

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Rozwój naukowy metalurgji we Francji, nap. Profesor Leon Guillet, członek Francuskiej Akademji Nauk, Dyrektor Ecole Centrale des Arts et Manufactures.  
 Własności tworzyw, używanych do konstrukcyj lekkich i ultra-lekkich (dok.), nap. Dr. Inż. G. Welter, Warszawa.  
 Obliczanie wykresów składu spalin (dok.), nap. Dr. Inż. Bolesław Szczeniowski.  
 Studium włókiennicze na Politechnice Warszawskiej, nap. Prof. Władysław Bratkowski.  
 Przegląd pism technicznych.  
 Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

## SOMMAIRE:

Sur le mouvement scientifique métallurgique français, par M. le Prof. Léon Guillet, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.  
 Qualités des matériaux pour les constructions légères et ultra-légères (suite et fin), par M. G. Welter, Dr.-Ingénieur.  
 Les calculs nécessaires pour la construction des abaques d'Ostwald (suite et fin), par M. B. Szczeniowski, Dr. sc. techn., Ingénieur.  
 Création de la faculté textile à l'École Polytechnique de Varsovie, par M. W. Bratkowski, Professeur.  
 Revue documentaire.  
 Bulletin do Comité Polonais de l'Energie.

## Rozwój naukowy metalurgji we Francji.

Napisał Profesor Leon Guillet,

członek Francuskiej Akademji Nauk, Dyrektor École Centrale des Arts et Manufactures,

*Autor poniższego artykułu, znakomity uczony francuski, znany chlubnie ze swych prac nietylko w swej ojczyźnie, ale i daleko poza granicami Francji, spędził w czerwcu r. b. kilka dni w Polsce i wygłosił podczas swego krótkiego pobytu dwa nadzwyczaj interesujące odczyty: o zagadnieniach nowoczesnych metalurgji i o kształceniu inżynierów we Francji.*

*Artykuł poniższy stanowi nadesłane nam przez autora streszczenie pierwszego z tych dwu odczytów.*

REDAKCJA.

**W** chwili, gdy odczuwam wielką radość, zabierając po raz pierwszy głos w waszym kraju, chciałbym powiedzieć, jak mnie wzruszają serdeczne i życzliwe przyjęcia wasze i jak jestem szczęśliwy znajdując się na tej ziemi, która związana jest tak ciasnymi węzłami z Francją, a w szczególności z naszą uczelnią — École Centrale.

Doniosłe zagadnienia metalurgji francuskiej nie mogą nie znaleźć odbicia w pracy waszych fabryk: czy to gdy chodzi o wytwarzanie metali i stopów, czy też gdy chodzi o ich zastosowanie. Sądzę więc, że być może zainteresuję słuchaczy, rozpatrując te zagadnienia w mym pierwszym odczycie.

\* \* \*

Chciałbym przedewszystkiem wskazać na różne względy, które kierowały bądź badaniami nad nowymi tworzywami metalurgicznymi, bądź też ostatnimi postęпами w dziedzinie metalurgji.

Nie potrzebuję przypominać, co oznaczają spójczynniki, któremi będę się stale posługiwał, mianowicie: wytrzymałość na rozciąganie ( $R$ ), wyrażona w  $\text{kg/mm}^2$ , granica sprężystości ( $E$ ), wyrażona również w  $\text{kg/mm}^2$ , procentowe wydłużenie ( $A$ ), udarność ( $U$ ), określana zapomocą próby na próbkach z karbem, i wreszcie moduł sprężystości, określany podczas próby rozrywania w okresie odkształceń sprężystych.

Można powiedzieć, że przedewszystkiem starano się zwiększyć wytrzymałość na rozciąganie i granicę sprężystości, która jest cechą szczególnie ważną nietylko z punktu widzenia uniknięcia odkształceń trwałych, lecz również dlatego, że jest bezpośrednio związana z wytrzymałością na zmęczenie. Również starano się powiększyć moduł sprężystości, lecz w tym względzie, jak dotąd, wysiłki okazały się próżnymi. Nigdy dotąd nie przekroczone cyfry 22 000 i wydaje się, że — niezależnie od zastosowanej obróbki termicznej i pracy — moduł sprężystości pozostaje prawie niezmiennym. Znamy jeden tylko metal — beryl, który posiada moduł sprężystości 30 000. Metal ten zaczyna obecnie dopiero wychodzić z laboratoriów, ażeby wejść do przemysłu, jest jednak bardzo drogi.

Drugim ważnym zagadnieniem jest sprawa gęstości, którą rozwiązano zapomocą stopów aluminowych i magnezowych, pomijając narazie stopy berylu.

Kwestja odporności na działanie rozmaitych czynników chemicznych jest jedną z najbardziej wysuwających się na czoło. Korozja jest jednym z zagadnień, nad którymi pracuje się obecnie najwięcej w świecie metalurgicznym.

Wreszcie, pod wpływem stosowania pary wysokoprężnej, powstało w ciągu ostatnich lat na-

der doniosłe zagadnienie wytrzymałości materiałów w wysokich temperaturach, sięgających nieraz 450—600°; zagadnienie to obecnie rozszerza się jednak i na temperatury od 850 do 900°C.

Rozpatrzmy więc, co jest ciekawego w zakresie tych zagadnień w różnych dziedzinach metalurgii.

### I. Stale specjalne.

#### a) stale specjalne do zwykłych celów konstrukcyjnych.

Z jednej strony stale krzemowe, z drugiej stale chromowo-miedziowe przynoszą rozwiązania zagadnień, jakie powstają w zakresie tworzyw w kolejnictwie, konstrukcjach mostowych i konstrukcjach okrętowych. Stale, zawierające mało węgla (od 0,15 do 0,30%) i od 0,6 do 1% krzemu, dają b. ciekawe wyniki, pozwalając osiągnąć granicę sprężystości od 40 do 50 kg/mm<sup>2</sup>.

Niektóre z tych stali są samohartujące się — hartują się na powietrzu.

Miedź ma, w pewnych granicach, zdolność zmniejszania podatności stali do utleniania się. Stal chromowo-miedziowa, zawierająca od 0,4 do 0,6% miedzi, od 0,3 do 0,5% chromu i mało węgla (od 0,15 do 0,30%), wydaje się być szczególnie ciekawą, a oprócz tego jest stosunkowo łatwo obrabialną. Jej własności wytrzymałościowe są następujące:  $R = 60$  kg/mm<sup>2</sup>,  $E = 35$  do  $40$  kg/mm<sup>2</sup>,  $A = 22\%$ ,  $U = 10$  do  $12$  kgm/cm<sup>2</sup>.

#### b) Specjalne stale konstrukcyjne dla przemysłu samochodowego i lotniczego.

Stale chromowo-niklowe są, jak dotąd, najbardziej w użyciu. Stale chromowo-niklowo-molibdenowe zasługują na jeszcze większą uwagę, w poszczególnych zaś wypadkach stale chromowo-molibdenowe dają rozwiązanie szeregu nasuwających się zagadnień.

