarczającą co najmniej na trzy Katedry i to pod warunkiem dostatecznie licznego personelu naukowych sił pomocniczych. A gdzie przy tym obciążeniu znaleźć czas na prace naukowe?

Gdy wymienione potrzeby Katedr zostaną zaspokojone — pozostanie jeszcze jedna trudność do przewyciężenia. Jest nią notoryczny brak obowiązkowości u naszej młodzieży. Wszyscy wykładowcy stwierdzają to zgodnie — że podczas gdy na pierwszych wykładach w półroczu panuje ścisk w auli, to pod koniec świecą już one pustkami. Wiemy wszyscy o tym dobrze, w jak ciężkich warunkach materialnych studiuje nasza młodzież, jak duży jej odsetek musi zarobkować na utrzymanie własne, a często i rodziny. Pomimo to jednak przeskok w liczebności obecnych na wykładach w dżdżystym i chłodnym kwietniu, a słonecznym maju jest zbyt wielki, aby nie kazał szukać przyczyny absencji w lekkomyślności młodzieży, w przysłowiowym powiedzonku „jakoś to be!”

Jaka na to rada? Trzeba zerwać z „wolnością nieuczenia się” w jaką zamieniła się dawna zasada „wolności nauczania”. Młodzież, przerzucona ze ścisłego rygoru gimnazjalnego do swobody akademickiej nie umie z niej korzystać. Należy więc dawkować wzrost tej swobody, wprowadzając przynajmniej na pierwszych latach stopnia inżynierskiego, w takiej czy innej formie, kontrolę obecności na wykładach a zwłaszcza na ćwiczeniach, ustalanie i bezwzględne egzekwowanie terminów różnych prac, ćwiczeń, przestrzeganie dat oddawania sprawozdań itp. Winien znaleźć się czas na śledzenie za postępem w przyswajaniu materiału przez studentów drogą częstych kolokwiów, których pomyślne zdawanie mogłoby zwalniać od egzaminów „przejściowych” z jednego roku na drugi.

Dalej powinien być położony nacisk na zaopatrywanie młodzieży studiującej w podręczniki i skrypta. O ile sumienne opracowanie, przygotowanie do druku i wydanie książki naukowej wymaga zazwyczaj paru lat pracy, o tyle wydanie skryptu odbijanego na powielaczach różnego typu może być uskutecznione w ciągu kilku miesięcy od chwili rozpoczęcia wykładów danego przedmiotu. Nakłady winny być stosunkowo nieduże, aby po jakich 2, 3 latach można było wydawać nowe nakłady, poprawione, uzupełnione i uwzględniające najnowsze zdobycze wiedzy. Po jednym — dwóch wydaniach skryptów może z nich powstać podręcznik drukowany. Jako ujemną stronę wydawania skryptów można podać: 1° — wyraźnie występujące zmniejszanie się liczby uczęszczających na wykłady, z chwilą pojawienia się skryptu — a przecież skrypt nigdy nie zastąpi żywego sło-

wa głoszonego z katedry; 2<sup>o</sup> — od słuchacza szkoły akademickiej należy właściwie wymagać więcej, niż wykucia materiału, zawartego w jednym tylko skrypcie. W dzisiejszych jednak czasach, kiedy pośpiech w kształceniu przyszłych inżynierów jest czynnikiem dominującym, należy przyjąć skrypty jako zło konieczne i dopomagać uczelniom w ich wydawaniu.

Jeżeli przytoczone postulaty zostaną spełnione — tj. uczelnie otrzymają należycie wyposażone pracownie, dostatecznie liczny personel nauczający, wydadzą podręczniki i skrypty, zostanie zaprowadzona

odpowiednia kontrola postępów, a wreszcie — co jest bardzo ważne — zabezpieczy się drogą stypendiów, bezpłatnych domów akademickich, stołówek itp. byt młodzieży podczas studiów, zdejmując z jej bark troskę o chleb codzienny — wówczas dopiero będzie można wymagać od nauczających i uczących się osiągnięcia tego, co jest celem dwustopniowości w nauczaniu — ukończenia studiów inżynierskich w 3 lub 3½ lat od chwili ich rozpoczęcia. — i dostarczenia gospodarce państwowej wysoko kwalifikowanych kierowników przemysłu.

## O współpracy między uczelnianej Zakładów Obróbki Metali oraz współpracy z Instytutem Obrabiarek i Narzędzi

Inż.-mech. W. GWIAZDOWSKI  
Szkoła Inżynierska w Warszawie

*Wyposażenie w obrabiarki Zakładu Obróbki Metali i Drewna Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda w Warszawie. — Produkcja obrabiarek w tym Zakładzie, jej cel i zakres. — Współpraca między uczelniami nad organizacją Laboratoriów Obróbki Metali. — Prace badawcze dla przemysłu, których wykonania mogłaby się podjąć szkoła Inżynierska im. Wawelberga. — Uwagi dotyczące słownictwa technicznego.*

Biorąc pod uwagę cel Zjazdu, który przewiduje:

a) zebranie materiału informacyjnego odnośnie prac naukowych i prac dla przemysłu z dziedziny obrabiarek i obróbki materiałów skrawaniem, oraz

b) opracowanie planu podziału prac pomiędzy poszczególne Zakłady Naukowe, pragnę przedstawić w kilku słowach stan obecny i zamierzenia na przyszłość Zakładu Obróbki Metali i Drewna Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga w Warszawie.

Na wstępie kilka informacji o stanie Zakładu Szkoły Wawelberga: od pierwszej chwili po oswojeniu, tj. od lutego 1945 r., rozpoczęto prace nad uruchomieniem Warsztatów Szkoły w zdewastowanym, pustym, pozbawionym wszelkich urządzeń i maszyn budynku.

Większość obrabiarek, otrzymywanych w pierwszym okresie w stanie spalonym, wymagała gruntownego remontu, który był przeprowadzany we własnym zakresie. W następnym dopiero okresie zakupywano obrabiarki nowe. Obecny stan urządzeń Zakładu obejmuje około 50 obrabiarek, z tego:

a) oddział obróbki mechanicznej metali — ogółem 40 obrabiarek: 14 tokarek, z których większość stanowią typy nowoczesne (m. in. f my *Gustloff* z bezstopniową zmianą liczby obrotów wrzeciona); 1 zataczarka, 2 rewolwerówki, 1 automat (*Boehringera*); 3 frezarki, 2 frezarki obwodniowe do kół zębatach, 3 wiertarki, 11 szlifierek (w tym szlifierka do kół zębatach);

b) oddział obróbki drewna — 5 obrabiarek.

Rozwój zakładu postępuje w dalszym ciągu dość szybko.

Jednocześnie odtworzono z pewnymi zmianami konstrukcyjnymi rysunki i modele frezarki obwodniowej do kół zębatach, którą Warsztaty Szkoły Wawelberga produkowały przed wojną. Obecnie są już wykonane wszystkie części i rozpoczęto montaż pierwszej serii 10 sztuk frezarek. W przygotowaniu do produkcji znajduje się ponad to seria 10 sztuk hydraulicznych maszyn do badania wytrzymałości (zrywarek), o sile 30000 kG.

Należy tu wyjaśnić cel wytwarzania maszyn w Szkole Inżynierskiej. Dotychczasowy program nauczania Szkoły tradycyjnie przewidywał zajęcia warsztatowe dla studentów, szczególnie I roku. Zajęcia takie są przewidziane również obecnie w zunifikowanym programie studiów inżynierskich na Wydziałach Mechanicznych. Otóż praktyczne zajęcia warsztatowe w wyższej uczelni technicznej osiągnąć swój cel, jeśli są prowadzone w sposób odtwarzający przemysłowe warunki wytwarzania (t. zw. „produkcja dydaktyczna“) i zapoznają studenta z metodami i formami organizacyjnymi produkcji przemysłowej. Jako przedmiot wytwarzania powinny być wybierane takie obrabiarki czy urządzenia, które potrzebne są w niedużych ilościach i nie są objęte wytwórczością przemysłową; uzyskuje się przez to realną korzyść dla gospodarki ogólnej.

W przyszłości przewidziane jest również wytwarzanie prototypów maszyn i urządzeń.

Obecnie w ramach Zakładu wykonywane są niektóre ćwiczenia laboratoryjne z dziedziny nauki o skrawaniu, w szczególności próby trwałości ostrza, porównawcze próby obrabialności materiałów, pomiary temperatur skrawania, oraz badania obrabiarek i zestawienie ich charakterystyk.

Jednocześnie wykonywane są pomoce dydaktyczne: a) tablice wykładowe, b) modele do nauki o skrawaniu, głównie z dziedziny geometrii narzędzi, oraz c) przygotowywane są do wykonania modele typowych mechanizmów obrabiarek.

Obecnie oczekuje nas opracowanie ćwiczeń laboratoryjnych z obróbki metali przewidzianych w zuniifikowanym programie studiów inżynierskich. Wg zapowiedzi w najbliższym czasie ma być opracowany szczegółowy program studiów dla wszystkich przedmiotów, a więc również dla ćwiczeń laboratoryjnych. Sprawne uruchomienie tych ćwiczeń wg nowego programu w dużej mierze zależy będzie od współpracy zakładów obróbki wszystkich zainteresowanych uczelni technicznych. Rozłożenie prac przygotowawczych w ten sposób, że każdy z zakładów opracowałby część tych zadań i przygotowałby jednocześnie pomoce dla wszystkich pozostałych, w wielkim stopniu zmniejszyłoby trud przygotowania i skróciło czas potrzebny do uruchomienia ćwiczeń laboratoryjnych. Podobnie należałoby wspólnie zamawiać urządzenia, których nie można by wykonać we własnym zakresie przez poszczególne zakłady. Godne zalecenia byłoby również wspólne opracowanie podręcznika instrukcyjnego dla ćwiczeń w laboratorium obróbki metali, na wzór wskazówek do ćwiczeń z metalografii, wydanych przez ś. p. prof. Bröniewskiego na Politechnice Warszawskiej. Trud każdego Zakładu ograniczałby się do wykonania pewnej tylko części zadania.

Osobną grupę stanowią zagadnienia, związane z wykonywaniem w Zakładzie Szkoły Inżynierskiej pewnych prac badawczych dla przemysłu. W tym celu Zakład nasz zadeklarował chęć współpracy już 25 września 1947 r. w liście, skierowanym do Pana Profesora St. Płuzańskiego, a program został wstępnie omówiony na posiedzeniu w Politechnice Warszawskiej w dniu 12 lipca 1948 r.

W pierwszym etapie przewidywalibyśmy wykonanie prac, któreby miały na celu przyswojenie przemysłowi nowych metod obróbki, czy też nowych urządzeń, znanych jak dotąd jedynie z literatury technicznej, lub też niedostatecznie u nas docenianych.

Niejednokrotnie zachodzi potrzeba wykonania pewnych nawet prostych prób i badań w związku z działalnością normalizacyjną w dziedzinie obrabiarek, narzędzi lub wyposażenia, a stanowiących temat prac Komisji Techniki Warsztatowej PKN, która posiada swoją siedzibę w murach Szkoły Inżynierskiej.

Jako zagadnienia, w stosunku do których mógłby zgłosić zainteresowanie nasz Zakład przy rozdziale tematów między poszczególne placówki, wymienię:

a) systematyczne badania nad mechanizacją ręcznej obróbki, które omówił w swym referacie P. Rektor L. Uzarowicz,

b) zagadnienia z dziedziny wyposażenia obrabiarek, a w szczególności badania właściwości i przydatności poszczególnych rodzajów uchwytów normal-

nych. W tej dziedzinie są prowadzone wstępne prace nad uchwytami rozprężnymi i zaciskowymi — nierozciągniętymi, a więc trzpieniami i uchwytami igielkowymi (syst. *Stiebera*) oraz trzpieniami i oprawkami rozprężnymi hydraulicznie.

Podobnie istnieje potrzeba badań porównawczych nad uchwytami tokarskimi — pneumatycznymi oraz uchwytami zaciskowymi przez wirujący z wrzecionem silnik elektryczny,

c) dalsze zagadnienie o dużej doniosłości stanowi sprawa studiów nad budową uchwytów i przyrządów specjalnych ze znormalizowanych elementów. Zagadnieniem tym zajmuje się obecnie Komisja Techniki Warsztatowej PKN; konieczne są tu jednak systematyczne prace doświadczalne,

d) Zakład Szkoły Inżynierskiej przygotowuje się do przeprowadzenia prób nad frezowaniem gwintów (przez zastosowanie przyrządu na tokarce) nożami ze stopów spiekanych o ujemnych kątach natarcia (skorostnej metod nariezania rzeźby). Metoda ta bowiem wg danych literatury radzieckiej pozwala stosować szybkość skrawania rzędu paruset m/min, przy czym czas obróbki może się obniżyć dziesięciokrotnie, w stosunku do czasu toczenia gwintu na tokarce.

Do chwili obecnej prace były w poważnym stopniu hamowane przez brak pomocniczych sił naukowych. Stan ten obecnie radykalnie się poprawia, wobec czego nastąpi poważne uaktywnienie prac. Z wdzięcznością należy przyznaniu przez Ministerstwo Oświaty znacznej liczby etatów asystenckich. Znaczną trudność stanowią braki lokalowe, ale i w tym kierunku w najbliższym czasie nastąpi poprawa.

Korzystając ze sposobności pragnę zwrócić uwagę na ogólnie odczuwaną bolączkę, a mianowicie trudności terminologii technicznej w dziale obróbki skrawaniem. Trudności te są szczególnie wielkie w dziedzinie nowych metod obróbki, geometrii ostrzy narzędzi, obrabiarek czy wyposażenia obrabiarkowego. Tworzenie z konieczności nazw, przez doraźne tłumaczenie z języków obcych, prowadzi do tego, że jednemu i temu samemu pojęciu odpowiada kilka wyrazów. Uniemożliwia to następnie porozumienie, bez odwoływania się do wyrazu obcego. W tej dziedzinie nie można oczekiwać szybkiego załatwienia sprawy przez takie instytucje jak np. Komisja Słownictwa Technicznego PKN, gdyż z natury rzeczy normalizacja obejmuje zagadnienia już dojrzałe, a zatem działa zbyt późno w stosunku do potrzeb nauczania. Podobnie nie można czekać na ukazanie się książek z tej dziedziny, autorzy których zresztą powinni też opierać się na pewnej ogólnie przyjętej terminologii.

Wydaje mi się, że najwłaściwszym rozwiązaniem sprawy byłoby powołanie międzyuczelnianej Komisji, której zadaniem byłoby uzgadnianie słownictwa, a w wyniku pracy stworzenie słownika technicznego z dziedziny obróbki skrawaniem i obrabiarek.

Należy zaznaczyć, że materiały z dziedziny słownictwa narzędziowego już istnieją, opracowane na przyjętych przez PKN kartach terminologicznych.

## DYSKUSJA NAD REFERATAMI ZJAZDOWYMI

### Prof. inż. Burnat. KULT OSTRZA W ROZWOJU OBRÓBKI METALI.

Prof. dr inż. Krupkowski podał kilka uwag o pracy ostrza na podstawie spostrzeżeń własnych. Jakkolwiek praca ostrza jest funkcją wielu zmiennych, prof. Krupkowski uważa, że najistotniejszy wpływ na skrawanie metali, ma zjawisko zmiany właściwości plastycznych materiału skrawanego w okolicy odrywania się wióra. Zjawisko to jest podobne do zjawiska zachodzącego w materiale przy wciskaniu kulki i polega na utwardzeniu materiału skrawanego pod działaniem noża. Analogia tych zjawisk występuje bardzo wyraźnie w ujęciu ich wzorami empirycznymi:

$$P_1 = k F_x \quad \text{w wypadku skrawania}$$

gdzie  $P_1$  oznacza się na nożu,  
 $F$  oznacza przekrój warstwy skrawanej,

$$P_2 = a d_n \quad \text{w wypadku wciskania}$$

gdzie  $P_2$  oznacza siłę wciskającą kulkę,  
 $d$  oznacza średnicę odcisku.

W układzie podwójnie logarytmicznym, podane funkcje przedstawiają się jako dwie proste o przebiegu analogicznym. Interpretację fizyczną współczynnika  $a$  i wykładnika  $n$  prof. Krupkowski wyprowadził na podstawie własnych badań nad zjawiskiem zgniotu. Jako dalsze zmienne funkcji pracy ostrza prof. Krupkowski wymienił strukturę materiału skrawanego i temperaturę skrawania. Wpływ struktury materiału na skrawanie da się łatwo zauważyć, gdy np. do mosiądzu dodamy ołowiu. Otrzymany stop skrawa się całkowicie odmiennie od mosiądzu, wobec zmiany struktury, jaką pociąga za sobą dodatek ołowiu. Odnośnie wpływu temperatury prof. Krupkowski stwierdził, że w wypadku zgniotu, przeprowadzanego w temperaturach wyższych od normalnych, należałoby sprawdzić, w jakim stopniu można odnieść wyniki badań nad zjawiskiem zgniotu kulka, przeprowadzanych w temperaturach normalnych, do zjawiska zgniotu, występującego przy skrawaniu, gdzie temperatury dochodzą do kilkuset stopni.

Dyr. inż. Malkiewicz zapytał Prof. Burnata, jakie stale narzędziowe proponuje do obróbki małymi wiórami.

Prof. Burnat podał, że uważa za korzystne stosowanie stali o dużej zawartości C i V, która daje łatwość użytkowania odpowiedniego ostrza. W ramach współpracy Polsko-Czeskiej były omawiane projekty norm stali narzędziowych. Czesi uznali za niezbędne wstawienie do norm stali szybko tnącej o dużej zawartości C i V uważając, że stal taka jest bardzo przydatna do obróbki wykańczającej. W Polsce wprowadzono do norm tę stal tytułem próby.

Asyst. inż. Latour odczytał krótki referat.

Temat omówiony przez p. prof. Burnata wiąże się z zagadnieniem podniesienia wydajności narzędzi tnących. Zagadnienie to jest szczególnie aktualne w obecnej dobie wzmożonego tempa odbudowy kraju i tempa produkcji. Wysuwa się hasła zwiększenia szybkości skrawania. Zwiększenie szybkości pociąga w konsekwencji skrócenie czasu produkcji, pełniejsze wykorzystanie obrabiarek, podwyższenie gładkości powierzchni i potaniecie produkcji. Hasło to stawia nowe wymagania narzędzi, a w szczególności przystosowania się do podwyższonej temperatury

skrawania. Najlepszym rozwiązaniem byłoby powszechne zastosowanie spiekanych węglików do skrawania. W naszych jednak warunkach stale narzędziowe, a szybko tnące w szczególności, wciąż są najszerzej stosowanym materiałem narzędziowym.

Podwyższenie wydajności narzędzi szybko tnących można osiągnąć dwoma drogami:

1) przez maksymalne wydobycie dodatnich cech z materiałów narzędziowych drogą polepszenia procesów technologicznych,

2) przez dokładną znajomość tego materiału, a więc posiadanie jego charakterystyki.

Odnośnie punktu pierwszego to wpływ na podwyższenie wydajności mogą wywierać tak producenci jak i odbiorcy. Producenci — drogą polepszenia metod obróbki plastycznej, przez co uzyskamy równomierny rozkład węglików w strukturze, odpowiednie ziarno, oraz — przez zwiększenie kontroli fabrycznej w celu niewypuszczania półfabrykatów wadliwych, a więc popękanych, przegrzanych itp. Odbiorcy mają wpływ na podniesienie wydajności narzędzi przez stosowanie właściwych marek stali do danego rodzaju obróbki, należyty dobór kształtów narzędzia i warunków skrawania. Główne możliwości tkwią jednak w polepszeniu metod obróbki cieplnej. W tej dziedzinie możemy wiele jeszcze działać. Jak wiemy stale szybko tnące posiadają dużą odporność na wysokie temperatury, czyli zdolność zachowywania w podwyższonych temperaturach skrawania dużej twardości, odporności na ścieranie i odpuszczanie zmiękczające. Wymagają one jednakże prawidłowej obróbki cieplnej. Zwłaszcza dotyczy to stali niskostopowych. Brak należytych urządzeń do obróbki cieplnej uniemożliwia stosowanie optymalnych warunków przy obróbce cieplnej, skutkiem czego bardzo często hartuje się w temperaturach zbyt wysokich, co powoduje, że narzędzie jest kruche i pokryte rysami, lub zbyt niskich, przy których nie uzyskuje się odpowiedniej struktury i związanej z nią odporności na temperaturę i ścieranie. Z tych powodów np. usunięto z ostatniego projektu normy hutniczej stali szybko tnących stal oszczędnościową, ekonomiczną SV 3, ponieważ odbiorcy nie mogli poradzić sobie z obróbką termiczną tej stali mimo, że przeprowadzone ostatnio badania wykazały jej wysokie walory. Również spopularyzowanie takich metod obróbki cieplnej jak np. cjanowanie narzędzi, wpłynie na podniesienie ich trwałości. Znaną jest rzeczą, że zabieg ten podnosi mniej więcej dwukrotnie trwałość narzędzia przez swój wpływ na obniżenie temperatury skrawania dzięki zmniejszeniu wielkości tarcia wióra i materiału skrawanego o narzędzie, oraz na skutek podniesienia twardości i gładkości warstwy zewnętrznej powierzchni natarcia i przyłożenia. Cjanowanie wpływa również bardzo korzystnie na ścieralność materiału narzędzia. Zastosowanie tego zabiegu uniemożliwione było dotychczas na skutek zrujnowania warsztatów i laboratoriów przez wojnę, powinno jednak być wzięte pod uwagę w najbliższej przyszłości.

Drugą drogą podniesienia wydajności, jak już zaznaczyłem, jest posiadanie dokładnych charakterystyk materiałów narzędziowych w postaci funkcji  $T=f(v)$ ,  $T=f(t)$ , lub funkcji  $f$  wyprowadzonych w referacie prof. Biernawskiego. Posiadanie takich charakterystyk pozwala kalkulatorom obróbki na taki dobór warunków skra-

wania, aby praca była ekonomiczna. Powstaje więc konieczność badań materiałów narzędziowych dla wszystkich rodzajów obróbki w celu uzyskania tych charakterystyk. Potrzebne więc są odpowiednie metody badawcze. Jeżeli chodzi o próby przy toczeniu, to rozwinięta metoda *van Dongena* zdała egzamin i jest dojrzała do prób w warunkach warsztatowych. Przy toczeniu mamy jeszcze szereg innych dobrych metod tak, że jest ono nawet dość dobrze pod tym względem opracowane. Dla innych rodzajów obróbki metody badań nie zostały jeszcze dostatecznie opracowane, tak że trudno byłoby zestawić odpowiednie tablice kalkulacyjne. Opracowanie tych metod powinno być przede wszystkim wzięte pod uwagę. Uwzględnienie potrzebnych inwestycji w naszych hartowniach przyczyni się do ekonomizacji produkcji i gospodarki stalami szybko tnącymi, które są naszym najdroższym materiałem narzędziowym.

*Prof. inż. Oska* zwrócił uwagę na różne sposoby podchodzenia do zagadnienia obrabialności materiału. Odnosnie metody kalorymetrycznej *prof. Oska* prosił prelegenta o podanie wyników jego badań w tej dziedzinie, gdyż badania przeprowadzone tą metodą w Warszawie nie dały pozytywnych rezultatów.

*Prof. Burnat* podał do wiadomości, że odpowiedni artykuł jest w opracowaniu i ukaże się w druku.

*Asyst. inż. Pietrzkiwicz* podał kilka uwag z własnej praktyki na temat azotowania i cjanowania narzędzi. Cjanowanie i azotowanie przedłuża życie narzędzi tnących, stosowanych do obróbki wykańczającej, wskutek zmian w strukturze bardzo cienkiej warstewki na powierzchni narzędzia. Badania w sumie dały rezultaty rozbieżne: dodatnie i ujemne. Dobre wyniki otrzymuje się dla rozwiertaków wykonanych ze stali szybko tnącej, co ma swoją wartość ze względu na trudność stosowania płytek spiekanych do tego rodzaju narzędzi. Podkreślić należy, że procesom cjanowania i azotowania poddawane są gotowe narzędzia, które po tych zabiegach nie wymagają żadnej dodatkowej obróbki. W Zakładach P. Z. L. próbowano też przedłużyć okres trwania narzędzia przez twarde chromowanie. Metoda ta okazała się niepewną, wskutek nie zawsze dostatecznej przyczepności warstewki chromu.

Na zapytanie *dyr. inż. Baurkiego* zabrał z kolei głos *dyr. inż. Jabłoński* na temat utwardzania narzędzi przy pomocy zamrażania. Proces ten polega na oziębieniu zahartowanego narzędzia ze stali szybko tnącej do temperatury około  $-100\text{ C}$ , przy czym pozostały jeszcze austenit przechodzi częściowo w martenzyt, co powoduje zwiększenie twardości. Należy zwrócić specjalną uwagę, aby austenit nie przeszedł całkowicie w martenzyt, gdyż powoduje to wybitną kruchość powierzchni. *Prof. inż. Biernawski* wyjaśnił, że Amerykanie stosowali do tych procesów stal wolframową i uzyskali zwiększenie wydajności narzędzia, natomiast Anglicy, hartując narzędzia ze stali szybko tnącej typu Momax (8% molibdenu), nie uzyskali zwiększenia wydajności narzędzi. W zakończeniu dyskusji zabrał głos *dyr. Malkiewicz*, który przedstawił zebrane przez siebie dane odnośnie produkcji i zużycia stali szybko tnącej w Anglii i Polsce. Na podstawie tych danych stwierdził, że stosunek zużycia stali szybko tnących do całkowitego zużycia stali jest większy w Polsce niż w Anglii, z czego wysuwa wniosek, że w Polsce wskutek braku odpowiednio wyposażonych hartowni narzędziowych i wyszkolonych hartowników produkowana stal szybko tnąca jest źle wykorzystywana.

*Asyst. inż. Kaczmarek*. Świadomość konieczności korekcyj wzorów obróbkowych ze względu na zachodzące odkształcenia plastyczne, utwardzenia, tarcie powierzchniowe i wewnętrzne, uwidacznia się w badaniach współczynnika spęczania. Niektórzy badacze jak *Krimouchow*, *Krzysztof* stworzyli nawet już nowe wzory, uwzględniające wyżej wymienione zjawiska. Są one oparte jednak na niedostatecznie zbadanych założeniach, bowiem dają wyniki zbyt odbiegające od rzeczywistości. Pomoc musi przyjść ze strony teorii plastyczności. Badania, przeprowadzone w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, pozwoliły stwierdzić przebieg zależności współczynnika spęczania stali węglowej i automatowej od przekroju warstwy skrawanej, szybkości skrawania, posuwu, głębokości, jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej, współczynnika kształtu wióra i oporu właściwego skrawania.

#### *Prof. inż. L. Uzarowicz*: ZAGADNIENIE PRACY RĘCZNEJ.

*Prof. dr. inż. Krupkowski* przytacza przykład właściwego podejścia do tego zagadnienia zagranicą. We Francji są specjalne szkoły dla pracowników precyzyjnych z uwagi na to, że prowadzenie ucznia przez warsztaty pracy ciężkiej przemęcza jego mięśnie, co ma bardzo ujemny wpływ na możliwość wykonywania delikatnych i dokładnych robót w przyszłym zawodzie mechanika precyzyjnego. Uczniów takich szkół kształci się w praktyce tylko na specjalnych precyzyjnych robotach i to w pierw przez samą obserwację pracy, następnie przez wykonywanie bardzo prostych robót, które z biegiem czasu przechodzą na coraz bardziej skomplikowane. Taka szkoła funkcjonuje przy fabryce G. S. P. w Chateaudun. *Prof. Krupkowski* uważa, że obecne szkolnictwo zawodowe winno w podobny sposób rozwiązać zagadnienie robót precyzyjnych.

*Prof. inż. Kuczyński* zwrócił uwagę na wielką podatność do pracy ręcznej zmechanizowanych narzędzi, które nazwał pseudo-obrabiarkami. Zagranicą narzędzia takie są stosowane powszechnie i w każdej dziedzinie pracy ręcznej. Należałoby zdaniem *prof. Kuczyńskiego* ustalić i opracować pewne typy takich pseudo-obrabiarek w odpowiednich zakładach naukowych i rozpowszechnić stosowanie ich w przemyśle.

*Prof. inż. Uzarowicz* potwierdza konieczność zastąpienia ciężkiej pracy fizycznej człowieka pracą narzędzia zmechanizowanego. Jako przykład tej konieczności podaje fakt słabego dopływu młodzieży rzemieślniczej do odlewni, wskutek zbyt ciężkiej pracy, która uczniów zniechęca. Formierze, zmęczeni ciężką pracą ubijania, nie wykonują później należyte wygładzania, względnie sprawia im to trudności. Podobnie należałoby skrobanie zgrubne ręczne zastąpić skrobaniem za pomocą odpowiedniego narzędzia zmechanizowanego dla ułatwienia późniejszego skrobania wykańczającego.

#### *Prof. inż. W. Biernawski*. WPŁYW JEDNOSTKOWEJ DŁUGOŚCI CZYNNEJ KRAWĘDZI TNĄCEJ NA UPROSZCZENIE I ZWIĘKSZENIE DOKŁADNOŚCI WZORÓW OBRÓBKOWYCH.

*Prof. dr. inż. Kuczyński* zapytał w jakim stosunku pozostają wzory i wykresy wielkości obróbkowych w zależności od jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej, podane w referacie, do funkcji tych wielkości podawanych w literaturze niemieckiej.

Prof. inż. Biernawski w odpowiedzi stwierdził, że nie można mówić o zgodności między wzorami z literatury niemieckiej, a wzorami wyprowadzonymi w Zakładzie Mechanicznej Obróbki Materiałów ze względu na to, że literatura niemiecka (AWF) podaje jedynie i tylko dla ostrza ze spiekanych stopów funkcje  $V_{240} = f(m)$  i  $V_{480} = f(m)$ , przy obróbce stali i stopów magnezowych, gdzie  $m$  oznacza przeciętną grubość warstwy skrawanej, podczas gdy funkcje podane w referacie dotyczą zależności  $k_s = f(j)$  oraz  $V_{60} = f(j)$  dla narzędzia z normalnej stali szybko tnącej (SW 18) przy obróbce stali, żeliwa, staliwa, stopów kolorowych i stopów lekkich.

Dyr. inż. Malkiewicz zapytał, czy podane przez niego funkcje  $V_{60}$  w zależności od  $j$  dotyczą ściśle określonego narzędzia pod względem kształtu i materiału.

Prof. Biernawski dał odpowiedź twierdzącą.

Asyst. inż. Pietrzkiemcz podkreśla słuszność uwagi na temat niewłaściwej obróbki cieplnej narzędzi skrawających. Zapomina się często o właściwej roli odpuszczania narzędzi. Twardość w temperaturze pokojowej i twardość w czasie pracy jest zależna od obróbki cieplnej, a zwłaszcza od odpuszczania. Referent zwraca uwagę na mało przestrzeganą własność stali szybko tnących, że wytrzymałość ich wzrasta po odpuszczeniu mniej więcej dwukrotnie w porównaniu do stali szybko tnącej nie odpuszczanej.

Asyst. inż. Popielski zwraca uwagę na radzieckie badania zestawów kołowych w zakresie kolejnictwa oparte na pomiarze stopnia gładkości powierzchni współpracujących piasty i czopa, w wyniku których to badań radzieckie ministerstwo komunikacji wprowadziło znormalizowane metody obróbki tychże zestawów. Referent przytacza dane wg artykułu Zobnina, zamieszczonego w czasopiśmie „Więstnik Maszynostrojenia”.

Prof. inż. Burnat zwraca uwagę, że mały rozrzut punktów pomierzonych na wykresach z prób metodą promieniowego toczenia jest wynikiem jednorodności materiału specjalnie przygotowanego. Uczni radzieccy stosując do prób krawki cięte z prętów otrzymanych bezpośrednio z hut, zatem warunki próby są bardziej zbliżone do rzeczywistych, a wyniki badań są bardziej przekonywujące.

Prof. inż. Biernawski wyjaśnia, że próba promieniowego toczenia ma na celu określenie wydajności narzędzia, a nie obrabialności materiału skrawanego, należy ustalić warunki typowe, do których między innymi należy jednorodność materiału skrawanego. Materiał brany bezpośrednio z hut, a więc o niezupełnie jednorodnym składzie, daje większy procent wyników przypadkowych. Dlatego też, próba promieniowego toczenia winna odbywać się na materiale dobranym, jednorodnym. W wypadku natomiast określania tą metodą obrabialności materiału referent uznaje słuszność uwag prof. Burnata.

Prof. dr inż. E. Kuczyński — **ZAŁOŻENIA WYTYCZNE KONSTRUKCJI OBRABIAREK.**

Prof. inż. Szymanowski Dotychczasowe metody projektowania skrzynek posuwów wiertarek opierają się na stosowaniu szeregów jednoilorazowych, przy czym wartość ilorazu przyjmowana jest w oparciu o wartości krańcowe, wskutek czego część stopni obrotów w praktyce nie jest wykorzystywana. Istnieje możliwość bardziej ekonomicznego rozwiązania skrzynek posuwów,

polegająca na zastosowaniu szeregów dwuilorazowych. Prof. inż. Szymanowski podaje przykłady ustalenia ilości stopni posuwów przy zastosowaniu szeregów dwuilorazowych na t.zw. siatkach nierównomiernych *Germana* (siatki strukturalne), na których obrazuje możliwość uzyskania zagęszczenia lub rozrzedzenia stopni posuwów w założonych przedziałach.

Asyst. inż. Kaczmarek Analiza nomograficzna przydatna jest w jeszcze większym stopniu kalkulacji technicznej niż konstruktorowi. Uwzględnione być muszą: materiał skrawany, narzędzia i obrabiarka. Związek ten określają odpowiednie wzory, odnośnie narzędzia — materiał jego i geometria stała, zaś okres ekonomicznej trwałości narzędzia daje się wyznaczyć dla poszczególnych typów obróbki i produkcji. Uniwersalny nomogram winien dać odpowiedź w dwu zasadniczych zagadnieniach: maksymalne wykorzystanie obrabiarki oraz właściwe rozplanowanie obróbki. Tego typu nomogram odnośnie toczenia opracuje Zakład Mechanicznej Obróbki Materiałów.

Prof. inż. W. Biernawski — wykazuje typową wielotorowość wysiłków poszczególnych ośrodków naukowych, np. w konkretnym przypadku badań nad wierceniem, prowadzonym niezależnie i bez przekazywania sobie wyników przez ośrodek Wrocławski i Krakowski. Jest to jeszcze jednym dowodem konieczności skoordynowania prac naukowych.

Prof. E. T. Geisler. **OMÓWIENIE TREŚCI WYKŁADÓW I ĆWICZEŃ Z OBRABIAREK I OBRÓBKĄ METALI W ZWIĄZKU Z DWUSTOPNIOWOŚCIĄ WYŻSZEGO SZKOLNICTWA.**

Prof. dr inż. Affanasowicz nawiązując do omawianych przez prof. Geislera trudności realizacji programu na Politechnice Gdańskiej podaje metodę postępowania Zakładu Obrabiarek Politechniki Gliwickiej, którego jest kierownikiem. Prócz trudności natury ogólnej (brak tradycji) natrafiono na duże trudności finansowe, gdyż podstawą była dotacja 450.000 złotych. Zakład zwalczył te trudności drogą pracy zarobkowej — remontu obrabiarek dla miejscowych Zjednoczeń. Dzięki uzyskanym tą drogą funduszom w ciągu 2,5 lat pracy bez pomocy i subwencji przy Zakładzie Obrabiarek powstało Laboratorium wyposażone w 19 obrabiarek, w tym 11 fabrycznie nowych, 5 pochodzących z roku 1941—1943 i 3 stare. W roku bieżącym Laboratorium to może przepuścić 160 studentów Wydz. Mechanicznego i 200 studentów Wydz. Elektrycznego Politechniki Gliwickiej.

Prof. inż. Uzarowicz — w sprawie pomocy naukowych. Brak pomocy naukowych dla wszystkich uczelni krajowych — może z wyłączeniem Akademii Górniczej — zmusza do szybkiego ich uzupełniania.

Prof. inż. Uzarowicz zgłasza konkretną propozycję opracowania wykazu najniezbędniejszych pomocy naukowych i realizacji planu ich wytwarzania w sposób skoordynowany. Referent zwraca uwagę, że np. brak przyrządów pomiarowych w kraju powoduje trudności w braku wykonywanych seryjnie wyrobów. SIMP ze swej strony wysuwał już propozycję zwołania specjalnej konferencji w tym celu.

W sprawie dwustopniowego nauczania podkreślić należy cele dwustopniowości w nauce: wyszkolenie pracowników dla potrzeb przemysłu (biura i produkcja) jest celem stopnia pierwszego. Stopień drugi ma przygotować kandydatów do prowadzenia badań naukowych w insty-

tutach i stworzyć przyszłe kadry uczonych. Nowe programy zdają się wymagać stworzenia nowej komisji korelującej, szczególnie dla programu drugiego stopnia. Celem takiej komisji byłoby zebranie i dostarczenie Ministerstwu Oświaty danych programowych. Referent podkreśla za prof. inż. Szymanowskim konieczność uzgodnienia z przemysłem programu ćwiczeń z zakresu konstrukcji obrabiarek, oraz konieczność wprowadzenia do programu zagadnień z konstrukcji obrabiarek nowoczesnych. Referent kończy apelem do organizatorów Zjazdu, by liczne wnioski, dezyderaty i uchwały podlegały realizacji wg ustalonego przez Zjazd programu.

*Prof. inż. W. Biernawski* — w uzupełnieniu wypowiedzi prof. inż. Uzarowicza — stawia konkretny wniosek o stworzenie komisji koordynacyjnej w zakresie nauki i nauczania i wybrania jej członków.

Poza tym, jako odpowiedzialny za utworzenie sieci łączników, zwraca się z prośbą o ich wybranie (w zakresie obróbki materiałów i obrabiarek). Zadaniem łączników jest nawiązanie kontaktu z wszystkimi fachowcami danej dziedziny oraz przygotowanie projektu wydawnictw

naukowych i dydaktycznych, które mają być wydawane przez Radę Główną Szkół Wyższych.

*Adj. inż. Miłoś* stwierdza na podstawie własnych obserwacji niski poziom wiedzy studentów. 80% studentów otrzymuje noty tylko dostateczne. Wina tu leży nie tylko po stronie studentów. Wiedza jest źle podawana przez wykładowców. Między innymi należy zwrócić uwagę na zrozumiałość rysunków tablicowych. Kontakt wykładowców z uczniami winien być stały i bardziej bezpośredni. Radząc o ulepszaniu obróbki materiałów martwych nie należy pomijać sprawy wychowywania studentów — urabiania materiałów żywych.

*Rektor prof. dr Goetel* — zwraca się z gorącym apelem do uczestników Zjazdu o szerokie rozpowszechnienie postulatów i uchwał Zjazdu i podkreśla fakt, że jest to pierwszy tego typu zjazd „w płaszczyźnie poziomej“, tj. wszystkich Zakładów i Ośrodków Naukowych o wspólnym kierunku pracy. Rektor Goetel udzielił zapewnienia, że uzyskanie środków finansowych na publikację uchwał oraz referatów zjazdowych będzie możliwe.

## ARTYKUŁY OGÓLNE

### Laboratorium podstaw budowy maszyn czynnikiem postępu w dziedzinie budownictwa maszynowego

*Prof. dr inż. WACŁAW MOSZYŃSKI*

Prof. dr Bohdanowi Stefanowskiemu poświęcam tę pracę, pragnąc tym zaznaczyć, iż z Jego słów i czynów czerpałem jej myśl przewodnią.

*Podstawowa rola Elementów Maszyn w kształceniu inżynierów mechaników. — Wpływ C. Bacha na ukształtowanie się tej dziedziny nauk technicznych. — Historia Katedry Części Maszyn na Politechnice Warszawskiej; prace programowe związane z nią Zakładu i konieczność oparcia ich na laboratoryjnych pracach badawczych. — Prace te — nieodzownym uzupełnieniem badań teoretycznych i studiów konstrukcyjnych. — Podział ról i wzajemne ustosunkowanie się laboratoriów uczelnianych i przemysłowych instytutów badawczych. — Współpraca laboratorium Podstaw Budowy Maszyn z innymi laboratoriami Politechniki Warszawskiej. — Program pracy Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn i przewidywania odnośnie jego rozwoju.*

Jedną z podstawowych katedr Wydziałów Mechanicznych w technicznych uczelniach akademickich jest Katedra Części Maszyn<sup>1)</sup>. Nazwa ta nie jest właściwa. Nie powinno się jednak przywiązywać zbyt wielkiej wagi do tego, czy nazwa dawno powstałej katedry określa dość ściśle treść związanej z nią dziedziny nauki, jeżeli zakres jej, z biegiem lat i naturalnym postępowaniem wiedzy, ulega pewnym zmia-

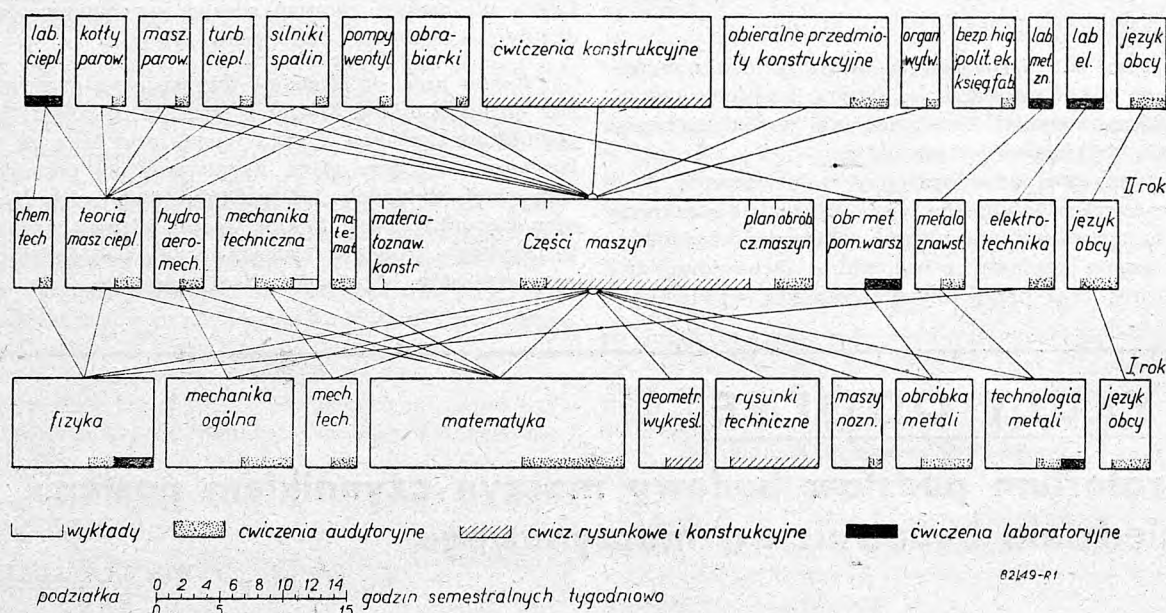
nom. Nowo tworzone katedry należy, oczywiście, nazywać możliwie ściśle. Dawne nazwy dawnych katedr mają swoją wymowę i historyczne znaczenie. W danym przypadku istotnie nazwa Części Maszyn, lub raczej Elementów Maszyn, była ongiś uzasadniona, gdyż odnośny przedmiot wykładowy obejmował dość wąsko ujęte działy, poświęcone różnym typowym, w ten lub inny sposób uszeregowanym elementom maszynowym. I dziś jeszcze ten stan rzeczy ma miejsce, i jest zupełnie usprawiedliwiony w średnich technicznych szkołach zawodowych. Byłby on jednak teraz już nie do pomyślenia w tych uczelniach technicznych, które nie zatrzymują się na szczeblu szczegółów konstrukcyjnych, lecz ogarniają określone i skończone całości maszyn i urządzeń, a więc w każdym razie na Wydziałach Mechanicznych Politechnik. Jeżeli jednym z celów do którego zmierzają ich wychowankowie, jest opanowanie budowy maszyn, to przedmiotem, będącym przygotowaniem do tego celu, są Podstawy Budowy Maszyn. Można byłoby postawić zarzut, iż nazwa ta jest zbyt rozległa. W nadanym bowiem jej tu znaczeniu nie obej-

<sup>1)</sup> Lub Elementów Maszyn. Zaznaczmy na marginesie, iż oba związane z tymi nazwami pojęcia — części maszyn i elementów maszyn — mogą i powinny być wyraźnie zróżniczkowane i, ku wzbogaceniu języka, równoległe używane. Pod częściami maszyn powinniśmy rozumieć składowe części maszynowe, z jakich każda maszyna lub mechanizm zostały złożone. Natomiast pod elementami maszyn należy rozumieć najprostsze zespoły części maszynowych, zazwyczaj utworzone przez cząstki tych części. Np. czop korbowy, korbówód, panwie, sworzeń i wodzik stanowią części maszynowe; zespoły czop-panew-leb korbowodu, oraz ucho korbowodu — panew — sworzeń — wodzik stanowią elementy maszynowe.

muje tak ważnej i podstawowej dla budowy maszyn dziedziny, jak termodynamika, dziś często nazywana teorią maszyn cieplnych<sup>2)</sup>. Zauważmy jednak, iż maszyny, których praca oparta jest na zasadach termodynamiki, mimo iż zajmują najpocześniejsze miejsce, stanowią tylko część maszyn. Ogromna większość ich nie ma z tymi podstawami nic, lub prawie nic wspólnego, podobnie jak i z inną podstawową dziedziną, jaką jest hydromechanika, nie mówiąc o aerodynami-

niczny jest przecież we wszystkich bez wyjątku naukach.

Gdybyśmy ujęli w schemat synoptyczny całość powiązań, zachodzących między różnymi przedmiotami, wykładanymi na Wydziałach Mechanicznych politechnik, uderzyłoby nas „centralne” położenie, jakie w schemacie tym zajmują Części Maszyn. Skupiają one w swym polu większość linii wiązaniowych, idących z dołu i rozchodzących się ku górze, oraz sta-



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie obciążenia kursu inżynierskiego (III-ci rok — wg programu oddz. ogólnokonstrukcyjnego) poszczególnymi przedmiotami i ich wzajemnych powiązań. (Program III-go roku nie jest jeszcze ostatecznie ustalony).

ce. Tymczasem wszystkie bez wyjątku maszyny tkwią mocno w Elementach Maszyn<sup>3)</sup>, dla których głównymi podstawami są mechanika ogólna i techniczna, nazywana dziś u nas stereomechaniką<sup>4)</sup>, oraz encyklopedie technologii metali. W tym ujęciu rzeczy termodynamika i hydromechanika są dodatkowymi naukami podstawowymi w odniesieniu do ważnych, lecz szczególnych dziedzin budownictwa maszynowego. Nie mogą więc odebrać Elementom Maszyn prawa do nazwy — Podstawy Budowy Maszyn, jeżeli ta dziedzina wiedzy ma być czymś więcej, niż zbiorem wąsko ujętych wskazówek, oraz wzorów konstrukcyjnych i obliczeniowych. To, iż ogrom materiału zmusza nas do podzielenia go na bardziej lub mniej logicznie powiązane działy, wykładane w określonej kolejności, w niczym nie zmniejsza podstawowego charakteru Elementów Maszyn; podobny podział ko-

nowią największą część obciążenia godzinowego drugiego roku studiów (rys. 1).