W stalach tych, po zastosowaniu właściwej obróbki, można w obecnej chwili osiągnąć i zagwarantować następujące własności wytrzymałościowe:  $R = 100$  do  $170$  kg/mm<sup>2</sup>,  $E = 110$ — $140$  kg/mm<sup>2</sup>,  $A = 6$  do  $15\%$ ,  $U = 6$  do  $12$  kgm/cm<sup>2</sup>.

Należy podkreślić, że rola molibdenu nie polega tylko na tem, że pomaga on do otrzymania większej jednorodności po obróbce termicznej, lecz również na tem, że — jak wiadomo — pozwala on na uniknięcie tak zwanej choroby Kruppa, która powstaje w niektórych warunkach odpuszczania i objawia się przez nadzwyczajną kruchość.

c) Co się tyczy wytrzymałości wyrobów metalurgicznych w wysokich temperaturach, to rozwiązania w tej dziedzinie są całkiem niedawne. Pojęcie „granicy pełzania” zrodziło się bardzo niedawno. Jak wiadomo, chodzi w danym wypadku o wyznaczenie granicy, poniżej której metal w określonej temperaturze nie ulega z biegiem czasu odkształceniom trwałym, niezależnie od czasu trwania obciążenia. Wyniki, uzyskane dotychczas, są bardzo interesujące. Przytoczę jeden z nich, odnoszący się do temperatury 450°C. W tej temperaturze stal miękka daje granicę pełzania od 4 do 5 kg/mm<sup>2</sup>, ulepszona stal chromo-niklowa — od 15 do 18 kg/mm<sup>2</sup>, zaś stal chromo-niklowo-molibdenowa 30 kg/mm<sup>2</sup>.

Stal ta jest następującego składu: C = 0,3%; Ni = 3,0%; Cr = 0,7%; Mo = 0,3%.

#### d) Stale specjalne do odlewów.

Wiemy, jakie powodzenie osiągnęła stal manganowa w niektórych rodzajach odlewów, np. w zastosowaniu do palników, jak również w budowie torów kolejowych i tramwajowych.

Stal ta, która jest austenityczną, trudno się obrabia, pozatem posiada stosunkowo niską granicę sprężystości. W wielu wypadkach stal ta może zastąpić odlewy ze stali chromo-niklowej, które zyskały sobie wielkie powodzenie w Stanach Zjednoczonych i we Francji. Przeciętny skład tej stali jest następujący: C = 0,3%, Ni = 3,0%, Cr = 1,0%.

Po wyżarzeniu otrzymać można dla tej stali:  $R = 85$ — $90$  kg/mm<sup>2</sup>,  $E = 75$  kg/mm<sup>2</sup>,  $A > 10\%$  i  $U \geq 10$  kgm/cm<sup>2</sup>.

Ponadto, przynajmniej w odlewach średniej wielkości, podwyższyć można te własności jeszcze dalej, poddając stale obróbce termicznej.

#### e) Stale nierdzewiejące.

Są one na porządku dziennym już od lat kilku. Przemysł wytworzył stale, zawierające 13% chromu i mało węgla, lecz stale chromo-niklowe, które zajmują się wszystkie rynki metalurgiczne, znajdują coraz większe rozpowszechnienie. Zawartość niklu może wahać się w nich od 8 do 14%, zawartość zaś chromu dochodzi do 15—18%; wydaje się przytem, że można w tych stalach uzyskać tem bardziej dużą zawartość węgla, im bardziej powiększy się zawartość niklu. Fakt ten może ułatwić w pewnej mierze ich wyrób.

Stale nierdzewiejące znajdują coraz szersze zastosowanie do wyrobu przedmiotów, co do których istnieje obawa nadgryzania wogóle, a zwłaszcza przez czynniki atmosferyczne. Tak więc np. przemysł ornamentacyjny i dekoracyjny zużywa już poważne ilości tych stali.

## II. Żeliwo wysokowartościowe.

Żeliwo było zawsze uważane za uboższego krewnego metalurgii żelaza; na jego własności wytrzymałościowe mało zwracano uwagi, i trzeba było dopiero okoliczności zrodzonych przez wojnę, by zaczęto pracować w szerszych kołach nad odlewami o wysokiej wytrzymałości, które dotąd były używane jedynie w wypadkach wyjątkowych. Tak powstało słynne żeliwo perlityczne.

Obecnie zagadnienie to posuwa się jeszcze o wiele dalej. Zaczęto się zajmować żeliwem specjalnym, to znaczy żeliwem, do którego dodaje się świadomie różne pierwiastki chemiczne, głównie nikiel, chrom, mangan, aluminium, wanad i molibden.

Jest rzeczą pewną, że niektóre z tych domieszek, szczególnie zaś nikiel i chrom, wpływają na większą jednorodność odlewu, zmniejszając jego porowatość i polepszając conajmniej własności ferrytu, który jest jednym ze składników żeliwa. Tworzywo zawierające od 1 do 3% niklu i od 0,3 do 0,5% chromu jest obecnie w powszechnym użyciu.

Z drugiej strony można, operując celowymi dodatkami, otrzymać odlewy samohartujące się na po-

wietrzu i odlewy przehartowane, o budowie austenitycznej.

Bez wątpienia, niektóre z tych tworzyw, będących w znacznej części jeszcze w opracowaniu, posiadają dużą przyszłość, zarówno z punktu widzenia konstrukcji mechanicznej, jak i z punktu widzenia odporności na działanie czynników natury chemicznej.

### III. Stopy miedzi.

Kilka szczególnie ciekawych rzeczy jest do zanotowania w dziale mosiądzów.

Przedewszystkiem należy wskazać na znaczne rozpowszechnienie mosiądzów aluminjowych, które najczęściej posiadają skład:  $\text{Cu} = 78\%$ ,  $\text{Zn} = 22\%$ ,  $\text{Al} = 2\%$ . Ten ostatni stop dał szczególnie ciekawe wyniki w zastosowaniu np. na rury skraplaczy, zapewne z tego powodu, że tworzy się na jego powierzchni powłoka tlenku aluminjowego.

Z drugiej strony, mosiądze niklowe, zawierające 5, 10 i 13% niklu oraz miedź w ilości tem mniejszej, im większa jest zawartość niklu (ilość miedzi w stopie jest zazwyczaj taka, ażeby utrzymać pozorną zawartość miedzi około 60%), dają bardzo ciekawe wyniki zarówno z punktu widzenia własności wytrzymałościowych, jak też odporności na utlenianie się.