Z drugiej strony uderzającą rzeczą jest to, iż Elementy Maszyn są jedynym z podstawowych przedmiotów technicznych (pomijając przedmioty czysto teoretyczne), którego studiowanie jest całkowicie pozbawione oparcia o laboratorium. Przyczyn tego należy doszukiwać się w tym, iż tę dziedzinę wiedzy technicznej przyzwyczajono się uważać za czysto konstrukcyjną. Przez długie dziesiątki lat rozwijała się ona w całej niemal Europie pod przemożnym wpływem *C. Bacha* i jego olbrzymiej spuścizny. Jej widocznym obrazem był pierwszy w literaturze światowej wielki podręcznik Elementów Maszyn, który od 1880 roku do 1898 r. doczekał się 7 wydań, by w 1924 r., a więc po trzydziestu kilku latach, ukazać się po raz ostatni w swym dwunastym z kolei niemieckim wydaniu, nie mówiąc o przekładach na szereg innych języków. Otóż zauważmy, iż oparciem dla prac *Bacha* było w pierwszej linii jego laboratorium w Stutgardzie, jakkolwiek punktem wyjściowym dla zajętej przez niego pozycji w świecie technicznym było spopularyzowanie klasycznych prac *Woehlera* nad zmęczeniem materiałów. Zróżniczkowawszy trzy rodzaje obciążeń — stałych, tętniących i wadłowych, dopuścił dla nich naprężenia w stosunku  $1 : \frac{2}{3} : \frac{1}{3}$ . Założenie to, wysnute ze żmudnych, wieoletnich doświadczeń laboratoryjnych, stało się

<sup>2)</sup> Zdaje się, iż pierwsza, dawniejsza nazwa jest mimo wszystko lepsza od późniejszej, jako bardziej ogólna. Nie można chyba bowiem nazwać sprężarki maszyną cieplną, podobnie jak nie nazwalibyśmy hamulca urządzeniem cieplnym. Lecz nie przywiązujemy wagi do nazw.

<sup>3)</sup> Zaczynając dużymi literami, zaznaczamy iż chodzi o nazwę przedmiotu wykładanego.

<sup>4)</sup> Przyjęcie tej nazwy pozwala przenieść nazwę mechaniki technicznej na przedmiot dotychczas nazywany mechaniką ogólną, będący właściwie połączeniem mechaniki teoretycznej i stosowanej.



w owym czasie punktem przełomowym dla budowy maszyn. Przyglądając się piśmiennictwu technicznemu owych 30 lat w dziedzinie elementów maszyn, można byłoby powiedzieć, iż dotrzymywało ono kroku starzejącemu się *Bachowi*. Jego następca po piórze, *F. Roetscher*, w swym podręczniku, wydanym w 1927 — 1929 r., dał dużo nowych „elementów”, ale poza tym nie wniósł wiele nowego. Jego laboratorium w Akwizgranie nie dało się szerzej poznać. O wiele lepiej udało się unowocześnić podręcznik w głębszym znaczeniu słowa *M. ten Boschowi* z Zurychu, który w 1929 r. wydał zbiór zeszytów, składających się na jednolitą całość, tworzącą duży tom. Zwłaszcza drugie wydanie z 1940 r. wypadło bardzo dobrze, jakkolwiek materiał ujęty jest dość niejednolicie. I znów niemałą rolę odegrać w tym musiało tamtejsze laboratorium badawcze. Z innych laboratoriów wymienić należy darmsztadzkie, pracujące pod kierunkiem *A. Thuma*. Podajmy jeszcze tu nazwiska *O. Foeppla*, spadkobiercy *Woehlera* w Brunświku i *O. Grafa*, spadkobiercy *Bacha*. Wymieniliśmy tu przeważnie Niemców, gdyż w tej dziedzinie, musimy to przyznać, Niemcy przodowały krajom nie tylko metrycznym, mimo iż u schyłku lat *Bacha* był okres, gdy Anglosasi wyraźnie ich wyprzedzili, zapoczątkowując piękne prace w dziedzinie zmęczenia metali. W dziedzinie elementów maszyn wpływ Anglosasów najsilniej przejawiał się w odniesieniu do napędów zebatych; prace *W. Lewisa*, *S. S. Bartha*, a zwłaszcza *E. Buckingham*, oparte na licznych badaniach, są dziś ogólnie przyjętą podstawą większości obliczeń. Spośród obszernych prac rosyjskich należy wymienić tu z dawniejszych — podręczniki *M. N. Berlona*, z nowszych — podręczniki *W. A. Dobrowolskiego*. Ożywiona działalność rosyjskich badaczy zaznaczyła się wyraźnie w teorii mechanizmów.

W dziedzinie elementów maszyn od dość dawna istniały obszerne podręczniki, zawierające mnóstwo tablic i materiału pomocniczego w postaci gotowych wzorów (dawne podręczniki *H. Haedera*, oraz nowe zbiorowe opracowania rosyjskie, które a priori wszystko rozwiązywały. Ułatwiało to pracę przeciętnym konstruktorom, odwodziło jednak zdolniejszych spośród nich od dociekań, a przede wszystkim czyniło pozornie zbędnymi wszelkie badania laboratoryjne. Nikt nigdy nie podał w wątpliwość potrzeby istnienia przy Wydziale Mechanicznym laboratoriów: maszynowego z działem cieplnym i zazwyczaj wodnym, jak również wytrzymałościowego. W miarę rozwoju i pogłębiania studiów zaczęły masowo tworzyć się laboratoria metalograficzne i obróbkowe. Laboratoria Elementów Maszyn pozostały nieliczne i nigdy nigdzie nie były uważane za nieodzowne wyposażenie Wydziału Mechanicznego Politechniki<sup>5)</sup>.

<sup>5)</sup> Dowodem tego może być np. to, iż na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej w okresie poprzedzającym pierwszą wojnę światową, było czynne dość duże Laboratorium Części Maszyn, obejmujące również muzeum, które zwłaszcza w dziele teorii mechanizmów było dobrze wyposażone. W latach dziesiątych prowadził je inż. S. Okolski. Po owej wojnie laboratorium to nie zostało uruchomione.

Wystarczały podręczniki, zasilane od czasu do czasu nowymi danymi, najczęściej pochodzącymi wprost od wytwórców, zalecających swe wyroby, rzadziej pochodzącymi z laboratoriów z innych, pokrewnych dziedzin.

W Politechnice Warszawskiej losy Katedry Części Maszyn były dość chwiejne. W chwili obejmowania Politechniki przez polski świat naukowy pierwszym profesorem części maszyn został dziekan i organizator Wydziału Mechanicznego, prof. *Cz. Witoszyński*. Idąc jednak ku swym właściwym zamiłowanym po paru latach przekazuje wykłady zastępczo inż. *J. Wojciechowskiemu*, lecz już po roku przejmuje je prof. *M. Broszko*. Jednak w r. ak. 1927/28 katedra ulega przemianowaniu na Katedrę Mechaniki Ogólnej, a więc tym samym likwidacji. Wykłady i kierownictwo Zakładu, prowadzącego studenckie ćwiczenia konstrukcyjne z Części Maszyn, objęli łącznie prof. *B. Tolloczko* i prof. *W. Suchowiak*. Po kilku latach Wydział doszedł jednak do przekonania, iż należy restytuować Katedrę Części Maszyn. Okazję po temu nadarzyło osierocenie Katedry Organizacji Pracy przez prof. *K. Adamieckiego*. Przemianowanie jej na Katedrę Części Maszyn i powołanie na nią podpisanego nastąpiło w r. 1937.

Od pierwszej chwili objęcia Katedry i Zakładu postawiłem sobie za cel: 1) niezwłoczne danie studentom pomocy do ćwiczeń konstrukcyjnych, 2) opracowanie obszernego, akademickiego podręcznika podstaw budowy maszyn, 3) przystąpienie do stworzenia Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn. Punkt pierwszy zamierzeń został urzeczywistniony w r. ak. 1937/38. Jednocześnie zapoczątkowałem gromadzenie materiałów do podręcznika, zamierzając przystąpić do opracowywania go w końcu 1939 r. Jednocześnie na rok 1940 planowałem objazd kilku zachodnio-europejskich laboratoriów podstaw budowy maszyn, by, w oparciu o zdobyte doświadczenie, opracować plany laboratorium Politechniki Warszawskiej. Wybuch wojny przekreślił to wszystko. Dopiero w końcu 1942 r. mogłem przystąpić do opracowywania podręcznika, doprowadzonego z wybuchem powstania do blisko  $\frac{3}{4}$  objętości. Materiały przygotowane do wydania podręcznika jesienią 1944 r. w postaci skryptu, spłonęły. Rękopis ocalał jednak niemal w całości. Uznając za niewykonalny druk obszernego podręcznika w ówczesnych warunkach, jesienią 1945 r. przystąpiłem do opracowania podręcznika skróconego; pracę zakończyłem latem 1946 roku. W rok później Instytut Wydawniczy SIMP przystąpił do druku podręcznika w trzech odcinkach; jesienią 1949 r. całość będzie wydana. Nieco później ukaże się od dwóch lat opracowany już dział Elementów Maszyn poradnika „Mechanik”. Ponieważ najważniejsze pomoce do ćwiczeń konstrukcyjnych są już wydane, można uważać, iż od strony konstrukcyjno-dydaktycznej praca Zakładu Części Maszyn Politechniki Warszawskiej ma, lub w najbliższym czasie uzyska, dostateczne podstawy, niezależnie od tego, czy wydanie obszernego podręcznika, jako po-

mocy dla pogłębienia samodzielnych studiów budowy maszyn, będzie teraz możliwe, czy nie<sup>6)</sup>.

Obecnie należy więc przystąpić do urzeczywistnienia drugiej części zadania — do stworzenia Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn, które stałoby się terenem pracy zarówno dydaktycznej, jak i badawczej.

Zakłady naukowe akademickich uczelni technicznych mogą mieć rozmaity charakter: mogą to być zakłady czysto teoretyczne, jak np. zakłady matematyki lub mechaniki teoretycznej, czysto laboratoryjne, jak np. zakłady metalografii lub obróbki metali, lub czysto konstrukcyjne, jak np. zakłady budowy dźwigni lub obrabiarek. Ścisłe biorąc, użyty wyżej wyraz „czysto“ należałoby zastąpić słowem „głównie“ lub „przeważnie“. Są jednak zakłady, które łączą po dwie spośród tych cech w równej lub w niemal równej mierze. Zakład Części Maszyn łączyć powinien wszystkie trzy cechy, będąc jednocześnie zakładem konstrukcyjnym i teoretycznym, obejmującym dobrze wyposażone Laboratorium. Czwartą wreszcie częścią składową Zakładu powinno być Muzeum Części Maszyn, stanowiące pierwszorzędne narzędzie pracy dydaktycznej. Pragnę podkreślić, iż wchodząca obecnie w życie zmiana ustroju szkolnictwa technicznego w niczym nie zmienia powyższych założeń. Jest rzeczą oczywistą, iż w odniesieniu do niższego studium, inżynierskiego, Zakład będzie miał na widoku cele wyłącznie dydaktyczne, w odniesieniu zaś do studium wyższego, magisterskiego — zarówno cele dydaktyczne, jak również i badawcze, wreszcie na szczeblu wyższym naukowym — cele wyłącznie badawcze.

Rozwijając dalej myśl należy zaznaczyć, iż prace badawcze można z kolei podzielić na trzy typowe grupy: 1) prace badawcze o charakterze czysto naukowym, tj. prace pionierskie, wyprzedzające chwilowe zastosowania lub nawet potrzeby techniki<sup>7)</sup>,

2) prace badawcze o charakterze technicznym, będące rozwiązywaniem zagadnień, jakie technice nadsuwa dzień bieżący i wreszcie

3) prace kontrolne, polegające na sprawdzaniu, czy dane surowce lub wyroby, albo urządzenia spełniają stawiane im wymagania.

Te ostatnie prace powinny być jednak prowadzone w zakresie możliwie ograniczonym, póki odnośne instytucje gospodarcze nie zdołają urządzić u siebie swych własnych stacji kontrolnych i nie staną się w tym względzie samowystarczalne. Wówczas Za-

<sup>6)</sup> Mówię tu o tych rzeczach dlatego, iż uważam, że opracowywanie podręczników, skryptów i innych pomocy do nauczania jest jedną z ważnych części zadania Zakładu wyższej uczelni. Stanowią one jego trwałe dorobek dydaktyczny o znacznie szerszym nieraz zasięgu, niż ramy odnośnego kursu, czy też danego Wydziału. Dotyczy to również innych publikacji, czy to w postaci monografii, czy też artykułów prasy technicznej (o których zresztą wyżej nie wspominałem), jeżeli treścią swoją wiążą się dość ściśle z działalnością Zakładu.

<sup>7)</sup> Użyłem tu wyrazu „technika“, ujmującego sprawę szerzej, niż słowo „przemysł“, do którego na ogół nie zalicza się urządzeń komunikacji i użyteczności publicznej.

kład Badawczy powinien ograniczyć się do czuwania nad owymi stacjami i do doskonalenia metod ich pracy.

Jedna jeszcze strona zagadnienia wymaga naświetlenia. Chodzi tu o stosunek badawczych Zakładów Politechniki do tak licznie tworzących się Instytutów badawczych różnych gałęzi przemysłu. Sprawa ta nie jest nowa. Istniała już przed wojną. Dziś jednak nabrała szczególnego znaczenia i barwy. Proces emancypacji placówek badawczych, poczęty w murach wyższej uczelni, jest czymś zupełnie naturalnym i powszechnym. Mimo pełnej harmonii pracy, jaka powinna istnieć między najszerzej rozumianą techniką przemysłową a uczelniami, harmonii wynikającej z wzajemnych dobrych usług i świadczeń, zakłady uczelni nie powinny być przeciążane mnóstwem bieżących, nieraz palących zagadnień, jakie codziennie musi rozwiązywać technika przemysłowa. Rozdział placówek badawczych może być więc nie tylko celowy, lecz nawet konieczny, gdyż tego wymagają potrzeby obydwóch stron, i odmienna atmosfera, jaka cechuje, lub powinna cechować, uczelniane zakłady badawcze, oraz przemysłowe instytuty badawcze. Nauka, mimo to, że doskonale nadaje się do ujęcia jej w ramy planowania, naogół nie znosi gorączkowego tempa pracy, jaki cechuje życie przemysłowe, co z konieczności odbija się na pracy Instytutów. To też łatwo jest podzielić całość programu pracy badawczej na długofalowy i krótkofalowy. Do podjęcia pierwszej części, zwykle mniej przeładowanej, powołane są Zakłady uczelniane, do drugiej — Instytuty przemysłowe. Współpraca między nimi może i powinna być najbardziej żywa i skuteczna, celem wyłączenia zdwajania wyników, oraz umożliwienia wymiany doświadczeń. W tym wszystkim przyjmuję, iż zakłady i instytuty są tworem odrębnymi nie tylko formalnie, ale i rzeczywiście, osobowo. Mimo różnic programów umożliwiłoby to nawet pewną emulację w najszlachetniejszym znaczeniu słowa. Czy sprawę tę można uważać za rozwiązaną, jeżeli znaczna część stanowisk kierowniczych i badawczych tu i tam obsadzona jest tymi samymi osobami? Czy nie stwarza to raczej trudności, które sprawiają, iż w sumie łączny wynik jest mniejszy, niż wówczas, gdy tego dwojenia nie było? Zdaje się, iż dwie są przyczyny tego stanu rzeczy. Z pewnością mniej ważną jest sprawa uposażeń pracowników, bardziej zaś ważną — sprawa uposażeń pracowni. Każda bowiem czerpie zasoby z innych źródeł, z których jedno jest bardzo ubogie, drugie zaś bardzo zasobne. Sprawa wikła się tym bardziej, iż, poza inwestycjami rzeczowymi, w grę wchodzi zwykle poważne inwestycje budowlane. Lecz chyba można byłoby rzecz rozwiązać inaczej i przemysł mógłby poważnymi dotacjami zasilać placówki badawcze uczelni pod zastaw ich długofalowej pracy o celach zbliżonych z jego własnymi potrzebami. Dałoby się więc rozwiązać problem podziału Zakładów i Instytutów i to nawet zachowując bardzo na ogół pożądane sąsiedztwo terenowe, przez właściwy podział dotacji i programów pracy, przy ograniczeniu osobowego zdwojenia funkcji do doradcostwa lub poradnictwa, stosowanego jedynie na wyższych szczeblach hierarchii technicznej.

Po tym niezwykle długim przygotowaniu przejdę do omówienia właściwego jądra tematu: celów, organizacji i zagadnień Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn, jako części Zakładu Części Maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Warszawskiej.

Cele Laboratorium, w ich trojakim ujęciu — czy to dydaktycznym, dydaktyczno-badawczym i wyłącznie badawczym zostały wyżej już wskazane. W oparciu o rzadziej używane urządzenia Laboratorium, uzupełnione szeregiem przyrządów, wyodrębnionych wyłącznie dla ćwiczeń studenckich, będzie można ułożyć pewną ilość wysoce pouczających, programowych ćwiczeń studenckich. Będą to ćwiczenia pokazowe i doświadczalnie-obliczeniowe, które niewątpliwie przyczynią się do doskonalszego wczucia się studentów w istotę zjawisk, na których opierają się podstawy konstrukcji. Ćwiczenia te wraz z wyżej wspomnianym muzeum, stanowiłyby uzupełnienie wykładów i podstawę ćwiczeń konstrukcyjnych. Ta uboczna niejako strona zagadnienia nie wymaga bliższych wyjaśnień i precyzowania programu; w pewnej mierze będzie on przystosowany do chwilowych możliwości i ogólnej linii rozwojowej laboratorium i muzeum. Podobnie, lecz nierównie poważniej, oraz bardziej samodzielnie prowadzone byłyby prace przejściowe i, znów o duży krok wyżej, magisterskie prace dyplomowe, które powinny nosić wyraźny charakter przyczynków naukowo-technicznych. Wreszcie — typowe prace doktorskie i inne twórcze prace badawcze, samodzielnie prowadzone przez adeptów i pracowników nauki. Praca laboratorium na wszystkich tych szczeblach, zaczynając od drugiego roku studiów inżynierskich, powinna być tak zorganizowana, by jedno zadanie nie kolidowało z innym, by jedno drugiemu w niczym nie przeszkadzało, pozwalając w sumie na najlepsze wykorzystanie urządzeń i możliwości laboratorium. Są to rzeczy aż nadto oczywiste i od dawna z powodzeniem stosowane.

Czy należy uzasadniać tu celowość lub nawet konieczność stworzenia takiego laboratorium dydaktyczno-badawczego w dziedzinie podstaw budowy maszyn? Wszak każdy konstruktor wie aż nadto dobrze, jak dalece jest on niewolnikiem różnych tablic współczynników, które w niedostatecznej zwykle ilości, a przede wszystkim niedostatecznie pewne znajdują się w różnych podręcznikach i poradnikach. A nawet gdyby były one podane w wyczerpującej ilości i nie budziły żadnych wątpliwości — wszak wszystko jest żywe i ulega zmianom. Zjawiają się nowe konstrukcje, odmienne warunki pracy i obciążeń materiałów, nowe surowce itd. Czy kraj, mający ambicje, by nie zawsze pozostawać w tyle za innymi, dziś przodującymi, nie musi za wszelką cenę dążyć do usamodzielnienia się w dziedzinie badawczej, nie poprzestając jednocześnie w całej pełni korzystać z dostępnych osiągnięć innych krajów? A jakże często owe dostępne osiągnięcia są zaledwie fragmentaryczne, czy to dlatego, iż odnośne prace nie zostały jeszcze zakończone, czy też częściowo są niedostępne.

Dla zobrazowania tego przytoczę n. p. trudności, na jakie natknąłem się przy podjętej przed sześcioma

laty próbie syntezy obliczeń zmęczeniowych przy konstruowaniu części maszynowych<sup>8)</sup>. Materiał rzeczowy, zarówno doświadczalny, jak teoretyczny, jakim rozporządzałem, był stosunkowo dość obfity. Były to jednak luźne i niezharmonizowane fragmenty. Ażeby je scalić i wysnuć z nich wnioski praktyczne, nie wystarczały przeliczenia. Konieczne były badania laboratoryjne. W braku ich należało uciec się w dużej mierze do intuicji, by stworzyć schemat myślowy, który mógłby zostać sprawdzony w oparciu o realne rozwiązania konstrukcyjne, poddane próbie życiowej. O ile pewniej i śmielej można byłoby rozwiązać tę sprawę w laboratorium badawczym. Inny przykład, bardziej codzienny i powszechny: wyznaczanie napięć wstępnych i najwyższych, występujących w dowolnym złączu, wymaga całego szeregu założeń upraszczających, które również robimy kierując się intuicją. Czy nie jest rzeczą konieczną móc kontrolować tę naszą intuicję przez bezpośrednie badanie? Często brak nam danych wyjściowych, jak n. p. poziomych współczynników wzdłużnej sprężystości gumy, sztućnych żywic, mas tworzących szczeliwo złączy rurowych, oraz wielu innych podobnych surowców. A wyznaczanie doświadczalne współczynników tarcia w różnych przypadkach smarowania, ruchu, obciążeń i temperatury, dopuszczalnych w tych warunkach nacisków, ścieralności, przewodnictwa cieplnego i ciepła właściwego, oraz wielu innych danych, które określać trzeba w warunkach możliwie bliskich rzeczywistości warunkom pracy konstrukcji. Całe, niezwykle złożone zagadnienie łożyskowania przy tarcii płynnym, półpłynnym i półsuchym, łożyskowania tocznego (na tle podjętych w tym względzie zamierzeń produkcyjnych), ogromnie rozległy dział napędów wszelkiej postaci, wszystko to składa się na niezliczone mnóstwo zagadnień, które nie mają u nas dotychczas oparcia w odpowiednim ośrodku badawczym.

Jest rzeczą oczywistą, iż pełnię rozwoju myśli technicznej, w jakiegokolwiek dziedzinie budownictwa maszynowego, osiągnąć można wówczas tylko, gdy każde nasuwające się zagadnienie może być ujmowane z trzech zasadniczych stron: 1) ze strony teoretycznej, torującej drogę owej myśli przewodniej, oraz ustalającej kierunki właściwych rozwiązań i oczekiwane ich wyniki, 2) ze strony doświadczalnej — zmierzającej do możliwie wszechstronnego zbadania przedmiotu dociekań i sprawdzenia teoretycznych przewidywań, 3) ze strony konstrukcyjnej — przez nadanie pomysłom, już zbadanym i sprawdzonym, realnych kształtów rzeczowych. Oto główne etapy prac techniczno-twórczej. Zwykle przebieg jej jest bardziej utwórkowany wskutek licznych nieraz nawrotów i podejmowania nowych wysiłków w zmienionych warunkach, jeżeli pierwsze wyniki nie były w pełni zadowalające. Poza tym jakże często prace teoretyczne nie mogą być rozpoczęte lub kontynuowane bez pomocy wstępnych prac badawczych o charakterze doświadczalnym lub nawet konstrukcyjnym.

Z powyższego znowu wynika wzajemne powiązanie tych trzech stron prawdziwie twórczej pracy technicznej na omawianym odcinku najogólniej roz-

<sup>8)</sup> Jej wyniki — por. „Przegląd Mechaniczny“ z 1947 r. str. 10 — 23 i str. 301 — 311.

mianego budownictwa maszynowego: strony teoretycznej, doświadczalnej i konstrukcyjnej. Od dawna sprawy te są w pełni rozumiane i realizowane w odniesieniu do zagadnień techniki cieplnej, hydro- i aerodynamiki, wytrzymałości, metalografii, jak również w podstawowych dziedzinach technologicznych. Brak natomiast było tego w odniesieniu do podstaw budowy maszyn. Można byłoby obecny stan rzeczy porównać do szeregu niezależnych łuków sklepienionych, na których opiera się budownictwo maszynowe, a które w swych częściach wierzchołkowych nie są w sposób właściwy związane zwornikiem, jakim byłoby: należyte postawienie podstawy budowy maszyn. Brak ośrodka badawczego w tej ważnej dziedzinie krępuje rozwój dwóch pozostałych jej stron, strony teoretycznej i strony praktycznej, ciężąc na całym rozległym obszarze budownictwa maszynowego. Ten ostatni wniosek należy szczególnie mocno podkreślić.

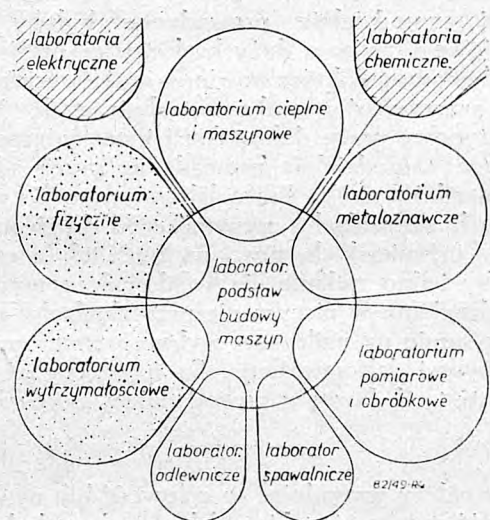
Wróćmy do przerwanej wątku, w którym przedstawiłem na paru przykładach typowe badania, jakie czekają Laboratorium Podstawy Budowy Maszyn. Można powiedzieć, iż nie ma zagadnień ogólnie konstrukcyjnych, które nie nasuwałyby już nie możliwości, lecz konieczności tych badań. Wybierając spośród nich jedynie najważniejsze, zawsze będzie ich tak wiele, iż dalsza selekcja, według ich pilności, będzie niezbędna. Poprzestańmy więc chwilowo na tym i przejdźmy do strony organizacyjnej.

Cechą charakterystyczną zagadnień, leżących u podstaw budowy maszyn, jest to, iż przenikają one, bez wyraźnej linii granicznej, do wielu dziedzin pokrewnych. Jeżeli zagadnienia te ujmujemy na tle problemów, wchodzących w zakres wszystkich dotychczasowych typów laboratoriów, istniejących przy Wydziałach Mechanicznych Politechnik, tj. Laboratorium Maszynowego i Techniki Ciepłej, Laboratorium Wytrzymałościowego, Laboratorium Metalograficznego i Laboratorium Obróbkowego, jak również bardziej ogólnego Laboratorium Fizycznego, lub obcych laboratoriów elektrycznych i chemicznych, stwierdzimy, iż wiele spośród tych zagadnień jest wspólnych i mogłoby być rozwiązywanym bez reszty, lub niemal bez reszty w oparciu o te środki, jakimi zwykle rozporządza jedno lub parę spośród tych siostrzanych laboratoriów. Poglądowo można to przedstawić przy pomocy rys. 2, na którym zniekształcone koła, tworzące wieniec, uzmysławiają nam owe siostrzane laboratoria, środkowe zaś koło przedstawia omawiane Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn. Jak widać z rysunku, odcina ono dość duże części wszystkich pozostałych kół i tylko dwa z nich, odpowiadające Laboratorium Elektrycznemu i Chemicznemu, związane są ze środkowym kołem liniami odniesienia, celem zaznaczenia, iż chodzi tu jedynie o pomoc z ich strony w pracach laboratorium PBM, jak nadal będę je oznaczał. To wzajemne powiązanie zakresów prac ogromnie ułatwi zadanie uruchomienia Laboratorium PBM, gdyż umożliwi mu działalność badawczą „na sublokatora” w laboratoriach siostrzanych w oparciu o ich wyposażenie. Wystarczy więc początkowo inwestować jedynie w działy urządzeń odrębnych, jakich inne laboratoria nie posiadają, kompletując stopniowo urządzenia, już posiadane przez inne laboratoria, których

wykorzystanie jest tak znaczne, iż wspólne używanie ich przez dwa laboratoria okaże się dla obydwóch stron niemożliwe.

Ułożenie ścisłego planu podobnej współpracy możliwe będzie dopiero na tle szczegółowego programu prac. W okresie początkowym można całkowicie odstąpić od dydaktycznej działalności laboratorium PBM, gdyby masowy udział młodzieży w zajęciach krępował normalny bieg pracy laboratoriów siostrzanych. Zresztą skompletowanie pomocy, koniecznych do umożliwienia odrabiania studenckich ćwiczeń laboratoryjnych, będzie stosunkowo łatwiejsze, zwłaszcza, gdy będą one uruchamiane stopniowo, według z góry ułożonego planu i programu.

Należy zaznaczyć, iż współpraca Laboratorium PBM z innymi laboratoriami uczelni będzie miała ponadto tę dodatnią stronę, iż zapoczątkowałyby i ułatwiłyby ogólną współpracę laboratoriów w szerokim zakresie zagadnień pokrewnych. W tym ujęciu rzeczy wszystkie laboratoria tworzyłyby pewną całość o zharmonizowanych programach pracy; wyniki jej mogłyby być ogłaszane we wspólnych publikacjach okresowych.



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie powiązań i możliwości współpracy, zachodzących między Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn i innymi Laboratoriami Politechniki Warszawskiej. Pola białe, zapunktowane i zakreskowane oznaczają Laboratoria Wydziału Mechanicznego, międzywydziałowe i należące do innych wydziałów.

Trudno byłoby już teraz określić oczekiwaną wielkość przyszłego Laboratorium PBM. Liczyć można ogólnikowo, iż powinno ono umożliwić jednoczesne prowadzenie kilku prac badawczo-naukowych, w tym paru prac doktorskich i tyłuż prac magisterskich, nie licząc kilku prac przejściowych, oraz całości ćwiczeń studenckich. Jedynie odnośnie prac magisterskich i przejściowych istnieje możliwość przybliżonej oceny czasu ich trwania i stąd określenia wydajności Laboratorium. Natomiast wśród prac naukowo-badawczych będą takie, które jako przyczynki, zwłaszcza jeśli będą miały gotowe pomoce, trwać będą zaledwie parę tygodni lub jeszcze mniej, gdy inne prace ciągnąć się mogą na długie miesiące lub nawet na lata. Dokładne precyzowanie tych rzeczy jest zbędne.

Blizsze ustalenie już obecnie stałej obsady Laboratorium, poza osobami pracującymi naukowo, lub robiącymi prace magisterskie i przejściowe, byłoby dość trudne. W każdym razie adiunkt, urzędnik administracyjny i pomoc biurowa, trzech do pięciu asystentów, tyluż laborantów i woźny stanowiłoby na pewno niezbędne minimum, które, w miarę rozwoju Laboratorium, musiałoby ulec zwiększeniu. Również i Muzeum Zakładowe musiałoby mieć jednego pracownika technicznego i pomoc. Oczywiście nie obejmuje to obsady kreslarni studenckiej, stanowiącej odrębny dział Zakładu Części Maszyn. Ogółem więc, jako minimum obsady osobowej Laboratorium, po jego całkowitym uruchomieniu, a więc po upływie 3 lub 4 lat, podać można 12 — 16 osób. W okresie początkowym ilość ta będzie mogła być 4-krotnie niższa, z każdym rokiem zwiększając się mniej więcej równomiernie.

Odnosnie koniecznych pomieszczeń to stopniowanie potrzeb Laboratorium byłoby trudniejsze, gdyż przestrzeń konieczna w okresie conajmniej pierwszych 10 lat musi być od razu przewidziana i zabezpieczona. Można byłoby jedynie przejściowo część jej przeznaczyć na inne, doraźne cele, które w niedługim, ściśle określonym czasie staną się niepotrzebne, lub znajdują sobie inne nowe pomieszczenia. Ogółem Laboratorium PBM, łącznie z niewiele miejsca potrzebującym Muzeum Części Maszyn, zajęłoby około 900 m<sup>2</sup> powierzchni, z tego około 1/4 pomieszczeń parterowych, reszta na piętrze, w jednej lub dwóch nad sobą leżących kondygnacjach. W okresie pierwszych 2 lat pracy Laboratorium ilość ta mogłaby być ograniczona do połowy.

Laboratorium powinno być pomyślane, jako integralna część Wydziału Mechanicznego Politechniki, urządzone i utrzymywane z kredytów stałych i okresowych, płynących zasadniczo z 2 źródeł: z resortu Oświaty i resortu Przemysłu. Pomoc tego ostatniego, w odniesieniu do potrzeb Laboratorium w dziedzinie urządzeń, przejawiać się może w postaci dotacji, darowizn i wypożyczeń, jak również długoterminowych delegacji pracowników, przewidzianych, po odbyciu dłuższej praktyki laboratoryjnej, do obsady laboratoriów instytutowych i fabrycznych. Wreszcie poważnym źródłem dochodu powinny być dla Laboratorium opłaty za prace zlecone. Prace te powinny jednak mieć charakter prac badawczych, a nie kontrolnych, jak to już wyżej podkreślono.

Przejdziemy teraz do bliższego omówienia zadań Laboratorium w dziedzinie badawczej. Przytoczmy główne grupy zagadnień, ujmując je w sposób najbardziej pobeżny i zaszeregowując wg zasadniczej kolejności działów, składających się na Podstawy Budowy Maszyn.

- Zagadnienia wytrzymałościowe, związane z określonymi elementami konstrukcyjnymi i różnymi sposobami ich połączeń<sup>\*)</sup>.
- Całokształt zagadnień wytrzymałości zmęczeniowo kształtowej i wpływ na nią czynników takich, jak obróbka cieplna, zgniot, stan powierzchni, korozja, oraz szczególne sposoby łączenia<sup>\*)</sup>.
- Wszelkie zagadnienia, związane z racjonalnym kształtowaniem części kutych, odlewów i konstrukcji spawanych pod kątem widzenia opanowania trudności technologicznych, ich wytrzymałości, sztywności oraz powstawania i tłumienia w nich drgań.
- Zagadnienie połączeń wtlaczanych i skurczowych w obszarach odkształceń sprężystych, sprężystoplastycznych i plastycznych.
- Całość zagadnień połączeń kształtowych (klinowych, wpustowych i wielowpustowych, sworzniowych i kołkowych, oraz gwintowych i śrubowych) w całym ich najbardziej wszechstronnym ujęciu.
- Zagadnienie połączeń sprężystych w ich najrozmaitszych postaciach i zadaniach. Sprężyste i wytrzymałościowe własności stosowanych w nich materiałów. Zagadnienia sprężystego fundamentowania maszyn.
- Rury i naczynia ciśnieniowe, ich połączenia i technika uszczelniania. Różne rozwiązania konstrukcyjne kształtek i zaworów; ich opory przepływu. Badanie różnych zaworów specjalnych.
- Wszechstronne badanie smarów. Zagadnienia łożyskowania ślizgowego i smarowania. Badanie stopów i innych materiałów łożyskowych. Zagadnienia związane z chłodzeniem łożysk.
- Zagadnienie łożyskowania tocznego. Badania nad własnościami wytrzymałościowymi materiału łożysk, oraz nad ich trwałością w różnych warunkach obciążenia; określenie koniecznego luzu wewnętrznego łożysk w stanie swobodnym, w zależności od oczekiwanego pasowania i wielkości ich obciążenia.
- Badanie sprzęgieł sprężystych różnych rodzajów, ich charakterystyk i zdolności tłumienia drgań. Wszechstronne badania różnych sprzęgieł ciernych i hamulców. Napędy cierne różnych odmian o stałym i zmiennym przełożeniu. Badanie materiałów ciernych.
- Napędy ciągnowe wszelkich rodzajów. Materiały ciągnię, ich własności sprężyste i wytrzymałościowe, oraz ich trwałość. Pasy klinowe. Napędy łańcuchowe.
- Napędy zębate i ślimakowe najrozmaitszych postaci. Materiały i ich obróbka mechaniczna i termiczna. Badanie dokładności, wytrzymałości, trwałości i rozgrzewania w różnych warunkach pracy.
- Zagadnienia związane z badaniem wszelkich mechanizmów dźwigniowych, korbowych, jarmowych i krzywkowych.
- Zagadnienie drgań giętno-skrętnych w napędach wszelkich postaci o wałach prostych i wykorbionych. Badanie tłumików drgań.

Jak widzimy, jest to systematycznie ujęty cały zasięg podstaw budowy maszyn. Z treści zagadnień wynika jasno, które z nich wiążą się z zainteresowaniami laboratoriów siostrzanych. Owe zagadnienia wspólne skupiają się głównie w siedmiu pierwszych

<sup>\*)</sup> Między innymi chodzi tu o rozległy dział połączeń spawanych.

TABLICA I.

## Rozwój i zapotrzebowanie kredytów Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn.

L. p.	Rok	Obsada	Pobory	Wydatki rzeczowe	Konieczne pomieszcz.	Inwestycje	U w a g i
1	1949	3 osoby	1 milj.	100 tys. zł	30 m <sup>2</sup>	—	Wstępne opracowania
2	1950	6 „	2 „	200 „ „	180 „	12 milj. zł	Pierwsze zakupy i urządzenia
3	1951	9 „	3 „	300 „ „	300 „	16 „ „	Początek działalności
4	1952	12 „	4 „	400 „ „	600 „	16 „ „	Stopniowy dalszy rozwój
5	1953	15 „	5 „	500 „ „	900 „	16 „ „	„ „ „
6	1954	15 „	5 „	500 „ „	900 „	15 „ „	Osiągnięcie pełni rozwoju
					Razem	75 milj. zł	

grupach. W odniesieniu do pozostałych w znacznie mniejszym stopniu będzie można wykorzystać pomoc innych laboratoriów, tak iż tu Laboratorium PBM od początku będzie musiało liczyć głównie na własne siły. W odniesieniu do grup 10 ÷ 12 podstawowym narzędziem pracy będą odpowiednio zebrane zespoły maszyn elektrycznych prądu stałego, sprzężone jednocześnie mechanicznie, poprzez badany łącznik i elektrycznie w układzie *Hopkinsona*, jako silnik i prądnica. Dzięki temu układ pracuje przy pełnym obciążeniu przy bardzo niewielkich stratach, pokrywanych przez niewielki silnik dodatkowy. Laboratorium musiałyby zostać wyposażone conajmniej w dwa lub trzy podobne zespoły o mocach od paru do kilkudziesięciu KW. Odrębnych urządzeń wymagać będą również grupy zagadnień 8 i 9. Wiele z nich wypadnie wykonać, czy to wg istniejących wzorów, czy też wg własnych projektów, będących niejednokrotnie wynikiem studiów teoretycznych, które będą musiały być rozwiązywane równolegle. Kolejność, w jakiej będą mogły być uruchamiane poszczególne zagadnienia, należące do powyższych grup, zależeć będzie od ich pilności i od możliwości Zakładu. Te ostatnie zaś będą zależeć z kolei od skali pomocy, jaką Laboratorium PBM uzyska od pierwszych chwil podjęcia wstępnych prac przygotowawczych. Należy tu jeszcze mocno podkreślić, iż spośród wielkiej ilości niezwykle urozmaiconych zagadnień, jakie ujęto wyżej w 14 punktach, niektóre zagadnienia powinny zostać wysunięte na plan pierwszy i stanowić stos pacierzowy Laboratorium. W ich dziedzinie powinno się ono specjalizować, by móc po upływie krótkiego

czasu zająć na danym odcinku badań pozycję wyraźnie pierwszoplanową. Jako takie należy wysunąć zagadnienia, wyliczone w dwóch pierwszych grupach; są to więc zagadnienia o charakterze wytrzymałościowo - metaloznawczo - technologiczno-konstrukcyjnym. Interesowałyby one w najwyższym stopniu zarówno całość przemysłu maszynowego, jak i hutnictwo, — zarówno konstruktorów, jak i metalurgów i technologów.

Ogólnych kosztów urządzenia Laboratorium PBM nie sposób w tej chwili ściśle określić. Licząc się z 5-letnim okresem stopniowego rozwoju Laboratorium należy przewidywać, iż roczne dotacje inwestycyjne, nie licząc kosztów pomieszczeń, powinny wynosić od 12 do 16 milionów złotych. Orientacyjnie linię rozwojową Laboratorium PBM przedstawia wyżej podane zestawienie:

Pobory, wydatki i inwestycje rozumieją się jako minima, i to wg stanu z początku 1949 r. Oto wszystko, co na razie można w tej sprawie powiedzieć. Urzeczywistnienie tego planu będzie zależało od dotacji na ten cel. Gdyby dotacje te mogły być zwiększone, okres rozbudowy mógłby być skrócony o dwa lata, tak iż pełne uruchomienie Laboratorium mogłoby mieć miejsce już w końcu 1952 r. lub nawet jeszcze wcześniej. Zbiegłoby się ono w czasie z uruchomieniem kursu magisterskiego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej, umożliwiając włączenie Laboratorium do normalnych programowych prac studenckich. Prace naukowo-badawcze w Laboratorium mogłyby rozpocząć się z początkiem 1951 r.

### Na skutek znacznej podwyżki kosztów nakładu od dnia 1 kwietnia 1949 r.

#### o b o w i ą z u j ą

#### NOWE WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISMA „PRZEGLĄD MECHANICZNY“

Prenumerata kwartalna normalna wynosi — zł. 600.—

Prenumerata kwartalna ulgowa wynosi — zł. 450.—

Cena zeszytu pojedynczego wynosi — zł. 240.—

Zmiana prenumeraty obowiązuje wstecz za poprzednie kwartały, zarówno przy nowych zgłoszeniach, jak i opóźnionych wpłatach za kwartały poprzednie.



1) Działanie grafityzacyjne przy zastosowaniu żeliwa wyjściowego o strukturze połowicznej lub białej t. zn. takiego żeliwa, które odlane do formy dało by strukturę odlewu połowiczną lub białą.

2) „Uderzenie“ lub „wstrząs“, polegające na odlenieniu metalu lub innych zjawiskach, które prawdopodobnie nie mają wpływu na rozdrobnienie grafitu. Działanie to polega na tym, że dodawanie do kadzi niektórych składników powoduje przyspieszenie pewnych reakcji, które w rezultacie powodują polepszenie własności wytrzymałościowych żeliw. Tego działania nie obserwuje się np. przy odlewaniu żeliwa do form podgrzanych co oznacza, że działanie to jest na krótką metę.

3) Powiększenie wtrąceń grafitowych i wielkości ziaren spowodowane przekroczeniem optymalnej ilości dodatków; pociąga to za sobą spadek własności wytrzymałościowych.

4) Rozpuszczenie względnie koagulacja i strącenie zawiesin krzemianów na co ma wpływ dodatek Ca-Si a czego nie zaobserwowano przy dodawaniu Fe-Si.

W poniższej tablicy II zestawiono jakie zabiegi względnie dodatki wpływają na powstawanie zjawisk wymienionych w każdej z powyższych 4-ch grup. Ostatnia rubryka wykazuje, które grupy zjawisk wywołują polepszenie własności wytrzymałościowych (+) czy też pogarszają własności wytrzymałościowe (—):

TABLICA II.

Wpływ dodatku Ca-Si, Fe-Si i Ni na własności żeliwa

1.	Grafityzacja	P	Ca — Si	Fe — Si	Ni	+
2.	„Uderzenie“	—	Ca — Si	Fe — Si	Ni	+
3.	Wzrost ziaren	P	Ca — Si	Fe — Si	Ni	—
4.	Usunięcie zawiesiny	—	Ca — Si	—	—	+

U w a g a: „P“ — oznacza odlewanie do form podgrzanych.

Doświadczenia przeprowadzone przez *Meyersberga* wykazały, że można uzyskać podwyższenie własności wytrzymałościowych żeliwa przez dodatki do kadzi, przy czym dla żeliw wyjściowych szarych wzrost wytrzymałości zaobserwowano jedynie przy Cc + Si poniżej 4,8% i odlanych do form niepodgrzanych. Przy wyjściowych gatunkach żeliwa białego i połowicznego zaobserwowano podwyższenie własności wytrzymałościowych również i po odlewie do form podgrzanych. Co się tyczy rodzaju materiałów dodanych do kadzi to stwierdzono, że różnymi dodatkami można dojść do tego samego celu. Największy efekt o ile chodzi o podwyższenie wytrzymałości daje sposób *Coyle* (30), polegający na dodawaniu do kadzi mieszaniny niklu i Fe-Si. Przeprowadzono próby dodania tej mieszaniny do żeliwa niskowęglatego otrzymanego z żeliwiaka w ten sposób, że do stopionego żeliwa dodano uprzednio stopionej mieszaniny Fe-Si, Fe-Mn i Ni w takiej ilości, że otrzymano żeliwo o następują-

cym składzie chemicznym: Cc = 2,94, Cgr = 2,13, Czw = 0,81, Si = 1,67, Mn = 0,93, P = 0,45, S = 0,082, Ni = 1,36.

Próbka na rozciąganie z tego żeliwa o  $\varnothing$  20 mm wytoczona ze sztabki surowo odlanej  $\varnothing$  30 mm wykazała wytrzymałość  $R_r = 43,6 \text{ kg/mm}^2$ . Metoda ta aczkolwiek daje żeliwo o dużej wytrzymałości, jest kosztowna ze względu na dodatek niklu.

Próby z dodawaniem Ca-Si dowiodły, że można otrzymać w ten sposób żeliwo o wytrzymałości na rozciąganie ponad  $40 \text{ kG/mm}^2$  jednak przeciętna z szeregu doświadczeń jest niższa od  $40 \text{ kG/mm}^2$ . Próby wykazały, że przy małej zawartości Si w żeliwie wyjściowym i przy dodaniu około 1% Ca-Si przy zastosowaniu odlewu do form podgrzanych można przekroczyć  $R_r$  ponad  $40 \text{ kG/mm}^2$ . Zabiegi te ze względu na dość wysoką cenę Ca-Si podrażają produkt. Próby z dodawaniem Fe-Si do kadzi dowiodły, że można również uzyskać wysokie własności wytrzymałościowe w ten sposób, lecz na ogół wyniki te są niższe od wyników otrzymywanych przy dodaniu Ca-Si. Stwierdzono, że dodatek Fe-Si dla uzyskania dobrych wyników wymaga bardziej starannego dozowania Cc i Si w stopie wyjściowym. Oczywiście dodatek Fe-Si jest znacznie tańszy od dodatku Ca-Si.

Badania *Meyersberga* wykazały, że zasadniczym warunkiem do otrzymania żeliwa o wysokich własnościach wytrzymałościowych drogą modyfikacji, jest otrzymanie materiału wyjściowego bardzo wysokiej jakości, tzn. materiału stopionego w wysokiej temperaturze, nie posiadającego zarodków grafitowych, oraz posiadającego ściśle określony skład. W tym warunku leży punkt ciężkości całej metody.