Mosiądze zawierające nikiel i mangan, które były szczególnie starannie badane przez p. Le Thomas, zasługują również na uwagę, zwłaszcza stop o składzie:  $\text{Cu} = 53\%$ ,  $\text{Zn} = 39\%$ ,  $\text{Ni} = 5\%$ ,  $\text{Mn} = 3\%$ . Stop ten daje:  $R = 58$  do  $60 \text{ kg/mm}^2$ ,  $E = 26$  do  $28 \text{ kg/mm}^2$ ,  $A = 18$  do  $32\%$ ; poza tem jego odporność na korozję jest bardzo interesująca. Z pośród innych stopów miedzi należy wskazać na rozwój zwykłych bronzów aluminjowych, jak np. stopu  $\text{Cu} = 90\%$ ,  $\text{Al} = 10\%$ , a zwłaszcza specjalnych stopów miedziowo-aluminjowych, zawierających żelazo i nikiel. Wspomnę specjalnie o stopie, zawierającym:  $\text{Cu} = 80\%$ ,  $\text{Al} = 10\%$ ,  $\text{Fe} = 5\%$ ,  $\text{Ni} = 4,0\%$ , który po przewalcowaniu i wyżarzeniu wykazuje następujące własności:  $R = 76 \text{ kg/mm}^2$ ,  $E = 56 \text{ kg/mm}^2$ ,  $A = 12\%$ .

Wreszcie stop Monela, który jest bezpośrednio otrzymywany z kanadyjskiej rudy niklowej, znajduje coraz więcej zastosowań; zarówno ze względu na swą odporność na korozję, jak również na własności wytrzymałościowe. Jak wiadomo, jego przybliżony skład chemiczny jest następujący:  $\text{Ni} = 68\%$ ,  $\text{Cu} = 29\%$ , reszta — żelazo. Po przewalcowaniu i wyżarzeniu, daje on  $R = 65 \text{ kg/mm}^2$ ,  $E = 30 \text{ kg/mm}^2$ ,  $A = 45\%$ .

Stop Monela znalazł szerokie zastosowanie w wyrobieniu naczyń kuchennych, w pokryciach dachów, w różnych konstrukcjach mechanicznych i wreszcie w częściach ulegających działaniu pary przegrzanej.

### IV. Stopy aluminjowe.

Nie wnikając w szczegóły wszystkich tak licznych stopów, zawierających znaczne ilości aluminium, chciałem zwrócić uwagę na niektóre zagadnienia zasadnicze, przedewszystkiem zaś na tę ogólną zasadę, że większość tych stopów zawdzię-

cza swe cenne własności obróbce termicznej: hartowaniu i następnemu odpuszczaniu.

Reguła ta dotyczy stopu aluminjowego, zawierającego 13% miedzi, który jest specjalnie stosowany do wyrobu tłoków silników spalinowych. Jak również do stopu, z którego wyrabiane są profile walcownicze i blacha i który posiada wówczas 8% miedzi.

Duraluminium zawdzięcza swe własności temu, że proces hartowania pozwala przeprowadzić w roztwór stały związek  $\text{Mg}_2\text{Si}$  i  $\text{Al}_2\text{Cu}$  i że bądź następnie leżenie w temperaturze zwykłej (otoczenia), bądź też ogrzanie do temperatury około  $100^\circ\text{C}$  wywołuje wydzielanie się tych związków z roztworu stałego w postaci nadzwyczaj drobnej, co pozwala na otrzymanie tak wybitnych cech wytrzymałościowych:  $R = 40 \text{ kg/mm}^2$  i  $A = 20\%$ .

Stopy nie zawierające miedzi, lub też stopy zawierające kadm, który zmniejsza znacznie korozję, zawdzięczają również swe godne uwagi własności procesowi hartowania, odbywającemu się zawsze w temperaturze około  $500^\circ\text{C}$ , i późniejszemu odpuszczaniu bądź w temperaturach zwykłych, bądź też w temperaturach od  $125$  do  $150^\circ\text{C}$ .

Alpax, który zawiera 13% krzemu, nie jest w znaczniejszym stopniu ulepszany przez obróbkę termiczną (dowodzi tego wykres topliwości), lecz jest on bardzo cennym stopem odlewniczym pod warunkiem, że jest on należycie odtlenny zapomocą sodu w chwili odlewania do formy.

Być może interesująca także wzmianka o tworzywie bimetalicznym, posiadającym rdzeń z duraluminium, powłokę zaś z czystego aluminium, a który znany jest we Francji pod nazwą „Védal”. Stop ten, który jest bardzo odporny na korozję, zawdzięcza jednakowoż swe godne uwagi własności wytrzymałościowe jedynie swemu rdzeniowi. Samo przez się rozumie się, że poddaje się go uprzedniemu walcowaniu.

### V. Azotowanie.

Chciałbym zwrócić uwagę na bardzo ciekawy proces, który znany już jest od pewnego czasu pod nazwą azotowania, a który polega na cementacji zapomocą amoniaku niektórych stali specjalnych, zawierających aluminium, zwłaszcza zaś stali aluminjowo-chromowych; ich najbardziej używany skład jest następujący:  $\text{C} = 0,3\%$ ,  $\text{Al} = 1,5\%$ ,  $\text{Cr} = 1,5\%$ . Cementacja ta odbywa się w temperaturze  $500^\circ\text{C}$  i wytwarza bezpośrednio bardzo twardą powłokę, bez potrzeby uciekania się do hartowania stali.

Jasnym jest, że podobny proces może mieć bardzo rozległe zastosowanie w przemyśle samochodowym i lotniczym. Ten zakres zastosowania rozszerza się nawet poza te dwa przemysły i rozciąga się na wyrób wałów wykorbionych, na koła zębate o stałym zazębieniu się i nawet na tuleje cylindrów silnikowych, których azotowanie daje wyniki godne uwagi. Niemniej sposób ten ma zastosowanie również w wyrobieniu przedmiotów ulegających działaniu znacznych sił i obciążeń, jak np. w niektórych urządzeniach w cementownictwie.

Azotowanie jest jednym z większych postępów metalurgii nowoczesnej.



## VI. Rozpowszechnienie procesów obróbki termicznej.

Jednym z wniosków z tego odczytu będzie wskazanie doniosłości rozpowszechnienia obróbki termicznej, którą początkowo stosowano jedynie do stali, następnie zaś do bronzów.

W obecnej chwili nasuwa się pytanie, czy liczne będą te tworzywa metalurgiczne, które za kilka lat nie będą poddawane obróbce termicznej. Oto bowiem stopy aluminiowe, niektóre stopy złota, srebra, stopy cyny z ołowiem, ołowiu z antymonem i — co najciekawsze — niektóre stopy berylu muszą być poddawane obróbce termicznej.

Na zakończenie wskażę na wynik, osiągnięty ze stopami berylu z miedzią: po zahartowaniu i odpuszczeniu dają one przy zawartości 3% berylu do 130 kg/mm<sup>2</sup> wytrzymałości na rozciąganie!

Tak więc widzimy, do jakich wyników prowadzi zjednoczenie nauki z przemysłem, jak ważnym jest, ażeby inżynierowie byli dokładnie obznajmieni z laboratorjami i z ich pracami. Dlatego też byłoby rzeczą nader pożądaną, ażeby pomiędzy naszymi krajami odbywała się wymiana ludzi młodych, którzyby mieli możliwość pracować w laboratorjach jednego i drugiego kraju, ażeby dobrze zapoznali się z metodami naukowymi, najbardziej nowoczesnymi.

# Własności tworzyw, używanych do konstrukcyj lekkich i ultra-lekkich<sup>\*)</sup>.

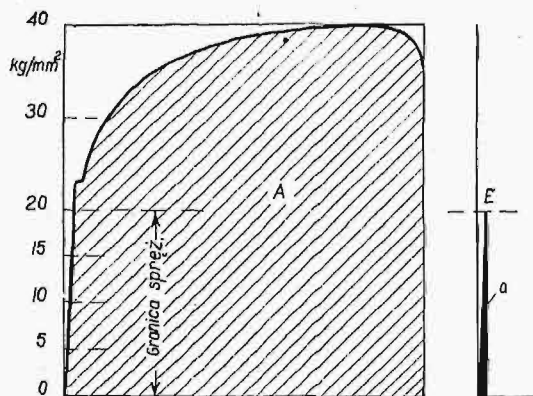
Napisał Dr. Inż. G. Welter, Warszawa.

## Znaczenie własności mechanicznych tworzyw, stosowanych do konstrukcyj lekkich.

Tworzywa stosowane do konstrukcyj lekkich są charakteryzowane zazwyczaj wytrzymałością na rozciąganie i wydłużeniem. Dane te są w większości wypadków uzupełnione podaniem granicy sprężystości, twardości i t. p. Są to jedyne cyfry, jakie ma w posiadaniu konstruktor.

W praktyce wytrzymałość na rozciąganie nie mówi wiele o użyteczności tworzywa.

Na rys. 8 podajemy, jako przykład, wykres wytrzymałościowy, dotyczący odkształceń próbki stalowej.



Wydłużenie, %  
Rys. 8 a i b.

Ta część wykresu, która charakteryzuje odkształcenia trwałe, występuje o wiele wybitniej niż część ważniejsza, charakteryzująca odkształcenia sprężyste, które, biorąc rzecz ściśle, właściwie nie występują prawie z wykresu. Aby zerwać próbkę, należy wykonać pracę, wyrażoną polem zakreskowanym wykresu (rys. 8a).

Jak już wzmiankowaliśmy, elementy konstrukcyjne w normalnych warunkach pracy nie są nigdy narażone na działanie sił, wywołujących naprężenie, przekraczające granicę sprężystości. Praca pochłaniana przez próbkę obciążaną do

granicy sprężystości wyraża się polem *a* na rys. 8b. Zwróćmy atoli uwagę, że dla uwidocznienia pola odpowiadającego pracy sprężystej, należałoby znacznie zwiększyć skalę wydłużeń na tym wykresie, gdyż nie wykraczają one poza parę setnych milimetra. Wydłużenia bowiem w naturalnej wielkości nie dałyby się przedstawić na wykresie porównawczym.

Porównyując obydwie wykresy, widzimy zatem, że praca sprężysta (z jaką mamy do czynienia w konstrukcji) jest małą cząstką (być może jedną setną, lub nawet mniej) tej pracy, jaką może pochłonąć tworzywo do chwili zupełnego zerwania. Ten, że tak powiemy, zapas pracy (rys. 8a), jakim dysponujemy poza pracą normalną (uwidoczną na rys. 8b) elementów konstrukcyjnych, stanowi w pewnej mierze rezerwę pewności na wypadek przeciążenia nieprzewidzianego.

Należy jednak zauważyć, że — pomijając przeciążenia miejscowe i naprężenia wewnętrzne, które mogą być po części wyrównane przez doskonałą plastyczność tworzywa, — nadmierny zapas bezpieczeństwa w konstrukcjach współczesnych nie jest bynajmniej pożyteczny i pożądanym. Dotyczy to zwłaszcza głównych części ruchomych turbin, turbopędnic, maszyn parowych, parowozów, samochodów i t. p.

Przeciążenie tworzywa do granicy plastyczności powoduje wogóle tak znaczne odkształcenie części ruchomych, że, dzięki niemu, maszyna może być poważnie uszkodzona. W takim więc wypadku rezerwa materiału (według rys. 8a), w porównaniu ze znaczną ilością energii, jaka się wydawia przy złamaniu części ruchomej, jest, że tak powiemy, bez znaczenia. Przeciwnie, jest pożądanym, aby materiał w wypadku złamania nie pochłaniał nadmiernej ilości pracy, albowiem mogłoby to spowodować jeszcze większe zniszczenie innych części maszyny, będących w ruchu. Tak więc, poza konstrukcjami specjalnymi, które powinny być wyposażone w wysokie rezerwy tej pracy, zarówno dla samej konstrukcji, jak i dla możliwości wyzyskania odkształcalności tworzyw na zimno i

<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 553 w zes. 37—38 z r. b.

na gorąco, plastyczność ich, wyrażająca się wydłużeniem, nie odegra roli głównej w konstrukcjach nowoczesnych. Z punktu widzenia konstruktora, ma ten czynnik znaczenie całkiem drugorzędne.

Jak już wykazaliśmy, podstawą każdej konstrukcji jest praca ściśle sprężysta jej elementów. Konstruktor winien więc tak obliczyć przekroje i tak rozłożyć siły, aby naprężenia nie wykroczyły poza granicę sprężystości. Zatem jedynie granica sprężystości stanowi podstawę do obliczeń i jest czynnikiem pierwszorzędnej wagi w konstrukcjach lekkich i ultra-lekkich.

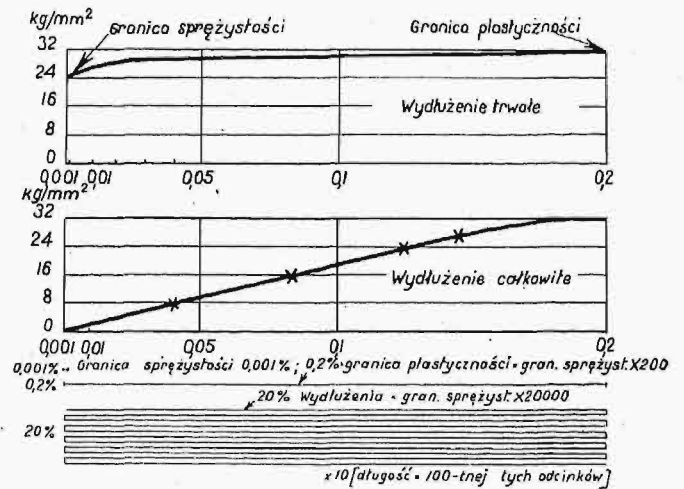
Praktycznie niepodobna określić ściśle granicy sprężystości. Trzeba więc dla jej określenia przyjąć pewne minimum odkształcenia trwałego, jakie z jednej strony da się już uchwycić dzięki precyzyjnym przyrządom i metodom współczesnym i które z drugiej strony odpowiada najbardziej wartościom realnym. W dzisiejszym tedy stanie techniki pomiarów precyzyjnych, można przyjąć, że granica sprężystości odpowiada odkształceniu trwałemu nie większemu nad jedną tysięczną milimetra. Taka wielkość była zaproponowana i przyjęta przez Radę Stowarzyszenia Badań Materiałów w Brukseli w roku 1906. Stanowi ona podstawę dość ścisłą do wyznaczania granicy sprężystości tworzyw.