*K. J. Waszczenko* w książce: „Modificirowany czugun“ (31) zebrał obszerną literaturę dotyczącą żeliwa zmodyfikowanego. Poglądy różnych autorów na przebieg i istotę modyfikacji żeliwa ujął *Waszczenko* w siedmiu punktach, w których wymieniono zjawiska spowodowane dodawaniem do płynnego żeliwa różnych składników.

- 1) przegrzanie żeliwa,
- 2) przechłodzenie,
- 3) tworzenie dodatkowych rozpuszczonych w żeliwie wtrąceń będących ośrodkami krystalizacji i grafityzacji,
- 4) tworzenie płynnych wtrąceń ograniczających mechanicznie rozrost kryształów,
- 5) oczyszczenie stopionego metalu od zanieczyszczeń,
- 6) odgazowanie,
- 7) zmiana energii powierzchniowej,

Przy procesie modyfikacji nie obserwuje się na ogół podwyższenia temperatury. Dlatego trudno przypisać, że wpływ modyfikatorów polega na zmianach temperatury żeliwa. Autor twierdzi, że zasadnicze znaczenie dla procesu modyfikacji ma przegrzanie żeliwa w procesie topienia. Jeżeli chodzi o przechłodzenie żeliwa to jedni badacze uważają, że modyfikatory sprzyjają przechłodzeniu przy krystalizacji, inni uważają, że modyfikatory przeciwdziałają prze-



chłodzeniu. Sam autor jest zdania, że najprawdopodobniej wpływ modyfikatorów polega na odtlenuciu, odgazowaniu, odsiarczeniu, i związanymi z tym ilościami i jakością wtrąceń. Analogicznie jak przy modyfikacji stali można uregulować wielkość ziarn i głębokość utwardzenia, tak przy żeliwie można za pomocą odpowiednich modyfikatorów regulować w obu kierunkach procesy krystalizacji i grafityzacji. W poznaniu tych zagadnień jeżeli chodzi o żeliwo napotyka się na trudności spowodowane:

a) małą znajomością składu i własności wtrąceń mających wpływ na modyfikację,

b) niemożnością stwierdzenia analizą chemiczną czy mikroskopową wtrąceń niemetalicznych będących zarodkiem krystalizacji i grafityzacji,

c) niewyjaśnioną rolą wtrąceń niemetalicznych w procesie grafityzacji żeliwa. Wtrącenia powstające w żeliwie przy dodawaniu modyfikatorów t. zn. w wyniku odtlenucia, odgazowania, odsiarczenia itp. tworzą ośrodki krystalizacji i grafityzacji. Wtrącenia te przyspieszają rozpad cementytu. Ośrodkami grafityzacji są tylko te związki, które czy to nie rozpuszczają się w płynnym żeliwie czy też, które nie zdążyły się jeszcze rozpuścić i które znajdują się w dużym rozdrobnieniu.

Związki znajdujące się w formie większych wtrąceń np. MnS nie mają wpływu na grafityzację.

W przeciwieństwie do szkoły niemieckiej (*Keil, Meyersberg*) szkoła rosyjska stwierdziła, że dodawanie Fe-Si daje podobne wyniki jak Ca-Si. Autorzy rosyjscy doszli do wniosku, że wpływ zawieszin krzemianów żelaza da się udowodnić doświadczalnie. Stwierdzili, że zawiesina ta działa grafityzująco (przyspiesza rozkład cementytu) i że odtlenucie żeliwa daje znaczne polepszenie własności wytrzymałościowych. Modyfikatory — ze względu na ich działanie — podzielono na dwie grupy a mianowicie:

1. Modyfikatory odtleniające,
2. Modyfikatory wytwarzające zawiesiny.

Celem zbadania wpływu na grafityzację modyfikatorów odtleniających wzięto do doświadczeń dwa żeliwa o następującym składzie:

żeliwo a)

$$C_c = 2,98\%, \quad Si = 1,14\%, \quad Mn = 0,67\% \\ P = 0,136\%, \quad S = 0,025\%$$

żeliwo b)

$$C_c = 3,08\%, \quad Si = 1,28\%, \quad Mn = 0,61\% \\ P = 0,141\%, \quad S = 0,025\%$$

Żeliwa te otrzymano w piecu płomiennym i dobrze przegrzano. Autorzy nie podają tutaj temperatury ani również czasu w ciągu którego przetrzymano stopione żeliwo w danej temperaturze. Tablica III daje wyniki badań nad wpływem różnych składników dodanych do stopionych wyżej wymienionych żeliw. Próbkę do badań  $H_B$  oraz do badań struktury otrzymano przez odlewanie do wilgotnej masy formierskiej wałków o  $\varnothing$  w stanie surowym 35 mm, temperatura odlewania i czas odlewania nie zostały przez autorów podane jak również nie podano stopnia wilgotności formy.

TABLICA III.

Wpływ modyfikatorów odtleniających na własności żeliwa.

Gatunek żeliwa	Rodzaj dodanego składnika	Ilość dodanego składnika w %	$H_B$	Wygląd przelomu
Żeliwo a	—	—	460	biały
„ b	—	—	444	„
„ a	Fe - Si (75% Si)	0,1	277	połowiczny
„ a	Ca - Si (28% Ca, 48% Si, 1% Al, reszta Fe)	0,1	269	„
„ b	Fe - Si (75% Si)	0,2	229	szary
„ b	Ca - Si j. w.	0,2	229	„
„ b	stop Al-Si - Fe (33% Al, 28% Si i Fe reszta)	0,2	229	„
„ b	Silumin (12% Si)	0,2	229	„
„ b	Mg (99%)	0,2	229	„
„ b	Al (99%)	0,2	229	„

Z powyższej tabeli wynika:

1) że wpływ Fe-Si i wpływ Ca-Si jest praktycznie ten sam,

2) że działanie grafityzacyjne wywołuje również dodatek modyfikatorów nie zawierających Si, w danym wypadku dodatek Mg i Al wpływa również na wydzielanie grafitu.

Poza wymienionymi w powyższej tabeli modyfikatorami do tej samej grupy zaliczamy Fe-Mn, Fe-Ti, Cu-P, Fe-V, stopy poczwórne Al-Mn-Si-Fe, przy czym należy zauważyć, że wpływ powyższych modyfikatorów na zmianę struktury żeliwa jest stosunkowo nieznaczny.

Do drugiej grupy modyfikatorów powodujących powstawanie w odlanym żeliwie zawieszin zaliczają  $Al_2O_3$  grafit srebrzysty, grafit mielony, Ni w proszku, Cu w wiórkach. W poniższej tablicy IV zestawiono wyniki badań nad dodawaniem powyższych składników do żeliwa o pierwotnym składzie  $C_c$  — 2,9%, Si — 1,40%, Mn — 0,71%, P — 1,13%, S — 0,024%. Badania  $H_B$  i wyglądu przelomu przeprowadzono na odlanych osobno wałkach o  $\varnothing$  35 mm przy czym nie podano temperatury topienia, temperatury lania, czasu lania ani stanu formy.

TABLICA IV.

Wpływ modyfikatorów wytwarzających zawiesiny na własności żeliwa.

Rodzaj dodanych składników	Ilość dodanych składników w %	$H_B$	Wygląd przelomu
—	—	477	biały
$Al_2O_3$	0,2	302	połowiczny
grafit srebrzysty	0,2	229	szary
„ mielony	0,2	229	„
Ni w proszku	0,2	311	połowiczny
Cu - wiórki	0,2	302	połowiczny

Z IV tabeli widać, że działanie grafityzujące  $Al_2O_3$ , Ni, Cu było niedostateczne. Autorzy tłumaczą sobie to zjawisko, że prawdopodobnie zbyt duże wielkości cząsteczek tych dodatków utrudniają dobre wymieszanie z płynnym żeliwem i nie pozwalają na uzyskanie jednorodnej mieszaniny. Dodatek grafitu spowodował otrzymanie struktury szarej, autorzy jednak nie podają w jakich warunkach dodano grafit do płynnego żeliwa. Jest rzeczą zrozumiałą, że zabieg ten jest dość trudny do przeprowadzenia ze względu na różnice ciężarów gatunkowych grafitu i żeliwa. Na ogół autorzy stwierdzają, że wyniki dodawania modyfikatorów drugiej grupy są niepewne i dają duże rozbieżności. Badania wpływu modyfikatorów powodujących powstawanie zawiesin wykazały, że najintensywniej działają te dodatki, które powodują powstanie bardzo dobrze rozdrobnionych zawiesin tworzących się w rezultacie reakcji chemicznych. Najlepszym sposobem wytwarzania takich zawiesin jest stosowanie dodatków odtleniających kąpiel. Należy przypuszczać, że powstające przy pewnych reakcjach zawiesiny będą miały tendencję do koagulowania i do opadania na dno kąpeli względnie wypływania na jej powierzchnię i to w zależności od stosunku ciężaru gatunkowego tych zawiesin do ciężaru gatunkowego płynnego żeliwa.

W takim wypadku w miarę upływu czasu należałoby przypuszczać, że ilość zawiesin będzie się zmniejszać i żeliwo w miarę upływu czasu będzie miało zmniejszającą się tendencję do tworzenia struktury szarej. Doświadczenia praktyczne potwierdzają w całej rozciągłości te przypuszczenia.

0,05%). Po zalaniu form każdą powracała pod piec i spuszczano dalszą partię metalu. Opróżnianie w ten sposób całego pieca trwało zwykle około 1 godziny. Najczęściej złom próbki przy spuszczeniu pierwszym i drugim był szary, przy trzeciej kadzi złom był nieco odbielony, a przy czwartej kadzi zwykle biały. Wynika z tego, że po ok. 30 — 40 min. wpływ dodatku modyfikatora zaczął maleć, co tłumaczymy sobie usuwaniem z kąpeli zawiesin i zmniejszeniem ilości ośrodków grafityzacyjnych. Szczegółowy wynik 2 wytopów podaje tablica V.

Jeżeli uzależnimy grafityzację żeliwa od ilości zawiesin to musimy dla zrozumienia techniki przebiegania tych zjawisk nawiązać do znanych zjawisk w cieczach. Według wzoru *Stoksa* szybkość opadania zawieszonych w cieczy cząsteczek wynosi:

$$V = \frac{2gr^2(\gamma_1 - \gamma_2)}{9\eta} = 0,0556 \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\eta} d^2 g$$

gdzie:

- $g$  — przyspieszenie przyciągania ziemskiego,
- $r$  — promień zawieszonych cząsteczek,
- $\gamma_1$  — ciężar gat. żeliwa,
- $\gamma_2$  — ciężar gat. zawieszonych cząsteczek,
- $\eta$  — współczynnik tarcia wewn. cieczy,
- $d$  — średnica cząsteczki.

podstawiając do powyższego wzoru  $\gamma_1 = 6,83$  dla temp.  $1450^\circ$  i składu żeliwa: C = 2,8%, Si = 1,3% (33).  $\gamma_2$  — przyjęto 3,85 (dla  $Al_2O_3$ ).  $\eta$  — przyjęto dla żeliwa o temp.  $1450^\circ$  — 0,02 (34).

TABLICA V.

Wpływ czasu działania modyfikatorów na własności żeliwa.

Skład chemiczny żeliwa %					Ilość modyf. %	Czas po u prow. modyf. min.	Temperatura żeliwa	H <sub>B</sub>	Wygląd przełomu	Kiedy pobrano próbę
Cc	Si	Mn	P	S						
2,80	1,54	0,82	0,163	0,028	0,13	8	1460	235	szary	przy napeln. 1-szej kadzi
2,78	1,56	0,80	0,161	0,029	0,13	23	1460	255	połowiczny	2-giej „
2,76	1,53	0,80	0,168	0,025	0,13	37	1450	302	„	„ „
2,80	1,21	0,83	0,145	0,024	0,15	6	1360	262	szary z małymi białymi plam.	przy napeln. 1-szej kadzi
2,76	1,23	0,76	0,143	0,024	0,15	20	1390	302	połowiczny	2-giej kadzi
2,74	1,23	0,70	0,145	0,024	0,15	35	1400	415	biały z małymi plam. szarymi	3-ciej kadzi
2,75	1,20	0,70	0,143	0,022	0,15	51	1400	441	biały	4-tej kadzi

U w a g a: Autorzy nie podają jakim przyrządem mierzona była temperatura, oraz czy podane temperatury rozumieją się z poprawką czy bez poprawki. Autorzy nie podają również  $\varnothing$  próbki, którą pobrali dla badania wyglądu przełomu i oznaczania twardości.

Jedno z badań przeprowadzono w 4 t piecu płomiennym. Po stopieniu wsadu i przegrzaniu do właściwej temperatury, kiedy stwierdzono, że przełom badanej próbki jest biały dodano do pieca modyfikatora w postaci stopu Fe-Si-Al w ilości 0,2%, następnie intensywnie mieszano w ciągu 4 — 6 min. i pobierano dalszą próbkę. Jeżeli złom tej próbki był szary spuszczano metal do kadzi o pojemności około 1 t. Jeżeli złom próbki był biały lub połowiczny dodawano jeszcze niewielką ilość modyfikatora (do

Podstawiając powyższe liczby otrzymamy:

$$V = 0,0556 \frac{6,83 - 3,85}{0,02} d^2 981 = 7738 d^2$$

Głębokość kąpeli w piecu w czasie wymienionego doświadczenia wynosiła przed pierwszym spustem około 300 mm i przeciętnie po upływie 1 godziny stwierdzono nieobecność ośrodków grafityzacyjnych, czyli należy przyjąć, że w tym czasie zawiesina tlen-

ków spływała na powierzchnię kąpieli. Obliczona stąd szybkość spływania zawieszin wynosi:

$$V = \frac{30 \text{ cm}}{60 \cdot 60} = \frac{30}{3600} = \frac{1}{20} \text{ cm/sek}$$

Podstawiając tę wielkość do wyżej podanego wzoru otrzymano:

$$\frac{1}{20} = 7738 d^2 \text{ stąd } d^2 = \frac{1}{120 \cdot 7738} = \frac{1}{928560} = \\ = \sim 0,000001 \text{ stąd } d \sim 0,001 \text{ cm.}$$

Wynika z tego, że cząsteczki zawieszin, które spływały na powierzchnię kąpieli w wyżej opisanych warunkach miały średnicę około 0,001 cm. Obliczony dla wysokości kąpieli 300 mm czas spływania cząsteczek różnych średnic przedstawia się następująco:

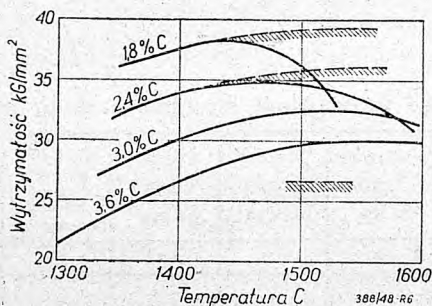
0,1	∅ cm	—	0,33 sek.
0,01	" "	—	33 "
0,001	" "	—	56 min.
0,0001	" "	—	93,6 godz.

Widać z powyższego, że cząsteczki zawieszin o średnicy powyżej 0,01 cm nie mają dla modyfikacji praktycznego znaczenia, gdyż czas ich spływania jest bardzo krótki, również cząsteczki o wielkości poniżej 0,0001 cm mają tak długi czas wznoszenia się, że praktycznie należy uważać je za „nieruchome”.

Z powyższych rozważań wynika, że jest korzystniejsze dodawanie modyfikatorów do kadzi niż do pieca, a to z następujących względów:

1) większa głębokość kąpieli opóźnia wznoszenie się utworzonych zawieszin,

2) czas jaki upływa od dodania modyfikatora do chwili odlewu jest niewielki, co również utrudnia wzniesienie się zawieszin.



Rys. 6. Wpływ przegrzania na wytrzymałość żeliwa.

Doświadczenia opisane powyżej, dowodzą zdaniem autorów rosyjskich, obecności w płynnym żeliwie zawieszin, które mają wpływ na stopień grafityzacji żeliwa. Najlepszym dowodem obecności tych zawieszin jest zgodność obserwacji dotyczących czasu wznoszenia się zawieszin z wzorem *Stoksa*. Wśród rozważań dotyczących wpływu różnych zabiegów na strukturę metalu i postać grafitu poruszona była sprawa wpływu przegrzania żeliwa.

Według *Pimowarskyego*(35), przy żeliwie z większą zawartością węgla, przegrzanie do temperatury 1450 — 1550 C i nawet wyżej powoduje w ogólności zwiększenie własności wytrzymałościowych. Przy żeliwie o mniejszej zawartości węgla przegrzanie po-

nad pewną krytyczną temperaturę powoduje spadek własności wytrzymałościowych i spadek ten wzrasta w miarę obniżania zawartości węgla w żeliwie.

Powyższe zjawisko ujął *Pimowarsky* graficznie (rys. 6). Jako przyczynę przyjmują różni autorzy, że przegrzanie żeliwa niskowęglatego powoduje zbyt wielkie przechłodzenie przy krystalizacji grafitu, wskutek czego otrzymujemy bardzo drobno wydzielony grafit („eutektyczny“) z wtrąceniami ferrytu, co oczywiście może spowodować obniżenie własności wytrzymałościowych.

Ten niekorzystny objaw przegrzania żeliwa niskowęglatego można usunąć przez dodawanie do płynnego żeliwa w kadzi dodatków odtleniających, o których była mowa wyżej, a które powodują powstawanie zawieszin będących ośrodkiem krystalizacji.

Na rys. 6 liniami przerywanymi oznaczył *Pimowarsky* te zakresy, w których dodatki odtleniające dodawane do kadzi mają duży wpływ na strukturę i własności żeliw.

Wśród metod produkcji żeliw zmodyfikowanych najwięcej znana jest metoda firmy „*The International Meehanite Metal Co*”. Metoda opatentowana w 1922 r. w USA znalazła przede wszystkim zastosowanie w Ameryce.

Jeżeli chodzi o Europę, to rozpowszechnienie tej metody fabrykacji było niewielkie. Według posiadanych danych w roku 1934 w Anglii pracowało 4 firmy według tej licencji, we Francji kilka firm. W Niemczech dopiero w roku 1936 rozpoczęły 2 firmy pracować tą metodą. W Polsce — jak wiadomo — do wojny i obecnie żadna odlewnia — nie licząc różnych prób — nie pracuje wg tej metody. W Niemczech wybuchł spór patentowy między firmami „*Meehanite*” i *Edelgussverband*. Chodziło o to, że *Meehanite* — jeżeli chodzi o otrzymywanie żeliwa o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych z żeliwiaka — stosuje wsad żeliwny, zawierający 50% i więcej dodatków stali. Uważano, że stanowi to naruszenie patentu *Emmela*. Na tym stanowisku stanął sąd w Niemczech. Poza tym Urząd Patentowy niemiecki (również szwajcarski) stwierdził, że dodatek Ca-Si, chroniony patentem w Ameryce nie stanowi nowości i w tych krajach nie było przeszkód w stosowaniu dodatku Ca-Si do płynnego żeliwa.

Jest rzeczą charakterystyczną, że w roku 1936 było w Niemczech tylko 2 firmy pracujące tą metodą. Z tego jedna firma (*Stotz, Stuttgart*) nabyła licencję od *Edelgussverbandu* zaś druga firma (*Eickhoff, Bochum*) pracowała bez licencji, przy czym, jak zebrałem informacje, firma ta produkowała żeliwo *Meehanite* tylko dla swego wewnętrznego zapotrzebowania dla wyrobu maszyn górniczych. W połowie 1936 r. miałem okazję być w firmie *Eickhoff* i zapoznać się tam z produkcją żeliwa *Meehanite*, którą rozpoczęto na początku roku 1936.

Żeliwo topiono w żeliwaku stosując wsad o zawartości 50 — 70% stali, do rynny dodawano Ca-Si za pomocą aparatu składającego się ze zbiorniczka z umieszczonym pod nim ślimakiem napędzanym za pomocą motorku elektrycznego. Ślimak obracając się zabierał ze zbiorniczka sproszkowany Ca-Si i wyrzucał go na zewnątrz. Aparat znajdował się nad rynną żeliwiaka tak, że Ca-Si zsypywał się wprost do że-

liwa na rynnę. Ilość Ca-Si dozowano, uruchamiając aparat na pewien okres czasu; czas uruchamiania był miarą ilości dodanego Ca-Si.

Pracownik obsługujący aparat miał tabelkę, na której podane było ile gramów Ca-Si wyrzuca aparat na sekundę oraz ile sekund należy utrzymywać aparat w ruchu przy napełnianiu kadzi różnych wielkości.

W tym czasie firma *Eickhoff* produkowała gatunki B, C i D o analizie i strukturze, którą podałem w tablicy Nr VI.

W czasie mego pobytu gatunek A — wówczas najwyższy gatunek żeliwa „*Meehanite*” jeżeli chodzi o wytrzymałość — nie był tam produkowany. Analizę chemiczną produkowanych gatunków żeliwa *Meehanite* podałem również w powyższej tablicy. Należy zwrócić uwagę, że zawartości  $C_c$  stopniowane są co 0,1%. Z tabeli widać poza tym, że różne gatunki żeliwa różnią się od siebie zasadniczo jedynie zawartością  $C_c$ . Gatunek D, służący do wykonywania odlewów o małych grubościach ścianek, posiada nieco większe od innych zawartości Si. Jeżeli porównamy własności wytrzymałościowe produkowanych w tym czasie żeliw, to stwierdzimy, że gatunek B odpowiada według PN gatunkowi żel 30, a gatunek C posiada wytrzymałość na rozciąganie o 1 kG wyższą niż gatunek żel 26. Stwierdziłem, że praktycznie otrzymywana wytrzymałość na rozciąganie tych żeliw wynosiła dla: żeliwa B około — 36 kG/mm<sup>2</sup>, żeliwa C około — 32 kG/mm<sup>2</sup>, żeliwa D około — 28 kG/mm<sup>2</sup>.

Cyfry te są przeciętnie o 4 kG wyższe niż dla żeliwa otrzymywanego np. metodą *Emmela* bez modyfikacji. W tym czasie stosowano tam próbki wytrzymałościowe na rozciąganie, które miały w miejscu najwęższym w stanie surowym 23 mm, a w stanie obrobionym 20 mm, a więc były to próbki odbiegające od norm obowiązujących u nas i co za tym idzie wyniki nie mogły być porównane z naszymi.

Podkreślam ten fakt specjalnie, aby zwrócić uwagę, gdyż podobne wypadki — jeżeli chodzi o żeliwo — zdarzają się dość często.

Spotykamy publikacje, gdzie podawane są wytrzymałości żeliw, przy czym nie ma danych jakie były wymiary próbek w stanie surowym i obrobionym. Takie publikacje nie mają żadnej wartości.

Własności wytrzymałościowe żeliwa *Meehanite* według danych, które otrzymano z firmy *The International Meehanite Metal Co* w Londynie, a które podałem na tablicy Nr VI, wskazują, że obecnie produkowane gatunki GA, GB, GC, GD, GE odpowiadają produkowanym przed wojną gatunkom A, B, C, D, E. Wprowadzony został gatunek nowy GM o wytrzymałości na rozciąganie ponad 38,6 kG/mm<sup>2</sup>; wskazuje to na postępy poczynione w czasie ostatniej wojny.

Cyfr tych, nie możemy ściśle porównać z wynikami uzyskiwanymi przy otrzymywaniu żeliwa o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych w innych krajach, gdyż nie wiemy jakich próbek one dotyczą. Wprawdzie firma *Meehanite* podaje, że próbki wykonywane są według norm angielskich BSS-786, ale nie podaje gatunku żeliwa według tej normy, lecz jedynie wytrzymałość na rozciąganie, nie zaznaczając przy tym o jakiej średnicy odlane były sztabki, z których wytoczono próbki na rozciąganie. Powyższe normy przewidują bowiem sztabki o następujących średnicach w stanie surowym:  $\varnothing$  — 22,2 mm,  $\varnothing$  — 30,5 mm,  $\varnothing$  — 40,7 mm,  $\varnothing$  — 53,4 mm.