Znając dokładnie podstawowe kryterjum granicy sprężystości wszystkich tworzyw, uzyskujemy zupełnie pewną podstawę do obliczeń elementów konstrukcyjnych. Opierając się na tych danych, można łatwo zdać sobie sprawę z tego, jaka konstrukcja będzie najbardziej ekonomiczna przy zadanym współczynniku bezpieczeństwa.

Maszyna, wykonana z tworzyw o znanej ściśle granicy sprężystości i posiadająca współczynnik bezpieczeństwa dostosowany do warunków pracy, jest niewątpliwie bardziej ekonomiczna i w praktyce będzie bardziej ceniona, niż maszyna ciężka, o nadmiernych wymiarach części, pozwalających na przeciążenie, jakiego się w istocie nigdy nie zastosuje.

Ponieważ obecnie praktyka obiera zwykle za podstawę obliczeń granicę plastyczności, należy zwrócić jeszcze na chwilę uwagę na dwie te granice. Dla metali, które — jak stal — nie posiadają na wykresie odcinka o wydłużeniu rosnącym przy prawie stałym obciążeniu, granica plastyczności została określona, jako wydłużenie trwałe równe 0,2%. Wydłużenie takie (0,2%), będące wartością dowolną, obraną na krzywej obciążenie — wydłużenie, mogłoby być równie dobrze określone jako 0,1% lub 0,5%, nie zmieniając ani swego znaczenia, ani swej wartości istotnej. Z punktu widzenia techniki pomiarów precyzyjnych, dającej wartości dokładne już od 0,001 mm, wydłużenie 0,2% stanowi wartość 200 razy większą od granicy pierwszych odkształceń trwałych (rys. 9). Jeżeli np. rozpatrujemy materiał o wydłużeniu całkowitem 20%, to stosunek wydłużenia do granicy plastyczności jest rzędu 1 : 1000, podczas gdy stosunek ten między granicą plastyczności a granicą sprężystości jest rzędu 1 : 200. Tak więc zadawaliśmy się granicą plastyczności, która bynajmniej nie określa tworzywa, a która — przeciwnie — jest bardzo zwodnicza i może doprowadzić

do niewłaściwej oceny własności tworzywa. Kierując się zatem przy ocenie tworzyw wydłużeniem i granicą plastyczności, opieramy się (w przeciwieństwie do granicy sprężystości) na wartościach zupełnie fikcyjnych.



Rys. 9.

Pogląd więc, że wybór tworzywa do nowoczesnej konstrukcji powinien być oparty tylko na wytrzymałości na rozciąganie, wydłużeniu i granicy plastyczności, powinien być zupełnie odrzucony. Przedewszystkiem należy brać pod uwagę granicę sprężystości, która — jak to już wykazaliśmy — ma doniosłe znaczenie przy ocenie tworzyw.

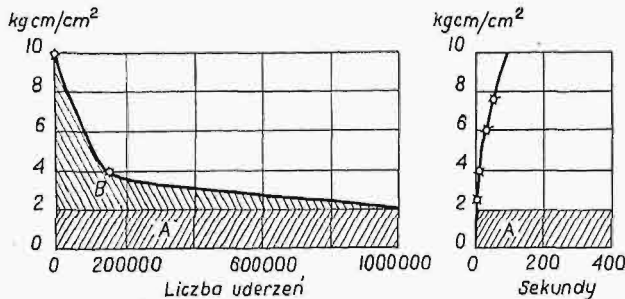
Im wyższa jest granica sprężystości danego tworzywa, tem więcej nadaje się ono do konstrukcji nowoczesnej. Sposób, w jaki traktować należy minimum wydłużenia i zapas energii tworzywa, zależy w największym stopniu od rodzaju samej konstrukcji i od sił na nią działających. Przy jednakowych ilościach pracy, jaką należy zużyć na zupełne zerwanie próbek dwu tworzyw, to z nich, które wykazuje wyższą granicę sprężystości, jest o wiele lepsze od drugiego.

Atoli nie wystarczy zbadać tworzywa tylko w warunkach statycznych. Należy — jak to jest powszechnie przyjęte w praktyce — wyznaczyć również własności tworzywa przy obciążeniu dynamicznym. Poza konstrukcjami o częściach wyraźnie ruchomych, jak samochody, samoloty, parowozy i t. d., istnieją inne, — wyglądające zewnętrznie na obciążone statycznie, jak mosty, konstrukcje żelazne i t. d. Atoli, obok obciążeń użytecznych i zmiennych, działających na nie, są i czynniki, wywołujące siły dynamiczne: parcie wiatru, zmiany temperatury i in.

Ponieważ prawie wszystkie konstrukcje narażone są na działanie sił dynamicznych, przeto należy wiedzieć, jaki wpływ na własności tworzywa wywierają tego rodzaju obciążenia. Nadto, ponieważ na konstrukcje działają siły okresowo zmienne, trzeba poznać wytrzymałość tworzywa na zmęczenie. Ponieważ poza tem istnieje szereg czynników podrzędnych, jak stosunek granicy sprężystości do wytrzymałości na zmęczenie, ciągliwość (wisność), stan powierzchni tworzywa i t. p., czynników, mających dość duże znaczenie, lecz któ-

rych wpływ na wytrzymałość na zmęczenie nie jest bynajmniej znany, to konstruktor powinien zwracać również baczną uwagę na nie, zwłaszcza gdy ma do czynienia z układem o obciążeniu drgającym.

Granica sprężystości przy zginaniu mikroplastycznym (rys. 10, wykres prawy) i wytrzymałość na zmęczenie, wyznaczona na maszynie do



Rys. 10.

badania zmęczenia, przedstawione na rys. 10 (A — obszar odkształceń czysto sprężystych) i na rys. 11 (badania rozciągania mikroplastycznego i próby na zmęczenie na maszynie typu Wöhlera) dają konstruktorowi podstawę znacznie pewniejszą, niż wytrzymałość na rozciąganie, granica plastyczności i wydłużenie. Badania wytrzymałości pod obciążeniem dynamicznym powinny nadto obejmować pomiar dokładny pierwszych odkształceń trwałych tworzyw rozciąganych, skręcanych i ścisłanych siłami dynamicznymi przy zmiennych temperaturach. Przytem ta lub inna cecha tworzywa może — w zależności od jego zastosowania — nabrać większego znaczenia dla pracy konstrukcji.

Próby dynamiczne, z punktu widzenia mikroplastyczności, na rozciąganie i na zginanie są przedstawione na rys. 12.