Na marginesie chciałem zaznaczyć, że sprawą ujednostajnienia klasyfikacji żeliw i norm badania zajmuje się Międzynarodowy Komitet Badania Żeliwa, pozostający obecnie pod honorowym protektorem *prof. Portevin*. Komitet ten zbiera obecnie dane dotyczące badania żeliwa we wszystkich krajach i na mającym się odbyć Międzynarodowym Kongresie Odlewniczym w Pradze odbędzie się posie-

TABLICA VI.

Własności mechaniczne żeliw „*Meehanite*” wg danych firmy *The International Meehanite Metal Co.*

	Gatunek	$C_c$	$S_i$	$R_r$ kG/mm <sup>2</sup>	$R_g$ kG/mm <sup>2</sup>	$H_B$	$R_{scish}$ kG/mm <sup>2</sup>	$R_{scin}$ kG/mm <sup>2</sup>	Udarność Izod kGm	Moduł elast. kG/cm <sup>2</sup>	Ciężar właśc. gr cm <sup>3</sup>	Minimalna grubość ścianki odlewu mm	Osnowa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wg danych otrzym. do r. 1939	A	3.0	1.6	35	60	240				1.480.000	7.5		perlit so.
	B	3.1	1.6	30	55	240				1.330.000	7.4		perlit
	C	3.2	1.6	27	48	230				1.200.000	7.3		perlit
	D	3.3	2.0	25	44	220				1.050.000	7.25		perlit
	E			22	39					890.000	7.2		perlit
Wg danych otrzym. po 1945 r.	GM			38.6	69.2	230	142	38.6	6.91	1.615.000	7.48	16	
	GA			35.5	63.0	220	126	33.8	6.22	1.450.000	7.43	13	
	GB			31.5	55.0	210	118	31.0	5.52	1.335.000	7.37	10	
	GC			28.3	50.5	195	110	28.1	4.83	1.230.000	7.25	6	
	GD			25.2	47.2	185	94.5	25.0	4.15	1.150.000	7.13		
	GE			21.2		175	79			845.000	7.02		

U w a g i: Dane do rybryki 1 i 2 otrzymano z roku 1936 z firmy *Eickhoff, Bochum*.

Własności wytrzymałościowe podane w rubr. 3, 4, 6, 7, 8, 9 — rozumieją się jako minimalne.

Niektórych rubryk nie wypełniono z powodu braku danych.

dzenie tego Komitetu i prawdopodobnie zostaną ustalone normy międzynarodowe badania żeliwa, względnie jakieś wytyczne na przyszłość. Panujące obecnie tendencje w Anglii co do sprawy badania żeliwa idą w kierunku oparcia klasyfikacji na wytrzymałości na rozciąganie próbki o średnicy w stanie surowym 30,5 mm ( $\frac{1}{2}$ "'), co byłoby zgodne prawie całkowicie z polską klasyfikacją, która jak wiadomo oparła się na wytrzymałości na rozciąganie próbki, wytoczonej ze sztabki o średnicy w stanie surowym 30 mm.

Jest rzeczą charakterystyczną, że firma *Meehanite* oprócz cyfr ilustrujących własności wytrzymałościowe najczęściej podawane, jak  $R_r$ ,  $R_g$ ,  $H_B$ , podaje cały szereg innych własności swych żeliw, jak wytrzymałość na ściskanie, skręcanie, ścinanie, zmęczenie, moduł elastyczności, obrabialność, współczynnik rozszerzalności, współczynnik przewodnictwa ciepła, cieżar gatunkowy oraz minimalną grubość ścianki odlewu, którą da się wykonać z danego żeliwa. Dane te aczkolwiek częściowo nie wiele mówiące, gdyż np. przy próbach na ścinanie i ściskanie nie podano kształtu i wymiarów próbek, a przy próbie zmęczeniowej nie określono sposobu badania, wskazują na właściwą drogę w określaniu własności różnych gatunków żeliw. Otóż w tym kierunku nie wiele zrobiono i należy wszystkie znane gatunki żeliw maszynowych zbadać wszechstronnie, przy czym prócz własności wyżej wymienionych należy określać: skurcz, lejność, ścieralność itp.

Zastanowimy się teraz nad tym, jakie zalety posiada żeliwo zmodyfikowane w stosunku do żeliw otrzymanych innymi metodami o zbliżonych własnościach wytrzymałościowych.

Na podstawie danych z literatury i dotychczasowych własnych obserwacji, które, trzeba to wyraźnie zaznaczyć, nie wyczerpują całego tematu, a dają tylko porównanie na pewnym wąskim odcinku, mógłbym zalety te ująć w 3 następujących punktach:

1) w żeliwie zmodyfikowanym mniejsza ilość Si wystarcza do otrzymania struktury szarej,

2) żeliwo zmodyfikowane ma mniejszą wrażliwość na grubość ścianek odlewu,

3) pewne podwyższenie własności wytrzymałościowych.

Ostatni ten punkt jest trudny ilościowo do ujęcia.

Jak już wyżej wspomniałem między gatunkami żeliwa *Meehanite* produkowanymi w roku 1936 w Bochum a gatunkami żeliwa o zbliżonej analizie chemicznej produkowanymi w tym czasie w Polsce była różnica w  $R_r$  na korzyść *Meehanite* o około 4  $\text{kG/mm}^2$ . Nie dawało to wtedy całkowitego obrazu, gdyż w Bochum odlewano próbki nieznormalizowane.

Chciałem przytoczyć tu wypowiedzi różnych autorów na ten temat. *Meyersberg* (Niemcy, 1934) (27) stosował próbki do badań wytrzymałościowych o średnicy w stanie surowym 30 mm lane do form wilgotnych, suchych i podgrzanych. Dodawał jako modyfikatora Ca-Si oraz Fe-Si. Otrzymał następujące wyniki przy żeliwach wyjściowych szarych:

$R_r$  do 37  $\text{kG/mm}^2$  (+ 0,3% Si w postaci Ca-Si, forma sucha),

$R_r$  do 34  $\text{kG/mm}^2$  (+ 0,4% Si w postaci Fe-Si, forma sucha).

Stwierdził on, że  $R_r$  wzrastało po modyfikacji o 3—4  $\text{kG/mm}^2$  w stosunku do wyjściowego żeliwa.

Przy żeliwach wyjściowych połowicznych otrzymał *Meyersberg*.

$R_r$  do 40  $\text{kG/mm}^2$  (+ 0,6% Si w postaci Ca Si, forma podgrzana),

$R_r$  do 36  $\text{kG/mm}^2$  (+ 0,5% Si w postaci Fe Si, forma sucha).

W tym wypadku nie można mówić o wzroście  $R_r$  w stosunku do wyjściowego żeliwa, gdyż żeliwo wyjściowe było połowiczne.

*Preigerson* (ZSRR 1947) (36) podaje następujące wyniki (cyfry przeciętne z 3 ch miesięcy) wytrzymałościowe żeliw zmodyfikowanych o przeciętnej analizie chemicznej:  $C_c = 3,42\%$ ,  $Si = 2,11\%$ ,  $Mn = 0,66\%$ ,  $P = 0,17\%$ ,  $S = 0,09\%$ .

Jako modyfikator stosowano Fe — Si 75%.

	$R_g$ $\text{kG/mm}^2$	$f$ mm	$R_r$ $\text{kG/mm}^2$	$H_B$
Żeliwo wyjściowe	37,3	3,6	19,7	192
Żeliwo zmodyfikowane	42,5	3,6	23,1	202

Temperatura żeliwa na rynnę wynosiła 1350 — 1370 C (autor nie podaje czy należy rozumieć z poprawką czy bez). Dodawany Fe Si miał ziarna wielkości 2 — 6 mm i dodawany był w ilości 0,4%.

*Jachnienko* i współpracownicy (ZSRR 1947) (37) daje przykład żeliwa zmodyfikowanego o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych. Skład chemiczny tego żeliwa:  $C_c = 3,06\%$ ,  $Si = 1,44\%$ ,  $Mn = 0,92\%$ .

Temperatura na rynnę wynosiła 1340 C (? poprawka), temperatura odlewania 1290 C (? poprawka), średnica próbki w stanie surowym 30 mm, ilość modyfikatora Fe-Si 0,40%.

Otrzymano w tych warunkach:

$R_g = 56 \text{ kG/mm}^2$ ,  $f = 9,9 \text{ mm}$ ,  $R_r = 34,4 \text{ kG/mm}^2$ ,  $H_B = 241$ .

Sądząc z ilości dodanego Fe-Si żeliwo wyjściowe miałyby w tym wypadku zawartość Si ok. 1,14% i dałyby w sztabce 30 mm strukturę połowiczną.

*Meehanite* (Anglia 1948) podaje, że otrzymują obecnie żeliwo niestopowe o  $R_r$  dochodzącym do 40  $\text{kG/mm}^2$  (brak danych co do wymiarów próbek w stanie odlanym). W próbach mają żeliwo o  $R_r$  45—50  $\text{kG/mm}^2$ .

### Żeliwo stopowe.

Oczywistą jest rzeczą, że można podwyższyć własności wytrzymałościowe żeliwa maszynowego przez dodawanie odpowiednich dodatków stopowych czy to do pieca, w którym topimy żeliwo, czy też do kadzi. Tematu tego nie będę rozwijał z dwóch powodów: przede wszystkim dlatego, że istniejąca literatura w tym zakresie obszernie omawia sprawę wpływu różnych dodatków stopowych na własności żeliw, poza tym w naszych warunkach dodatki stopowe dla podwyższenia własności wytrzymałościowych żeliwa, ze względu na wysoki koszt tych dodatków i trudności dewizowe, nie kalkulują się — poza oczywiście jakimś wyjątkowymi wypadkami.

Chcę tylko nadmienić, że otrzymywanie żeliw stopowych o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych, wymaga od odlewnika również dotrzymania tych samych warunków co przy żeliwach

niestopowych o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych, a mianowicie płynny metal musi posiadać odpowiednią temperaturę, a dozowanie poszczególnych składników w żeliwie musi być opanowane.

W Europie przed 1939 r. była tendencja polepszania własności wytrzymałościowych żeliwa bez dodatków stopowych, podczas gdy w Ameryce stosowano dodatki stopowe do żeliwa na szeroką skalę. Wiadomości, które do nas nadchodzą z różnych krajów Europy dowodzą, że tendencja niestosowania dodatków stopowych przy żeliwach utrzymuje się, co jest zupełnie ze względu na dzisiejsze warunki gospodarcze uzasadnione. Również w Anglii robią obecnie próby uzyskania żeliwa o wytrzymałości  $R_r 45-50 \text{ kG/mm}^2$  i zaznaczają przy tym wyraźnie, że chodzi tu o żeliwo niestopowe.

Na zakończenie musimy zadać sobie pytanie, jaką drogą mają pójść nasze odlewnie żeliwa maszynowego, aby polepszyć własności wytrzymałościowe swego materiału. Odpowiedź na to nie jest prosta. Opisane powyżej żeliwa o podwyższonych własnościach wytrzymałościowych różnią się znacznie od siebie składnikami chemicznymi, postacią grafitu, budową osnowy metalicznej i własnościami fizycznymi. Dla każdego wypadku należy dobrać właściwe żeliwo. Trzeba zatem dobrze poznać wszystkie własno-

ści opisanych żeliw, aby móc zastosować je do właściwego celu.

Chodzi tu przede wszystkim o trzy zasadnicze gatunki żeliwa otrzymane metodami:

- 1) metodą form podgrzanych,
- 2) metodą żeliwa niskowęglatego w żeliwiaku,
- 3) metodą modyfikacji.

#### SPIS LITERATURY

- 23) *Corsali*, Giess, Ztg. 1926.
- 24) *Corsali*, Giess. Ztg. 1938.
- 25) *Wust*, Stahl u. Eisen 1900, str. 1041.
- 26) *G ilenkirchen*, Stahl u. Eisen 1908, str. 592.
- 27) *Edelgusverband*, Protokół z 15 posiedzenia z dn. 4.12.1934, str. 35.
- 28) *Pivowarsky E.* Hochwertiges Gusseisen 1942, str. 208.
- 29) *Keil*, Arch. f. Eisen u. Huttenwesen 1933, str. 10.
- 30) Patent angielski Nr 290267 z dn. 8.3.1928 r.
- 31) *K. J. Waszczenko*, „Modificirowannyj czugun“, Moskwa 1946.
- 32) *Meyersberg*, „Edelguss“ 1929, str. 30.
- 33) *Schwarz Ind.* Eng. Chem. 1925, t. 10, str. 647.
- 34) *Thielmann i Wimmer*, Stahl u. Eisen 1927, str. 389.
- 35) *Pivowarsky E.* Hochwertiges Gusseisen 1942, str. 205.
- 36) „Wiestnik Maszynostrojenja“ No 4/1947, str. 57.
- 37) „Wiestnik Maszynostrojenja“ No 1/1947, str. 67.
- 38) „Fonderie“ Nr. 21 (IX/1947), str. 822.

## Organizacja i planowanie pracy w odlewni

(Ciąg dalszy).

Inż. PLATON JANUSZEWICZ

### Organizacja pracy na stanowiskach formierskich.

Po rozpatrzeniu rozmaitych systemów organizacji pracy, odnoszących się do całokształtu operacji technologicznych, mających miejsce w odlewniach, przystąpimy do rozpatrzenia organizacji na najważniejszym odcinku procesu technologicznego, tj. na odcinku formowania. Jak już zostało podkreślone, wydajność formowania określa właściwą wydajność całej odlewni (o ile nie ma wąskiego przekroju przy innych operacjach). Należy wobec tego zastosować przy formowaniu taką metodę pracy, któraby pozwoliła na osiągnięcie jak najwyższej wydajności z jednego  $m^2$  powierzchni formiarni. Nie będziemy tutaj mówić o systemie pracy ciągłej (taśmowym), która może być z powodzeniem zastosowana tylko przy wielkoseryjnym i o masowym charakterze produkcji.

W odlewniach o charakterze produkcji seryjnej a nawet indywidualnej, gdzie operacja formowania odbywa się na miejscu (bez użycia transporterów) jest pożądane wyodrębnienie właściwego formowania od składania formy, (wstawianie rdzeni), zlecając wykonanie tej operacji osobnej brygadzie formierzy. Taki układ pracy jest najbardziej skuteczny przy formowaniu ręcznym, kiedy formy idą najpierw do suszarni, a później są przenoszone na osobno wyznaczone miejsce do składania, a przy formowaniu maszynowym, kiedy wykonanie wierzchu i spodu odbywa się na odrębnych maszynach formierskich i na osobnym miejscu, znajdującym się między maszynami

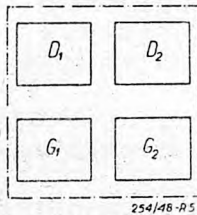
mi specjalny składacz, składa obydwie połówki formy. Do jego obowiązków będzie należało: ewentualna reperacja, ustawienie rdzeni, złożenie formy i odniesienie całości na miejsce do zalewania względnie na transporter.

Możnaby — rzecz oczywista — posunąć się jeszcze dalej, rozbijając całą operację formowania na cały szereg wyodrębnionych czynności, zlecając wykonanie ich formierzom różnych kwalifikacji zawodowych w zależności od trudności i delikatności danej czynności. Takie postawienie sprawy daje teoretycznie cały szereg korzyści, jak np.: wyzyskanie formierzy, wg ich zdolności zawodowej, większą wydajność pracy przy ciągłym powtarzaniu jednakowej czynności, powierzanie kontroli formy formierzom o najbardziej wysokich kwalifikacjach itd. Wprowadzenie jednak w życie tego sposobu jest zbyt skomplikowane, szczególnie w odlewniach o charakterze produkcji indywidualnej i drobnoseryjnej z ograniczoną roczną zdolnością produkcyjną.

Przy powierzeniu właściwego formowania, wykończania formy i składania różnym osobom, wzgl. grupom, należy jednak złączyć je wspólną odpowiedzialnością za ostateczny wynik.

W celu zwiększenia wydajności formowania przy formowaniu ręcznym wskazane jest powierzenie formowania wierzchów i spodów form różnym robotnikom. Przy tym sposobie połówki modeli, wzgl. przy formach trójdzielnych, części modelu muszą być przymocowywane do płyt modelowych, zaopa-

trzonych w uszy wzgl. bolce do właściwego centrowania skrzynek formierskich. W kilku odlewniach francuskich, wykonujących stosunkowo duże odlewy, po wprowadzeniu w ostatnich czasach powyższej metody, zdołano zwiększyć wydajność z m<sup>2</sup> powierzchni formiarni o 40%. Ze względu jednak na zwiększony koszt modelu i urządzenia metoda ta nie może być stosowana przy produkcji indywidualnej.

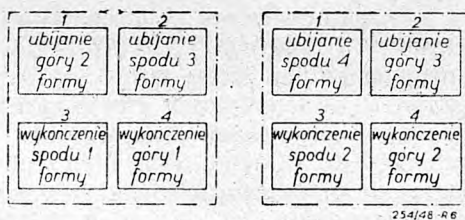


Rys. 5. Schemat I-szy równoległej pracy formierzy.

Przy tej metodzie pracy zalecony jest podział stanowiska formierskiego na cztery osobne miejsca pracy (rys. 5). Na dwóch z nich oznaczonych literami  $D_1$  i  $G_1$ , ubija się równoległe górną i dolną skrzynkę, tymczasem na pozostałych dwóch odbywa się wykończenie form. Po wykończeniu, formy są odtransportowane do suszarni wzgl. na miejsce przeznaczenia do zalewania. Zasadniczym warunkiem powodzenia tej metody jest jednakowe trwanie operacji ubijania i wykończenia formy. W wypadkach niemożności spełnienia tego warunku należy zatrudnić przy operacji trwającej dłużej, większą ilość rąk roboczych. Wzajemny stosunek ilości potrzebnych ludzi do każdej operacji można wyliczyć z następującego wzoru:

$$\frac{u}{f} = \frac{U}{F}$$

gdzie  $u$  = ilość robotników zajętych przy ubijaniu,  
 $f$  = ilość formierzy zajętych wykonaniem formy,  
 $U$  = ilość robotniko-godzin potrzebnych do ubicia,  
 $F$  = ilość robotniko-godzin potrzebnych do wykończenia.



Rys. 6. Schemat II-gi równoległej pracy formierzy.

Bardziej jednak wygodnym sposobem, nie wymagającym stosowania specjalnych modeli, jest sposób przedstawiony schematycznie na rys. 6. Stanowisko formierskie jest również podzielone na 4 miejsca pracy, na których odbywają się operacje formowania i wykończenia w następującej kolejności:

na miejscu 1 po ubiciu pierwszej formy, rozłożonej do wykończenia na miejscach 3 i 4, odbywa

się ubijanie wierzchu drugiej formy, ustawionego na uprzednio ubitej jej spodniej części; tymczasem na miejscu 2 ubija się spód formy trzeciej. Po upływie jednego taktu (odpowiadającego trwaniu jednej operacji), obydwie połówki formy pierwszej zostaną wykończone i sprzątnięte ze stanowiska, a ich miejsce (3 i 4) zostanie zajęte przez wierzch i spód formy drugiej, zdjętej z miejsca 1. Na zwolnionym miejscu 1 rozpocznie się ubijanie spodu formy czwartej, a na miejscu 2 ubijanie wierzchu formy 3. Po upływie następnego taktu forma trzecia przyjdzie do wykończenia na miejsca 3 i 4, a na zwolnionym przez nią miejscu rozpocznie się ubijanie spodu formy piątej itd. Przy tym systemie pracy jak i w poprzednim, czas trwania ubijania musi się równać czasowi wykończenia formy. Jak już podkreślono sposób na rys. 6 jest korzystniejszy szczególnie przy małych seriach ze względu na możliwość wykorzystania zwykłych modeli bez potrzeby uciekania się do kosztownych płyt modelowych. Poza tym nie we wszystkich wypadkach ręcznego formowania jest wskazane osobne ubijanie różnych części formy.

### Zasady organizacji pracy ciągłej na taśmie (równoległej).

Organizacja procesu produkcyjnego przy pracy ciągłej na taśmie wymaga rozbicia go na szereg poszczególnych operacji, czas trwania których jest równy wzgl. wielokrotny. Operacje te są wykonywane kolejno jedna po drugiej, przy czym rozmieszczenie stanowisk roboczych jest tak pomyślane, aby przerobiony materiał odbywał najkrótszą drogę.

Charakterystyczną cechą tego rodzaju pracy, jest t. zw. rytm, na podstawie którego materiał, albo półfabrykat zatrzymuje się przy każdym stanowisku (wzgl. go mijają) zawsze przez jednakową ilość czasu, a w poszczególnych wypadkach przez jego wielokrotną. Nie oznacza to jednak, że równomierność posuwu może być zachowana tylko wtedy, kiedy wszystkie operacje wymagają jednakowego czasu wykonania. Określony rytm pracy może być zachowany nawet i wtenczas, kiedy na wykonanie jednej operacji zużywa się jedną minutę, na wykonanie drugiej dwie minuty, a na trzecią sześć minut. W tym wypadku należy mieć do dyspozycji przy drugiej operacji 2 maszyny i zorganizować ich pracę tak, aby co minutę trafiał na taśmę jeden przedmiot po przejściu tej drugiej operacji. Tak samo przy operacji trzeciej będzie potrzeba sześciu maszyn do zachowania rytmu jednonumutowego.

Przy pracy systemem taśmowym cały proces technologiczny jest rozbity na szereg prostych operacji. Każdy robotnik wykonuje wciąż tylko jedną operację, przez co nabywa wielkiej wprawy i jego wydajność jest wysoka.

Na odlewniach rozróżniamy trzy zasadnicze obiegi:

1. materiały wsadowe,
2. masa formierska, modele, skrzynki formierskie, ciężary itp.,
3. rdzenie i odlewy.

Pierwszy obieg bierze swój początek na składach materiałów wsadowych i kończy się u żeliwiaków.

Drugi jest zupełnie odmienny — i ma charakter zamkniętego koła. Masa formierska, skrzynki, cięża-





a nie organizacyjnej. I tak wiedząc jaki będzie czas  $t_z$  potrzebny do zalania jednej formy i jaka jest szybkość  $v$  posowu taśmy, oraz wprowadzając współczynnik bezpieczeństwa  $K$  obliczymy z łatwością długość potrzebnego odcinka (zalewania).

$$l_z = v \cdot t_z \cdot K \quad (4)$$

Do powyższego wyliczenia mogą być wprowadzone pewne poprawki, uwarunkowane: pojemnością kadzi, ilością zalewanych z niej form, szybkością poruszania się kadzi wzdłuż kolejki wiszącej oraz czasem napełnienia jej pod żeliwiakiem. Zasada wyliczania pozostaje jednak bez zmiany. Przy obliczeniu długości odcinka studzenia musimy wziąć pod uwagę: objętość znajdującego się w każdej formie metalu, jego początkową i końcową temperaturę oraz ilość form znajdujących się w każdej określonej chwili w tunelu. Ponieważ długość odcinka studzenia odpowiada zwykle długości odcinka formowania (znając szybkość posowu taśmy, wyliczenie okresu przebywania formy w tunelu nie przedstawia trudności) możemy z łatwością określić potrzebną wydajność ekshaustora.