Nadto należy również zbadać szereg czynników i własności fizycznych i po części chemicznych, gdyż i one mają częstokroć wpływ znaczny w konstrukcjach specjalnych. Są to przewodnictwo ciepłe i elektryczne, promieniowanie i pochłanianie ciepła, rozszerzalność cieplna, własności magnetyczne, ścieralność, płynność w stanie ciekłym, warunki tarcia powierzchni suchej i smarowanej, struktura, stopień zgniotu, obrabialność, odporność na korozję i t. p.

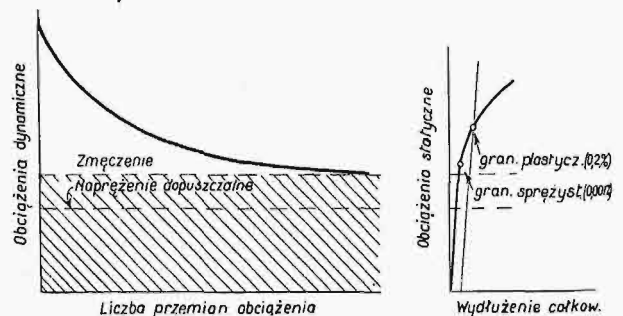
Dość często nawet znajomość całokształtu wszystkich tych własności nie wystarcza, by podjąć się odpowiedzialności za bezpieczeństwo nowej konstrukcji. Trzeba często przestudjować wpływ dwu lub większej liczby czynników, działających równocześnie. Często więc badamy w tym celu tworzywa na maszynach znajdujących się w ruchu, czy też na stacji prób w warunkach specjalnych, czy nawet na modelu ustroju o takiej charakterystyce, jak przyszła maszyna. W ten sposób osiągamy cel podwójny: sprawdzamy z jednej strony pracę całego zespołu części, a z drugiej studjujemy zachowanie się tworzyw w warunkach rzeczywistych ich przyszłej pracy, czyli pod

obciążeniem dynamicznym, bardzo nieraz złożonym. Fabryki samolotów i samochodów posiadają niejednokrotnie stacje próbne ze specjalnymi urządzeniami do badań. Inne wytwórnie przenoszą znaczną część badań z laboratorium mechanicznego do praktyki i obserwują dokładnie zachowanie się tworzyw w praktyce. Z uszkodzeń, jakie zachodzą, starają się one wyciągnąć odpowiednie wnioski, celem ulepszenia konstrukcji ostatecznej.

Konieczność badań praktycznych występuje jeszcze wybitniej w przemyśle wojennym (uzbrojenia). Dostosowanie materiałów do budowy armat i blach pancernych jest wykonywane na podstawie bezpośrednich prób ostrzału. Wobec skomplikowania oddziaływań, występujących w zamku armatnim podczas strzału, bądź w płycie pancernej podczas uderzenia pocisku, nie udało się dotąd znaleźć metody laboratoryjnej badania, która by odpowiadała w sposób zadawalający tym warunkom pracy tworzyw. Zdaje się jednak, że na podstawie systematycznych i głębszych badań można będzie ująć pojedynczo zjawiska, występujące nawet w armacie. Rozszerzanie się lufy armatniej przy strzale jest uwarunkowane przede wszystkim odkształceniem chwilowym, lecz często powtarzanem, tulei wzmacniających, znajdujących się ze swej strony pod nadmiernym obciążeniem statycznym, do czego dochodzi siła wybuchu. Trzeba również brać pod uwagę zużycie lufy (koszulki), jakie powoduje tarcie o jej powierzchnię, rozgrzaną do bardzo wysokiej temperatury, pasków miedzianych pocisku, przesuwających się z ogromną szybkością. Badając w laboratorium wytrzymałość na rozciąganie długotrwałe w wyższych temperaturach, można lepiej poznać zjawiska tego rodzaju i lepiej dobrać materiał do wyrobu luf armatnich.

### Stal i stopy lekkie.

Aczkolwiek stopy lekkie nie osiągnęły jeszcze jakości równej stali, zwłaszcza stali specjalnych, to jednak znajdują one bardzo szerokie zastosowanie szczególnie tam, gdzie dominującą rolę odegrywa lekkość.



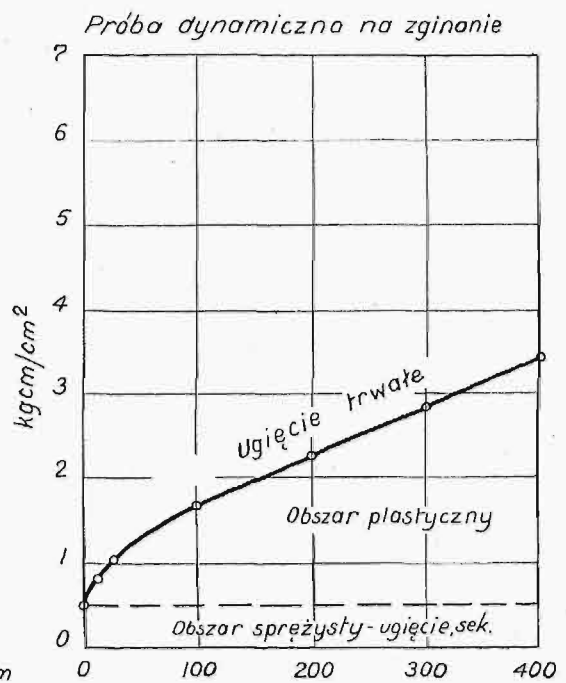
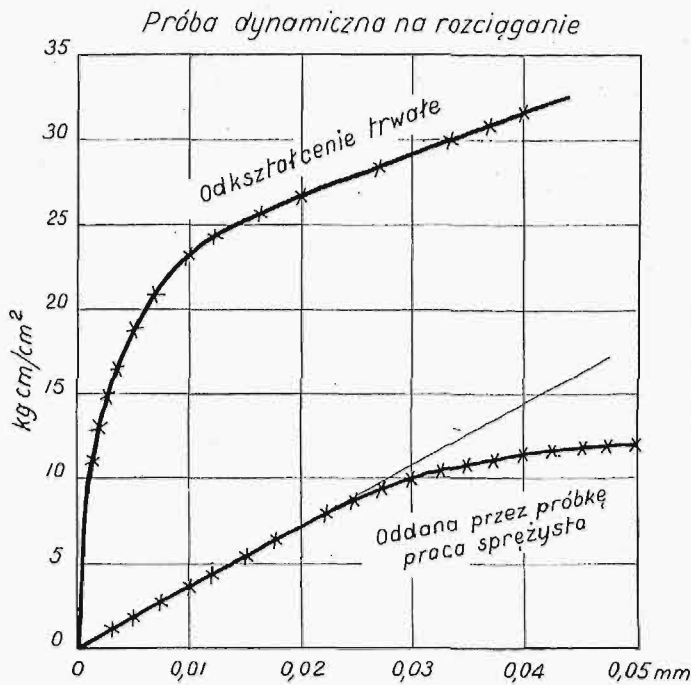
Rys. 11.