Długość odcinka wybijania jest zwykle równa długości odcinka zalewania, dlatego też obliczenie transportera według wzoru (3) odnosi się tylko do długości odcinka formowania. Do otrzymanej wartości odcinka formowania  $l_f$  dodajemy długość odcinka  $l_z$  wyliczoną na podstawie wzoru (4), wówczas ogólna długość transportera będzie się równała.

$$L = l_f + l_z + l_c + l_w = 2(l_f + l_z), \quad (5)$$

gdzie  $l_f$ ,  $l_z$ ,  $l_c$ , i  $l_w$  — są długościami odcinków formowania, zalewania, chłodzenia i wybijania.

#### Wykorzystanie powierzchni odlewni przy pracy ciągłej na taśmie.

Jeżeli wrócimy do wzoru (1), gdzie ogólna powierzchnia odlewni zajęta pod formowanie, składanie i zalewanie równa się

$$F = \Sigma [n_f \cdot f_f + n_s \cdot f_s + (N - n'_s) \cdot f_z] \quad (1)$$

to przy pracy systemem taśmowym wzór ten otrzyma wygląd następujący:

$$F_0 = \Sigma [n_f \cdot f_f + n_s \cdot f_s + n_z \cdot f_z + F_t] \quad (6)$$

gdzie:

$$n_f = \frac{N t_f}{8}; \quad n_s = \frac{N t_s}{8}; \quad n_z = \frac{N (t_z + t_c + t_w)}{8}$$

$t_f$ ,  $t_s$ ,  $t_z$ ,  $t_c$  i  $t_w$  — czas formowania, zalewania, składania, chłodzenia i wybijania jednej formy na odpowiednich stanowiskach.

$F_t$  — ogólna powierzchnia zajęta przez transportera. Porównując te dwa wzory (1) i (6) możemy łatwo stwierdzić, jaka będzie różnica w potrzebnej powierzchni przy pracy nieruchomej i ciągłej na taśmie.

$$F - F_0 = \Sigma \left[ \left( N - n'_s - \frac{N (t_z + t_c + t_w)}{8} \right) \cdot f_z - F_t \right] = \\ = \Sigma \left[ N \cdot \frac{8 - (t_z + t_c + t_w)}{8} \cdot f_z - n'_s \cdot f_z - F_t \right]$$

Jeżeli analogicznie oznaczymy przez  $t'_s$  czas potrzebny do złożenia jednej formy, pozostawionej na stanowisku do składania, otrzymamy

$$n'_s = \frac{N t'_s}{8}$$

wówczas wzór otrzyma następujący wygląd

$$F - F_0 = \Sigma \left[ N \cdot \frac{8 - (t'_s + t_z + t_c + t_w)}{8} \cdot f_z - F_t \right] \quad (7)$$

Analizując powyższy wzór, dochodzimy do następujących konkluzji:

1. Korzyści wynikające z wprowadzenia pracy ciągłej na taśmie będą tym większe, im większa będzie różnica między pierwszym i drugim członem w nawiasie. Aby warunek ten był spełniony, wyraz

$$N \cdot \frac{8 - (t'_s + t_z + t_c + t_w)}{8} \cdot f_z$$

musi być wartością dodatnią tj. suma  $(t_s + t_z + t_c + t_w)$  musi być mniejsza od 8 godzin.

2. Wielkość pierwszego członu będzie tym większa, im większa będzie  $N$ , tj. dzienna wydajność i im mniejsza będzie suma czasów potrzebnych na przeprowadzenie poszczególnych operacji: składania, zalewania, chłodzenia i wybijania form  $(t_s + t_z + t_c + t_w)$ . Warunek ten jest spełniony w odlewniach drobnych odlewów.

3.  $F_t$  ma najmniejszą wartość również przy drobnych odlewach.

4. Jeżeli porównanie pracy taśmowej ze zwykłym systemem schodkowym albo dwutaktowym wypadnie niekorzystnie, to należy wziąć pod uwagę fakt, że z wprowadzeniem 2 — 3 zmian (co jest łatwo osiągalne przy pracy taśmowej) potrzebna powierzchnia  $F_0$  wyliczona na podstawie wzoru (6) będzie 2 — lub 3-krotnie mniejsza, co zasadniczo zmienia obraz.

5. Ilość potrzebnych skrzynek jest w prostej zależności od sumy czasów  $(t_s + t_z + t_c + t_w)$ . Im mniejsza będzie ta suma, tym większą ilość razy można użyć w ciągu dnia tych samych skrzynek.

Według danych inż. *Brigera* przybliżony procentowy podział powierzchni odlewni zajętych pod poszczególne operacje jest następujący:

pod formowanie, maszyny formierskie, modele i masę formierską	25%
pod puste skrzynie formierskie	5%
pod zapas masy formierskiej	12%
pod przesiewanie, zwilżanie i przerób masy	12%
pod ustawienie gotowych form	25%
pod przejścia	21%

Z powyższego widać, że przy przejściu na pracę ciągłą taśmową zostanie zwolnione około 50 — 75% powierzchni.

Należy jeszcze podkreślić, że samo ustawienie transportera, który jest tylko kosztownym środkiem ciągłego transportu, nie jest równoznaczne z wprowadzeniem pracy ciągłej.

Należy przedtem podzielić cały proces produkcyjny na szereg najprostszych, w przybliżeniu równych

w czasie operacji, dobrze rozplanować pracę i nadać jej określony rytm; dopiero wówczas transporter może spełnić z powodzeniem swoje zadanie.

### Organizacja transportu.

Dobrze przemyślane rozplanowanie budynku odlewni, prawidłowy wzajemny stosunek procentowy powierzchni różnych oddziałów i dobrze zorganizowany transport, przy użyciu właściwych środków transportowych, umożliwią osiągnięcie wielkich oszczędności produkcyjnych. Wpływ kosztów transportu na kształtowanie się kosztu własnego gotowego wyrobu jest w odlewni o wiele większy niż w innych warsztatach przemysłu metalowego. Tłumaczy się to tym, że do wyprodukowania jednej tony gotowych odlewów wprowadza się do cyklu produkcyjnego około 13 ton różnych materiałów. Wykaz tych materiałów (niekompletny) jest ujęty tablicą VIII.

TABLICA VIII.

Wykaz przenoszonych ładunków, przypadających na jedną tonnę gotowych odlewów z żeliwa szarego.

Nazwa materiału	Ilość ton	Uwagi
Surówka, złamki, odpadki własne	1,6	Uzysk przyjęto 62%
koks wraz z koksem kotłowym	0,24	15% wsadu
topniki	0,02	5% wsadu
żuzel	0,07	
materiały ogniotrwałe (cegła, glina — ogniotrwała, masa żelwiakowa)	0,1	do naprawy
masa formierska, rdzeniowa, glina itp.	3,0	dla odlewów cienkościennych 6—7 t dla odlewów drobnych ponad 8 ton
skrzynki formierskie	4,0	
modele	0,08	
ciężary	3,0	
Różne materiały pomocnicze i narzędzia (paliwo do suszenia, kadzie, łyżki, szpilki, haki itp.)	0,7	
<b>Razem</b>	<b>12,81</b>	

Powyższe liczby nie dają jednak rzeczywistego obrazu, ponieważ każdy z wymienionych materiałów uczestniczy nie w jednej lecz w kilku operacjach i dlatego też musi być przenoszony z miejsca na miejsce kilkakrotnie.

Na jedną tonnę gotowych odlewów w odlewniach dobrze rozplanowanych i zorganizowanych przy uwzględnieniu wielokrotności ruchu materiałów trzeba przetransportować około 60 — 70 t różnych materiałów.

W odlewniach źle rozplanowanych o szczupłych powierzchniach roboczych i składowych (co jest udziałem większości naszych odlewni), przenosi się z miejsca na miejsce na 1 tonę gotowych odlewów od 150 — 200 t różnych ciężarów.

Prof. Rubcow przeprowadził badania nad ilością transportowanych materiałów w jednej rosyjskiej odlewni i otrzymał liczbę 162,83 t na jedną tonnę goto-

wych odlewów. Ta olbrzymia ilość transportowanych materiałów rozkłada się na poszczególne oddziały odlewni w sposób następujący:

1) topienie	12,35 t
2) formowanie	109,30 t
3) czyszczarnia	10,30 t
4) rdzeniarnia	19,98 t
5) przerób masy	10,90 t
<b>Razem</b>	<b>162,83 t</b>

Z powyższego zestawienia widać, że największa ilość ładunków jest przenoszona w obrębie formiarni i praca ta jest wykonywana w lwiej części przez samych formierzy. Należy wobec tego przede wszystkim dążyć do właściwego rozwiązania sprawy transportu na terenie samej odlewni.

Istnieje 6 zasad racjonalizacji transportu:

- 1) ograniczenie przeładunku materiałów i wyrobów do minimum,
- 2) zachowanie jednolitego kierunku posuwu przez warsztat materiałów i wyrobów,
- 3) dostosowanie transportu do toku pracy,
- 4) możliwie jaknajwiększe wykorzystanie do transportu urządzeń maszynowych,
- 5) powierzenie robót transportowych robotnikom niewykwalifikowanym (tańsza robocizna),
- 6) wykorzystanie do transportu siły przyciągania ziemskiego, wszędzie gdzie warunki miejscowe na to pozwalają.

Transport wewnętrzny może być dwójakiego rodzaju:

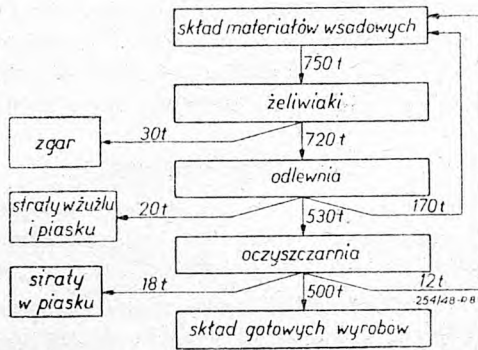
- a) torowy (wózki wąsko- i szerokotorowe),
- b) kołowy — wózki kołowe zwykłe i z ruchomą platformą.

Jak jeden tak i drugi może być ręczny albo zmechanizowany. Transport kołowy (bez szyn) ma tę zaletę, że nie jest ograniczony wytyczoną trasą, pozwala na swobodne manewrowanie, stwarza warunki do najlepszego wykorzystania powierzchni warsztatowej i pozwala na zastosowanie bardziej różnorodnych środków transportowych, dostosowanych do miejscowych warunków. Z drugiej jednak strony grunt w tym wypadku musi być twardy, bez wyboi (specjalna nawierzchnia), aby uniknąć wstrząsów. Transport taki nie jest ekonomiczny, kiedy wchodzi w grę duża ilość ciężkich materiałów. Wówczas wozy szeroko- i wąskotorowe umożliwiają tańszą i szybszą dostawę. Transport kołowy (bez szyn) ma w odlewniach szerokie zastosowanie przy przewożeniu gotowych odlewów z odlewni do czyszczarni i dalej na skład, przy dostarczeniu skrzynek formierskich, modeli, różnych drobnych materiałów i rdzeni.

Transport torowy (po szynach) ma tę zaletę, że jest niezależny od rodzaju gruntu i że jest dostosowany do przewożenia wielkich ilości materiałów sypkich i ładunków masowych. Dlatego też surówka, złamki, koks, węgiel, cegła, oraz ciężkie odlewy, duże skrzynki i ciężary, są zwykle przewożone w odlewniach wąskimi względnie szerokimi torami.

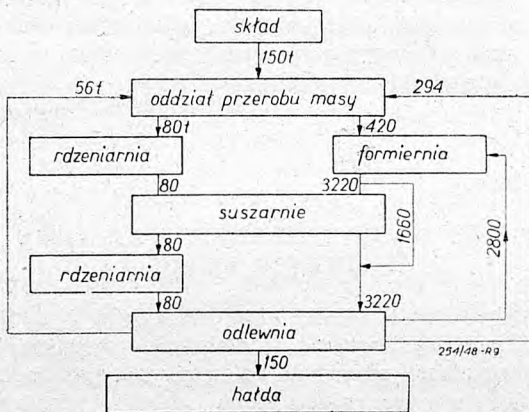
Aby transport należycie spełnił swoje zadanie, które polega na dostarczaniu określonych materiałów w określone miejsca i o określonej porze) wtedy, kiedy jest istotnie potrzebny), musi on być objęty

specjalnym planem. Nie może on mieć charakteru dorywczego — od wypadku do wypadku, bo w przeciwnym razie zdarzają się niepotrzebne postoje i powstaje zamieszanie. Niestety, w większości naszych odlewni spotykamy się z takimi właśnie zjawiskami.



Rys. 8. Schemat ruchu żeliwa w odlewni.

Przed przystąpieniem do opracowania systemu transportu należy przede wszystkim zrobić dokładny wykaz materiałów (głównych, pomocniczych i urządzeń), kursujących w obrębie samej odlewni i na przynależnym do niej placu, a następnie oznaczyć na planie wszystkie punkty, z których wychodzą i do których przychodzą te ładunki. Następną czynnością będzie oznaczenie na planie kierunków posuwania się materiałów. Należy poza tym obliczyć długość tras w odniesieniu do każdego oznaczonego na planie punktu, ustalić na podstawie statystyki ilość ładunków przychodzących i wychodzących zeń z podaniem punktu docelowego.

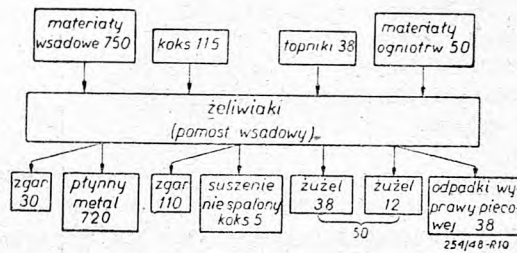


Rys. 9. Schemat ruchu masy formierskiej.

Po dokonaniu tych wszystkich wstępnych operacji można stworzyć sobie dokładny obraz ruchu ładunków tak kursujących wewnątrz odlewni, jak i wychodzących po za jej obręb. W celu ułatwienia sobie pracy zaleca się opracowanie schematów ruchu dla każdego z materiałów z osobna. Na rys. 8 i 9 są podane schematy ruchu żeliwa i masy formierskiej. Podane schematy opracowane są dla odlewni z produkcją 500 t miesięcznie.

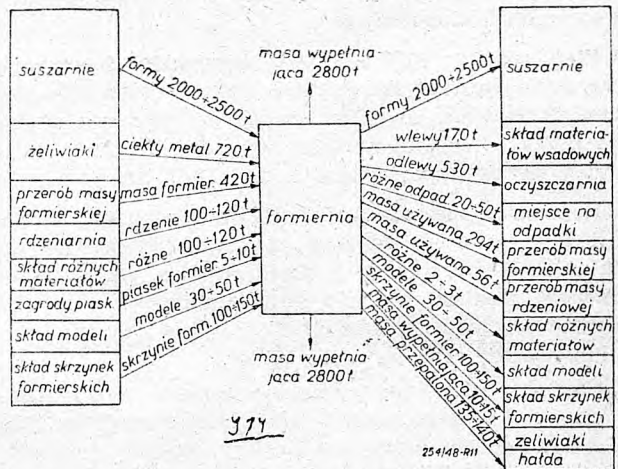
Po opracowaniu schematów, dotyczących obrotu poszczególnych materiałów przystępuje się do opracowania schematów w odniesieniu do każdego punktu tj. do każdego składu, do pomostu wsadowego, formiarni, suszarni, rdzeniarni, do oddziału przerobu masy formierskiej i td.

Na rys. 10 i 11 podane są schematy ruchu materiałów na pomoście wsadowym i w formiarni.



Rys. 10. Schemat ruchu materiałów na pomoście wsadowym.

Wybór systemu i rodzaju transportu jest zależny od miejscowych warunków. W wypadkach zastosowania do transportu wewnętrznych wózków wąskotorowych (lub innego rodzaju środków transportu kołowego) można się kierować następującymi wytycznymi:



Rys. 11. Schemat ruchu materiałów w formiarni.

- 1) powierzyć kierowanie transportem specjalnemu pracownikowi,
  - 2) oddać do dyspozycji kierującego transportem cały tabor wózków (nie przydzielać wózków poszczególnym oddziałom odlewni)
  - 3) transport musi się odbywać przy pomocy ludzi specjalnie do tej pracy przydzielonych,
  - 4) wyznaczyć trasy posuwu wózków, a nawet opracować pewnego rodzaju rozkład jazdy,
  - 5) określić ładowność wózków (w zależności od stanu torów i wózków 1 — 2 t) i pilnować nie przeciążania ich,
  - 6) stworzyć specjalne rampy (dopasowane wysokością do wózków) w załadunkowo-rozładunkowych punktach poszczególnych oddziałów odlewni (formiarnia, rdzeniarnia, oczyszczarnia i td.).
  - 7) doprowadzić do porządku tory, tarcze obrotowe, i wózki i utrzymywać je w należytnym stanie,
  - 8) załadowany wózek w miejscach gotowej produkcji wymienić natychmiast na próżny.
- Trasę należy wybierać tak, aby wózki mogły krążyć po odlewni w miarę możliwości wzdłuż zamkniętego obwodu.

c. d. n.

# PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH ODLEWNICZYCH

W „Przeglądzie pism“ dążymy do najdokładniejszego przetłumaczenia i zreferowania artykułów wydrukowanych w zagranicznych czasopismach, lecz nie bierzemy odpowiedzialności za ich treść i wnioski.

*M. M. Hallett*

## STOPY O WYSOKIEJ ODPORNOŚCI NA KOROZJĘ

W USA znane są stopy o wysokiej odporności na korozję, produkowane przez firmę Haynes Stellite Co pod marką Hasteloy A, B, C i D. Są to stopy niklowo-molibdenowe, czasem z dodatkiem chromu, lub stopy niklowo-krzemowe (Hasteloy D).

Ostatnio rozpoczęto produkcję tych stopów w Anglii, w Sheepbridge Stokes Centrifugal Castings Co pod nazwą Corrosist B, C i D, odpowiadające analogicznym markom Hasteloy. Stopy te topi się w piecach elektrycznych wysokiej częstotliwości i odlewa się części głównie dla przemysłu chemicznego.

Stop niklu z 30% Mo jest niezwykle odporny na kwas solny we wszystkich stężeniach i w szerokim zakresie temperatur. Ulega w kontakcie z wrzącym stężonym  $H_2SO_4$  — w tym ostatnim wypadku stosować należy dostatecznie odporny stop niklu z 10% Si.

Najszerze zastosowanie znajduje stop niklu z 13% Mo i 15% Cr, który odporny jest na działanie rozcieńczonych kwasów solnego i siarkowego, a także kwasu azotowego oraz na działanie soli metalicznych z wysoką koncentracją jonów chlorowych (np. przy chlorku żelaza lub miedzi) oraz na wolny chlor.

Stopy te posiadają wysokie własności wytrzymałościowe, nie są zbyt trudno obrabialne, wyjąwszy stop niklu z krzemem, który jest bardziej kruchy i na ogół uważany jest za nieobrabialny. Jednak jego własności mechaniczne są dużo wyższe aniżeli odpornego na korozję żeliwa o 14% Si.

Corrosist D (stop niklowo-krzemowy) zastosowano na rury grzewcze średnicy 178 mm, długości 1830 mm przy grubości ścianek 16 mm — wagi 143,0 kg oraz zawory, podległe działaniu wrzącego stężonego kwasu siarkowego.

I. P.

Foundry Trade Journal, 1949 r. Nr 1689, str. 29.

*Dr W. C. Newell*

## ZASTOSOWANIE WZBOGACENIA TLENEM DMUCHU W ODLEWNIACH.

(Referat wymienny „The British Iron and Steel Research Association“ na XXII Krajowy Zjazd Odlewników Francuskich).

Na wstępie referatu omówione są teoretyczne podstawy wzbogacania dmuchu tlenem i przytoczone są powody, dla których metoda ta da się zastosować ze szczególną korzyścią w odlewniach, gdzie żeliwo jest wytapiane w żeliwiakach, a stal otrzymuje się z gruszek z zastosowaniem świeżenia powierzchniowego. Wyniki przeprowadzonych ostatnio we Francji prób rodkują dalszy rozwój omawianej metody.

Udowodniono, że przy obecnych cenach tlenu nie osiągnie się wprawdzie oszczędności na materiałach, występują natomiast inne korzyści metody natury techniczno-gospodarczej: zwiększona wydajność, łatwiejsza kontrola biegu urządzeń do topienia, otrzymanie stali bardziej płynnej o równomiernym składzie chemicznym. Wszystkie te zalety uzasadniają stosowanie tej metody.

Autor wyprowadza następujące wnioski:

1) Zastosowanie tlenu do dmuchu żeliwiaków i gruszek przy istniejących cenach na tlen jest droższe od wynikających oszczędności na materiałach wsadowych.

2) W wypadkach zwiększenia wydajności przetapiania żeliwa przez wzbogacenie dmuchu tlenem otrzymuje się wydatne obniżenie kosztów warsztatowych i osiąga się dużą oszczędność na czasie. Zwiększenie o 50% wydajności pieca jest łatwo osiągalne.

3) Istnieje możliwość podniesienia w dużym stopniu temperatury żeliwa i stali, skąd wypływają znane odlewnikom korzyści.

4) Wprowadzenie dodatkowego tlenu do dmuchu ułatwia prowadzenie żeliwiaka lub gruszki. Równocześnie z ułatwioną regulacją temperatury i wydajności otrzymuje się możliwość przeprowadzenia daleko idących zmian we wsadzie: np. wsad żeliwiakowy może być złożony wyłącznie ze złamków stalowych, a w gruszkę można produkować stale stopowe, przez dodawanie do kadzi z wysoko przegrzaną stalą węglistą zimnych dodatków stopowych.

5) Przeprowadzone próby wykazują, że wzbogacenie dmuchu tlenem jest uzasadnione w odlewniach żeliwa i stali i należy przypuszczać, że metoda ta znajdzie w przyszłości szerokie zastosowanie.

P. J.

*J. E. Nixon*

## WLEWY DOPROWADZAJĄCE I NADLEWY W ODLEWNI BRAZU

Nieodpowiednie wlewy doprowadzające i nadlewy niewłaściwie rozmieszczone są głównymi powodami braków. Otrzymanie zdrowych odlewów nie jest możliwe bez odpowiedniego opracowania układu wlewowego. Przed rozpoczęciem większej partii odlewów należy zawsze wykonać kilka próbnych sztuk i po przecięciu ich przez miejsca możliwego powstawania rzadzin zbadać dokładnie odlew.

Po zalaniu formy najpierw powstaje zewnętrzna skorupa, która się stopniowo pogrubia; krzepnący w skorupie metal, zmniejsza wyraźnie swoją objętość i wskutek tego powstają jamy usadowe, o ile nie zostanie dodatkowo doprowadzony ciekły metal.

Ten dodatkowy metal jest dostarczany przez nadlewy, ale musi on pozostać w stanie ciekłym i mieć możliwość dotarcia do krzepnących na ostatku części odlewu.

Cienkie ścianki krzepną pierwsze i izolują przekroje grubsze, które muszą być wobec tego zasilane przez nadlewy. Należy więc brać pod uwagę rozkład temperatur w odlewie. Jeżeli metal ma do przebycia długą drogę przez formę, zanim dotrze do nadlewu, to będziemy

w nim mieli metal zimny, a w grubszym przekroju, który ma być przez ten nadlew zasilany — metal cieplejszy. Nadlew skrzepnie pierwszy zasycając metal z grubego przekroju, gdzie powstanie rzadzina lub jama usadowa. Stąd reguła: najcieplejszy metal musi znajdować się w nadlewie z wystarczającym dostępem do grubego przekroju, tak, aby krzepnięcie przebiegało stopniowo w kierunku od wnętrza odlewu do nadlewu. Teoretycznie metal najdłużej pozostaje w stanie ciekłym w nadlewach kształtu kulistego. Praktycznie jednak stosują nadlewy kształtu cylindrycznego. Nadlewy ślepe (przykryte) są bardzo korzystne, ponieważ można im nadać kształt zbliżony do kulistego. Najbardziej skuteczną wysokość nadlewu mieści się w granicach 1 do 1,5 jego średnicy.