Na rys. 13 są podane najważniejsze cechy wytrzymałościowe stali konstrukcyjnych w porównaniu z takimiż samymi cechami stopów lekkich. Na szeregu wykresów wytrzymałościowych widzimy: granicę sprężystości, plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie. Widzimy, że wytrzy-



małość na rozciąganie stali przekracza także stopów lekkich, po części nawet znacznie. Stosunek atoli zmieni się na korzyść stopów lekkich, jeżeli

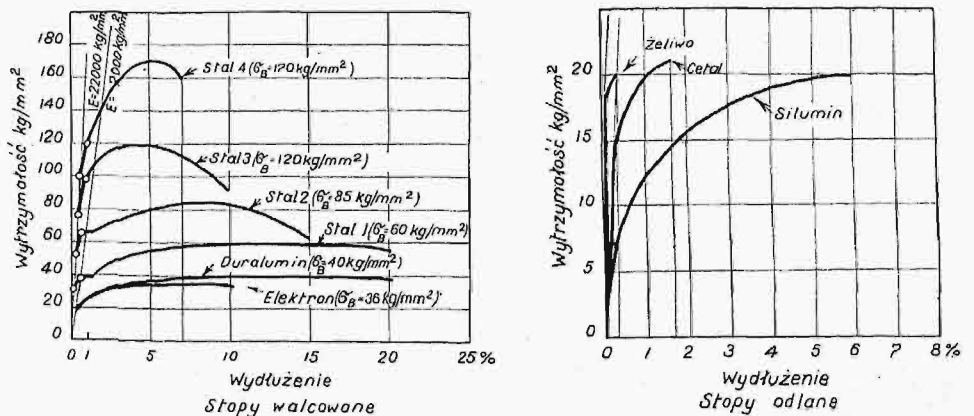
gę na dostateczną twardość, szczególnie gdy chodzi o tarcie, ścieralność i o znaczniejsze naciski jednostkowe. Odwrotnie do twardości, moduł sprę-



Rys. 12.

weźmiemy pod uwagę ciężar właściwy. Jeżeli będziemy brali pod uwagę długość, niezbędną do zerwania próbki własnym ciężarem, oraz długość powodującą osiągnięcie granicy sprężystości lub plastyczności, to możemy wyrazić zapomocą pewnego współczynnika wytrzymałość na rozciąganie, lub granicę sprężystości, przez ciężar własny swobodnie zawieszonej nici. Współczynniki te są szczególnie ciekawe dla konstrukcyj poddanych głównie siłom rozciągającym. Zgodnie z rys. następnym widzimy, że długość pręta z duraluminu w kilometrach, niezbędna do jego rozerwania (ciężarem własnym), przekracza znacznie także długość pręta ze stali miękkiej i zbliża się do długości właściwej grupie stali specjalnych. Nawet w stosunku do granicy sprężystości i plastyczności zauważamy przewagę stopów lekkich. Jak wynika z drugiego szeregu zestawień tegoż wykresu, porównanie między stopami odlewniczymi żelaza, jak naprzykład żeliwo i stal, a takimiż typowymi stopami aluminium, jak silumin (13% Si) i cetal (stop Cu — Zn — Al), wykazuje znaczną wyższość tych ostatnich nad stopami żelaza, zwłaszcza w zakresie sprężystości i plastyczności. Również należy stwierdzić, że metale lekkie mają i twardość i moduł sprężystości znacznie mniejsze niż stal. Dla wielu zresztą konstrukcyj twardość materiału nie jest rzeczą wielkiej wagi. Czasem atoli wypada zwrócić uwa-

żytości jest czynnikiem o wiele większej wagi w zagadnieniach konstrukcyjnych. Zależnie od rodzaju konstrukcji, duży współczynnik sprężystości może być zjawiskiem bądź bardzo dodatnim, bądź w pewnej mierze ujemnym. Mały współczynnik sprężystości stopów lekkich jest zjawiskiem niekorzystnym szczególnie w takich konstrukcjach, których części pracują pod obciążeniem, mogącem wywołać wybočenje. Gdy więc stosuje się stopy lekkie, należy dopuszczać znacznie mniejsze naprężenia niż dla stali, by uniknąć wybočenja. Przez odpowiedni wybór profili o dużym momen-



Rys. 13.

cie bezwładności, jak np. rury o dużej średnicy, profile prostokątne i t. d. (p. rys. 16), można zaradzić tej ujemnej stronie stopów lekkich. Z drugiej strony, mały współczynnik sprężystości staje się cechą korzystną konstrukcyj metalowych statycznie niewyznaczalnych, jak np. kadłuby samo-

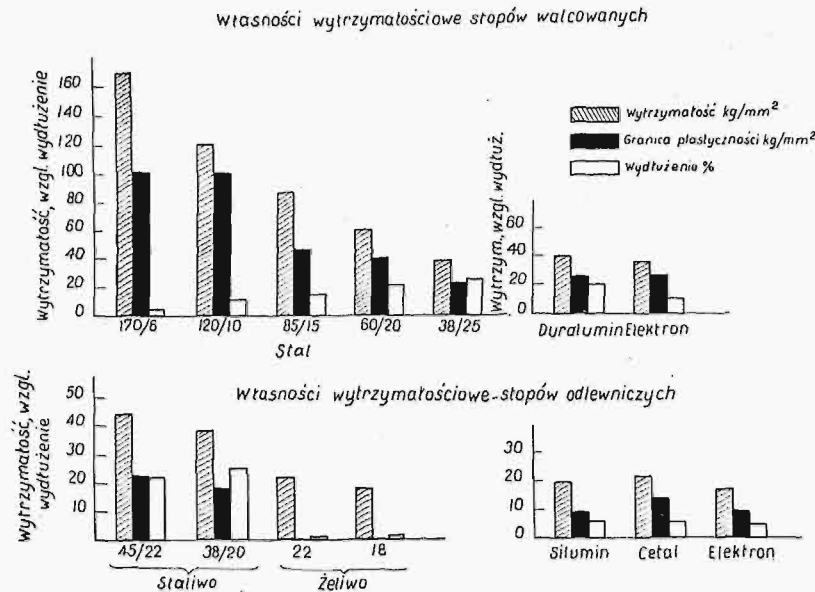
lotów i sterowców i t. d. Wskutek tej cechy, stopy lekkie mogą znosić wydłużenia sprężyste znacznie większe, niż stal. Jednakowe wychylenie wywołuje większe naprężenia, gdy się stosuje stal zamiast metali lekkich, co jest dla tych kon-

### Przewidywany sposób zastosowania stopów lekkich.

Stosując stopy lekkie, musi konstruktor więcej niż w każdej konstrukcji zwykłej dostosować budowę do własności tworzyw użytych, jeżeli chce je należycie użytkować. Większość niepowodzeń powstaje stąd, że czy to przy konstrukcji, czy to w czasie fabrykacji, czy wreszcie przy łączeniu części ze stopów lekkich nie były dostatecznie wzięte pod uwagę ich własności charakterystyczne.