Połączenie nadlewu z grubym przekrojem musi być odpowiednio grube, aby nie skrzepło wcześniej od połączonych części.

Autor zaleca stosowanie metody wpisywania kół; w przekrój który ma być zasilany należy wpisać możliwie największe koło. Średnica połączenia z nadlewem ma być od 1,5 do 2-ch razy większa od średnicy wpisanego koła. Praktycznie biorąc całą wysokość nadlewu wraz z połączeniem będzie większa od 2,5 do 4 razy od średnicy wpisanego koła. Można zmniejszyć do minimum przekrój połączenia nadlewu z odlewem przez zastosowanie w miejscu połączenia specjalnego bardzo cienkiego rdzenia z małym otworem w środku. Rdzeń ten jest wykonany z gipsu z 20% dodatkiem azbestu — suszony w suszarni i wolno studzony. Sposób ten jest dosyć delikatny w zastosowaniu; nie daje oszczędności na materiale, ale ułatwia usuwanie nadlewu.

Bardzo ważny jest wpływ ciśnienia atmosferycznego. Przy dobrym i dobrze odgazowanym metalu, kiedy zaczyna się tworzyć wewnątrz zewnętrznej skorupy próżnia, ciśnienie atmosferyczne może przeniknąć poprzez naskórek odlewu (np. obok rdzenia albo w miejscu przegrzanych) i spowodować wady odlewnicze. Można jednak wykorzystać ciśnienie atmosferyczne umieszczając między wlewem i odlewem ślepe nadlewy; mały suchy rdzeń piaskowy o dużej przepuszczalności przenika wówczas przez powierzchnię nadlewu, co pozwala ciśnieniu atmosferycznemu oddziaływać poprzez masę formy i rdzenia na ciekły metal, znajdujący się w nadlewie. Ciśnienie atmosferyczne wciąga w ten sposób ciekły metal do odlewu w miarę powstawania w nim pustek.

W wypadku istnienia kilku nadlewów każdy z nich musi mieć swój wydzielony zakres działania. Nie mogą

one zasilać się nawzajem. Czasami umieszcza się w cienkich przekrojach ochładzalniki w celu przyspieszenia krzepnięcia. Reasumując: nadlew ma spełniać zadanie zbiornika ciepła i płynnego metalu i musi krzepnąć ostatni.

Te same zasady obowiązują i przy wlewach doprowadzających. Wlew okrągły przepuszcza więcej metalu. Opracowując układ wlewowy należy brać pod uwagę rozkład temperatur, ażeby nie spowodować w odlewie jam usadowych. W wielu wypadkach powstaje konieczność zmniejszenia przekroju wylotu wlewu doprowadzającego w celu przyspieszenia krzepnięcia w nim metalu po zapewnieniu formy, aby zabezpieczyć odlew przed wszelkim zasysaniem metalu podczas krzepnięcia. W innych wypadkach wlew doprowadzający musi być gruby, aby umożliwić dodatkowe doprowadzenie ciekłego metalu z nadlewu umieszczonego przed odlewem. Wlewy syfonowe zapobiegają rozmywaniu formy i rdzeni; mają one jednak tę wadę, że powodują duże niekorzystne różnice temperatur dochodzące do 70—100 C między wlewem doprowadzającym i nadlewem znajdującym się nad odlewem. W tym wypadku nadlew nie zasila odlewu, a wlew zasysa metal z odlewu, co mija się z celem. Można temu zapobiec umieszczając wlew doprowadzający pod zewnętrznym nadlewem względnie wprowadzając go do nadlewu.

Autor stale podkreśla zasadę, że metal o najwyższej temperaturze musi znajdować się w częściach formy najbardziej rozgrzanych, a metal najzimniejszy znaleźć się powinien w częściach formy najbardziej oddalonych od nadlewów. Wprowadzenie wlewu do nadlewu daje najlepsze rozwiązanie.

W dalszym ciągu referatu autor ilustruje na szeregu przykładów powyższą zasadę, która przyczyniła się do obniżenia procentu braków, wagi nadlewów i wlewów, a co zatym idzie do zwiększenia uzysku.

W wielu wypadkach stosowano metal 85—5—5—5 (Cu, Sn, Zn, Pb). Przy częściowym zastąpieniu cyny przez nikiel otrzymuje się ściślejsze odlewy o lepszych własnościach mechanicznych przy równoczesnym obniżeniu kosztu własnego, spowodowanego różnicą ceny cyny i niklu. Skład chemiczny wygląda wówczas następująco: Cu — 85, Sn — 3, Ni — 2, Zn — 5, Pb — 5. Inne przykłady dotyczą odlewów z brązu fosforowego, brązu aluminiowego, brązu manganowego, brązu 8—10—2 (Cu, Sn, Zn).

P. J.

(Kongres Odlewniczy w Paryżu 1949 r.)

## Wiadomości Instytutu Wydawniczego SIMP

### POSIEDZENIE RADY WYDAWNICZEJ SIMP

Dnia 18 grudnia 1948 r. odbyło się w siedzibie Instytutu Wydawniczego SIMP posiedzenie Rady Wydawniczej SIMP, pod przewodnictwem Prezesa inż.-mech. *Ignacego Bracha*

Po wysłuchaniu obszernego sprawozdania za rok 1948 i programu działalności na rok 1949, wygłoszonego przez inż.-mech. *A. T. Troskoleńskiego*, Dyrektora IW SIMP, oraz przeprowadzeniu wyczerpującej dyskusji, Rada Wydawnicza SIMP powzięła następujące uchwały:

1) Z uwagi na szczupłość odpowiednich sił ludzkich oraz środków materialnych, a ponadto ze względu na brak

drukarń technicznych w Polsce, Rada Wydawnicza SIMP podnosi konieczność opracowania planu wydawnictw technicznych oraz harmonizacji i koordynacji prac wydawniczych, w zakresie potrzeb polskiej techniki.

Rada Wydawnicza SIMP zwraca się z apelem do Naczelnej Organizacji Technicznej o powołanie do życia Głównej Rady Wydawniczej NOT, która opierając się na wynikach prac Rady Książki Technicznej i Rady Czasopism Technicznych NOT:

- a) opracowałyby plany wydawnictw technicznych z uwzględnieniem hierarchii potrzeb,
- b) harmnizowałyby i koordynowały prace wszystkich placówek wydawniczych,

c) sprawowałyby nadzór nad realizacją programów wydawniczych,

2) Usprawnienie i wzmoczenie działalności poszczególnych placówek wydawniczych jest możliwe przez założenie drukarni technicznych w Warszawie i kilku większych ośrodkach naukowych. W szczególności założenie drukarni technicznej w Warszawie, stanowiącej najwyższy ośrodek techniczno-intelektualny w Polsce, jest palącą koniecznością.

Rada Wydawnicza prosi NOT o zwrócenie się w tej sprawie do Centralnego Zarządu Zakładów Graficznych w Polsce,

3) Doceniając w pełni korzyści centralizacji w zakresie techniki wydawniczej, zaopatrzenia w materiały produkcyjne i środki pomocnicze Rada Wydawnicza SIMP uważa za słuszne dokonanie zmian organizacyjnych w dotychczasowych metodach akcji wydawniczej w sposób stopniowy, przy pełnym uwzględnieniu dorobku organizacyjnego placówek wydawniczych poszczególnych stowarzyszeń technicznych.

4) Istniejącym placówkom wydawniczym należy zapewnić dotacje na czasopisma techniczne, celem utrzymania prenumeraty w wysokości dostępnej dla świata pracy, oraz subsydia na wydawnictwa książkowe nierentowne, których ukazanie się jest wskazane ze względu na dobro i rozwój polskiej nauki i techniki.

Ponadto instytutom wydawniczym należy zapewnić środki obrotowe, niezbędne do realizacji programu wydawniczego w najbliższych kilku latach, przez udzielanie długoterminowych kredytów.

5) Ponieważ Instytut Wydawniczy SIMP stanowi integralną część polskiego przemysłu metalowego, podobnie jak instytuty badawcze i szkoły techniczne kierunku mechanicznego, Rada Wydawnicza SIMP zwraca się z apelem do Centralnego Zarządu Przemysłu Metalowego o udzielenie Instytutowi jak najdalej idącej pomocy moralnej i materialnej, a w szczególności:

a) zapewnienie dotacji na wydawanie czasopism po cenach przystępnych,

b) udzielenie subwencji na wydawanie dzieł o podstawowym znaczeniu dla rozwoju polskiego przemysłu metalowego, jak Polska Encyklopedia Mechaniki i słowniki techniczne, choćby dzieła te, ze względu na poziom naukowy lub mały nakład były nierentowne,

c) pomoc Instytutowi w uzyskaniu odpowiednich środków obrotowych, umożliwiających rozwinięcie akcji wydawniczej na szerszą skalę,

d) współdziałanie w organizowaniu prenumeraty zbiorowej czasopism i zakupu książek, przez pracowników zatrudnionych w zakładach CZPM.

6) Ze względu na znaczenie „Przeglądu Mechanicznego” dla rozwoju nauki i techniki w Polsce, Rada Wydawnicza SIMP zwraca się z apelem do Zarządu Głównego SIMP o zapewnienie temu jedynemu w Polsce czasopismu inżynierskiemu o kierunku mechanicznym, odpowiednich sum na pokrycie deficytu, związanego z prowadzeniem czasopisma.

## WIADOMOŚCI SIMP

### NAUKA I TECHNIKA W SŁUŻBIE LUDU

W dniu 4 marca 1949 r. w Warszawie, w salach NOT, przy ul. Czackiego 3/5 odbyło się Walne Zebranie Delegatów Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Polskich. Obrady toczyły się w podniosłej atmosferze i nacechowane były głęboką wiarą w realizację naszych planów i w wychowanie nowego typu człowieka, realizatora osiągnięć i przemian Nowej Polski.

W wyniku obrad kolega Dikman przewodniczący zebrania odczytał rezolucję treści następującej, którą przyjęto przez aklamację.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich w dniu 4 marca 1949 r. w podsumowaniu wyniku swej rocznej pracy stwierdza, że inżynierowie i technicy zdążają za nurtem przemian życia społeczno-gospodarczego, że doceniają w pełni doniosłość historycznego faktu Zjednoczenia Partii Robotniczych, oraz uchwał powziętych przez Kongres Zjednoczeniowy, odbyty w grudniu 1948 r.

Doroczny Zjazd Delegatów witając z uznaniem coraz aktywniejszy udział swych członków w rozwiązywaniu aktualnych problemów gospodarczo-technicznych, zwraca uwagę na zbyt słabe powiązanie Kół terenowych z Przemysłem, wskutek czego Koła nie wykorzystują doświadczeń zdobytych przez swych członków dla ich rozpowszechnienia.

W chwili obecnej zespolone siły postępowe i twórcze narodu stawiają przed SIMP nieograniczone pole pracy nad rozwojem gospodarki narodowej i przez rozwinięcie nauki i techniki do przeobrażenia naszego rolniczego kraju, technicznie zacofanego, w kraj przemysłowo-rolniczy,

z nowoczesnym przemysłem metalowym, który jest kluczowym w pozycji uprzemysłowienia Polski.

Inżynierowie i Technicy zmodernizują Przemysł Metalowy, zapewniając mu wzrost wydajności przez planową i racjonalną gospodarkę.

Przez realizację niżej podanych wytycznych

**wszyscy członkowie SIMP wezmą udział w budowie gospodarki socjalistycznej, w której nauka i technika zostaną wprzęgnięta w służbę ludu.**

1) Inżynierowie i Technicy Mechanicy Polscy wraz z robotnikami przemysłu metalowego dołożą wszelkich starań, ażeby plan 3-letni został przedterminowo wykonany.

2) Inżynierowie i Technicy Mechanicy Polscy zdają sobie sprawę z ważności wykonania planu 3-letniego, którego osiągnięcia stanowią jednocześnie podstawę dla planu 6-letniego, skoncentrują swe wysiłki dla jak najstaranniejszego opracowania planu długofalowego, jako planu przebudowy struktury gospodarki narodowej, prowadzącej do socjalizmu.

3) Inżynierowie i Technicy Mechanicy Polscy stwierdzają konieczność włączenia się do ogólnokrajowego nurtu współzawodnictwa pracy przez opracowanie form i zorganizowanie współzawodnictwa, oraz zobowiązują się do bezpośredniego udziału i niesienia pomocy technicznej współzawodnictwu pracy, rozwiniętemu w przemyśle metalowym.

4) Inżynierowie i Technicy Mechanicy Polscy dla wzmocnienia ruchu współzawodnictwa, przyspieszą pracę nad opracowaniem naukowo-technicznych norm wydajności dla przemysłu metalowego, co przyczyni się od dal-

szego wzrostu wydajności pracy i podniesienia stopy życiowej mas pracujących.

5) Celem przyczynienia się do pobudzenia wynalazczości i wszelkiej inicjatywy twórczej z zakresu racjonalizacji członkowie SIMP będą wykazywali jak największą czujność dla pochwylenia wszelkich pomysłów, rodzących się bezpośrednio na miejscu pracy i zajmą się ich technicznym opracowaniem oraz ich najszerszym zastosowaniem.

6) W obliczu olbrzymich potrzeb sił technicznych dla wykonania planu 6-letniego Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich stawia sobie za zadanie przyczynić się do wzrostu kadr nowej inteligencji technicznej, szczególnie spośród zdolnych robotników i majstrów przemysłu metalowego, przez organizowanie szkół, kursów i akcji naukowo-wydawniczej na wszystkich poziomach technicznych, oraz stale pracować nad podniesieniem poziomu technicznego członków SIMP.

7) Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich zdając sobie sprawę z ważności podjętej przez Rząd akcji oszczędnościowej, zobowiązuje wszystkich swych członków do przyjęcia najbardziej aktywnego

udziału w realizacji tej akcji w pracy codziennej, a głównie przez opracowanie technicznych podstaw systemu oszczędnościowego. Uzyskane w ten sposób zasoby osobowe, finansowe i materiałowe dadzą środki przyspieszające wykonanie państwowych planów gospodarczych.

8) Walne Zebranie Delegatów Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich zobowiązuje Zarząd Oddziałów i kół Terenowych SIMP do wciągnięcia wszystkich inżynierów i techników mechaników, pozostających dotychczas poza Stowarzyszeniem, w nasze szeregi, dla wspólnej sprawy zespolenia wysiłków z Naczelną Organizacją Techniczną w kierunku współdziałania wszystkich inżynierów i techników przy budowie nowoczesnego przemysłu polskiego, stanowiącego podstawy dobrobytu kraju i mas pracujących.

9) Walne Zebranie Delegatów Inżynierów i Techników Mechaników Polskich wzywa polski świat techniczny do wysiłków zmierzających do utrwalenia reform społeczno-gospodarczych, oraz do współdziałania z technikami Związku Radzieckiego i krajów demokracji ludowych dla umocnienia postępu i pokoju światowego.

### ERRATA

W artykule inż. Jerzego Łaszkiwicza p. t. »Regulacja temperatury pary przegrzanej w kotłach parowych«, zamieszczonym w zeszycie 10/12/48 zaszła następująca pomyłka:

str. 429 szpalta lewa, wiersz 16 od dołu zamiast:

$$Q = g \cdot (t_2 - t_s) = G \cdot (t_1 - t_2)$$

powinno być:

$$Q = g \cdot (t_2 - t_s) \cdot c_p = G \cdot (t_1 - t_2) \cdot c_p$$

### TREŚĆ ZESZYTU 2-3/49

	Str.
„Zjazd pracowników naukowych z dziedziny obrabiarek i obróbki mechanicznej skrawaniem”	33
<b>I. REFERATY WYGŁOSZONE NA ZJEŹDZIE</b>	
Prof. inż. Witold Biernawski — „Otwarcie Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie”	35
Prof. inż. Stanisław Płużański — „Uwagi o polskim przemyśle obrabiarkowym”	37
Prof. inż. Leon Burnat — „Kult ostrza w rozwoju obróbki metali”	42
Prof. inż. Ludwik Uzarowicz — „Obróbka ręczna metali i drewna w świetle badań naukowych i jej mechanizacja”	46
Prof. inż. Edmund Oska — „Działalność naukowo-techniczna Zakładu Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej w latach 1921 — 1939”	49
Prof. inż. Witold Biernawski — „Wpływ jednostkowej długości czynnej krawędzi tnącej na uproszczenie i zwiększenie dokładności wzorów obróbkowych”	52
Prof. inż. Eugeniusz Kuczyński — „Założenia wytyczne konstrukcji obrabiarek”	56
Prof. inż. Witold Szymanowski — „Projektowanie przemysłowe, a projektowanie szkolne obrabiarek”	59
Prof. inż. E. T. Geisler — „Omówienie treści wykładów i ćwiczeń z obrabiarek i obróbki metali w związku z dwustopniowością wyższego szkolnictwa technicznego”	62
Inż. mech. Władysław Gwiazdowski — „O współpracy międzyuczelnianej zakładów obróbki metali oraz o współpracy z Instytutem Obrabiarek i Narzędzi”	66
<b>II. DYSKUSJA NAD REFERATAMI</b>	68
<b>III. ARTYKUŁY OGÓLNE</b>	
Prof. dr Wacław Moszyński — „Laboratorium Podstaw Budowy Maszyn czynnikiem postępu w dziedzinie budownictwa maszynowego”	71
<b>IV. DZIAŁ ODLEWNICZY</b>	
Inż. Czesław Kalata — „Żeliwo szare w osiągnięciach lat ostatnich” (c. d.)	79
Inż. Platon Januszewicz — „Organizacja i planowanie pracy w odlewni” (c. d.)	86
„Przegląd pism technicznych odlewniczych”	92
<b>V. WIADOMOŚCI INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP</b>	93
<b>VI. WIADOMOŚCI SIMP</b>	94

## CONTENTS

## SOMMAIRE

## СОДЕРЖАНИЕ

Meeting of scientific workers investigating machining and machine tools problems . . .	33	Congrès des travailleurs scientifiques dans le domaine des machines outils et de l'usinage mécanique par coupe . . .	33	Съезд научных работников в области станков и механической обработки резанием . . .	33
<b>I. REPORTS PRESENTED ON THE MEETING</b>		<b>I. RAPPORTS PRONONCÉS PENDANT LE CONGRÈS</b>		<b>I. РЕФЕРАТЫ ПРОИЗНЕСЕННЫЕ НА ЗВЕЗДЕ</b>	
The opening of the Metal Cutting Laboratory on the Mining and Metallurgy in Krakow . . . . .	35	Inauguration du Laboratoire mécanique d'usinage des matériaux de l'Académie Minière et Métallurgique à Cracovie . . .	35	„Открытие Лаборатории Механической Обработки Материалов в Горном Институте в Кракове . . . . .	35
Notes on the Polish Machine-tool Industry . . . . .	37	Notes sur l'industrie des machines-outils en Pologne . . .	37	„Заметки о польском станкостроении“ . . . . .	37
Problems on the tool-edge. Researches on metal and wood hand-working and on the possibilities of its mechanization . . . . .	42	Le culte de la lame . . . . .	42	„Культ режущей кромки“ . . . . .	42
Scientific and technical activities of the Metal Cutting Institute of the Warsaw Technical University during the years 1921-1939 . . . . .	46	Etude scientifique de l'ouvrage manuel des métaux et du bois et sa mécanisation . . . . .	46	„Ручная обработка металлов и дерева в свете научных исследований и ее механизация“ . . . . .	46
The influence of the „unit length“ of the active tool edge upon simplification and exactness of formulas . . . . .	49	L'Activité scientifique et technique de l'Etablissement d'usinage de l'Ecole Politechnique à Varsovie pendant la période de 1921 à 1939 . . . . .	49	„Научно-техническая деятельность Заведения Обработки Металлов Варшавского Политехникума в 1921-1939 г. . . . .	49
The basic principles of machine tool design . . . . .	52	L'Influence de la longueur active unitaire de la lame sur la simplification et la précision des formules mathématiques d'usinage . . . . .	52	„Влияние единичной активной длины режущей кромки на упрощение и увеличение точности формул по обработке металлов“ . . . . .	52
Designing of machine tools by the industry and by technical schools . . . . .	56	Les directives de construction des machines-outils . . . . .	56	„Основы конструкции станков“ . . . . .	59
Exercises and lectures on machine-tools and machining in the program of the new scheme of the tow stage higher engineering training . . . . .	59	Projets industriels et projets scolaires des machines-outils . . . . .	59	Промышленное и школьное проектирование станков . . . . .	59
Cooperation between technical schools laboratories and the Institute for the Machining and Machine-tools . . . . .	62	Programme des cours et des exercices d'usinage des métaux . . . . .	62	„Обсуждение содержания лекций и упражнений по станкам и обработке металлов . . . . .	62
<b>II. DISCUSSION ON REPORTS</b>	66	Collaboration entre les Etablissements d'Usinage des métaux des Ecoles Politechniques et de l'Institut des Machines-Outils . . . . .	66	„О сотрудничестве между политехническими заведениями по обработке металлов и сотрудничестве с Институтом Станков и Инструментов“ . . . . .	66
<b>III. GENERAL ARTICLES</b>	68	<b>II. DISCUSSIONS SUR LES RAPPORTS</b>	68	<b>II. ДИСКУССИЯ НАД РЕФЕРАТАМИ</b>	68
The Laboratory for Machine Designing as a factor of progress in their construction . . . . .	68	<b>III. ARTICLES GÉNÉRAUX</b>		<b>III. СТАТЬИ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ:</b>	
<b>IV. FOUNDRY PRACTICE</b>		Laboratoire de la construction générale des machines-le facteur du progrès dans ce domaine de la technique . . . . .	71	„Лаборатория Основ Машиностроения как фактор прогресса в области машиностроительства . . . . .	71
Last achievements in grey iron technology . . . . .	71	<b>IV SECTION DE FONDERIE</b>		<b>IV. ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО</b>	
Organization and planning of work in foundries . . . . .	79	Développement de la fonte grise pendant les dernières années . . . . .	79	„Прогресс серого чугуна в последнем десятилетии (продолжение) . . . . .	79
Review of foundry periodicals . . . . .	86	Plans d'organisation des travaux dans la fonderie . . . . .	86	Организация и планирование работ в литейных . . . . .	86
<b>V. SIMP COMMUNICATIONS</b>	92	Revue de la presse de fonderie . . . . .	92	Обзор литейной печати . . . . .	92
	93	<b>V. INFOMATIONS SIMP</b>	93	<b>V. ИЗВЕСТИЯ С. И. М. П.</b>	93

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa

Kolegium redakcyjne: Prof. dr inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI

Redaktor działu odlewniczego: Prof. inż.-mech. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI.

Redaktor techniczny: inż. Jerzy GRODECKI.

Redaktor naczelny: Prof. inż. Edmund OSKA.

Redaktor Wiadomości SIMP: Eugeniusz MAŁKIEWICZ Sekretarz Generalny SIMP:

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Mickiewicza 18.

Redaktor przyjmuje czwartek 9—11 i sobota 14—16

Administracja czynna poniedziałki, środy i piątki od 9 do 15.

Przedpłata kwartalna 400 zł.

PKO Nr konta I 4665. tel. 8-29-85.

Cena pojedynczego zeszytu 150 zł.