Przedewszystkiem należy ustalić możliwie jaknajdokładniej siły działające i rozkład naprężeń w konstrukcji. Aby móc ustalić właściwe przekroje przy minimalnym rozchodzie materiału, trzeba doskonale poznać „grę sił” statycznych i dynamicznych. Najmniejszy wysiłek w kierunku pomysłowości konstrukcji da możliwość wyzyskać najważniejsze zalety stopów lekkich i ujawnić ich wyższość w stosunku do stali miękkiej; wyższość ta wyraża się (przy jednakowych obciążeniach jed-

nostkowych) w przybliżeniu stosunkiem ciężarów właściwych, t. j. współczynnikiem 1 : 2,8, a czasem i wyższym. Przedewszystkiem należy uwzględnić charakterystyczne wydłużenia sprężyste tych dwóch grup stopów, aby uniknąć niepożądanych przeciążeń. Ze względu na znacznie mniejszy ciężar własny stopów lekkich i większą zdolność do amortyzowania energii w obszarze odkształceń sprężystych, można zwiększyć znacznie obciążenia jednostkowe w porównaniu ze stalą miękką; z drugiej strony, ze względu na mały współczynnik sprężystości stopów lekkich, należy powiększyć momenty bezwładności przekrojów elementów

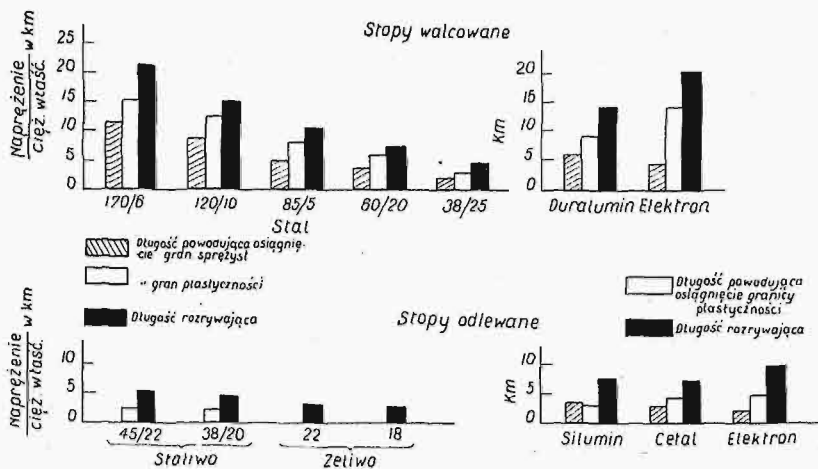


Rys. 14.

strukcyj rzeczą pierwszorzędnej wagi. Nadto niski współczynnik sprężystości ma tę jeszcze zaletę, że konstrukcje ze stopów lekkich, poddane uderzeniom, wykazują o wiele większą amortyzację sił dynamicznych, niż konstrukcje stalowe. Stopy lekkie, dzięki niskiemu współczynnikowi sprężystości, pochłaniają uderzenia na drodze prawie trzykrotnie większej, niż to ma miejsce przy użyciu stali. Również mały ciężar własny stopów lekkich amortyzuje znacznie siłę uderzenia, i niebezpieczeństwo złamania takiej konstrukcji jest mniejsze.

Oto są te własności stopów lekkich, które dotychczas nie są jeszcze dość dokładnie zbadane, aby było można wyzyskać je w całej pełni. Są one jednak interesujące i dają ogromne pole do głębszych studiów.

Zestawiając pro i contra stopów lekkich, należy zwrócić jeszcze na chwilę uwagę na rozszerzalność cieplną stopów lekkich. Rozszerzalność tych stopów przewyższa prawie dwukrotnie rozszerzalność stali. Możliwość obawiać się, że wskutek tego w miejscach połączeń części powstają naprężenia wewnętrzne pod wpływem zmian temperatury, mogące doprowadzić do niebezpiecznego przeciążenia. Jednakże dotychczas nie znamy wypadku, aby nadmierna rozszerzalność stopów lekkich spowodowała uszkodzenie ustroju. Wobec paru tych wad, o jakich była mowa, zalety stopów lekkich są tak duże i dominują nad wadami tak znacznie, że zastosowanie tych tworzyw z dnia na dzień wzrasta.



Rys. 15.

konstrukcji, jednak bez powiększania przekrojów. Nadto, ze względu na małą twardość stopów lekkich, należy ustalić niższe naciski jednostkowe powierzchni współpracujących, niż to się robi w konstrukcji stalowej. Dla śrub np. łatwo zmniejsz-



żyć nacisk jednostkowy stosując gwint głębszy, dla nitów — dając większe główki. Jeśli rozszerzalność cieplna gra dużą rolę w danym ustroju, jak się to dzieje np., gdy chodzi o tłoki, należy dobrać tak przekroje, by zapobiec lokalnym przegrzaniom. Czasem prosto możność łatwego poruszania danej części (np. osłony w silnikach Diesel'a) decyduje o zastosowaniu stopu lekkiego. Bardzo też często nader łatwa i szybka obróbka stopów lekkich dyktuje konstruktorowi ich zastosowanie.

W ostatnich latach stopy lekkie znalazły dużo zastosowań nowych. Jest jednak dziedzina, gdzie ich zastosowanie nie może być brane pod uwagę. Np., ze względu na ich niski punkt topliwości, nie mogą one być użyte ani na zawory w silnikach spalinowych, ani na sprężyny, pracujące w wysokich temperaturach.

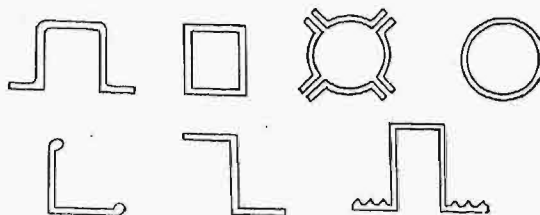
### Zakres zastosowań konstrukcji lekkich.

Pod koniec ubiegłego stulecia zdawało się, że najwłaściwszym tworzywem na konstrukcje mechaniczne, środki transportu lądowe i morskie oraz wszelkie maszyny jest stal. W ostatnich czasach atoli wystąpił na widownię, obok stali, nowy materiał, o wielu cechach pożądanym, któremu udało się znaleźć zastosowanie w nowoczesnych konstrukcjach lekkich i ultra-lekkich. Są to, obok stali zwykłej i stopowej, stopy aluminium i magnezu, które dzięki lekkości i łatwej obrabialności stały się tworzywem dominującym w konstrukcjach lekkich.

Wytwory hutnicze przeszłości, jak również dawniejsze konstrukcje, były ciężkie. Ciężka maszyna wymagała ciężkiego podwozia lub podstawy, grubych wałów do przenoszenia wielkich sił. Pomału atoli zrozumiano, że konstrukcje ciężkie posiadają wielką wagę nieużyteczną (martwą). Gdy więc metalurgia poczyniła takie postępy, że udało się jej połączyć wytrzymałość zbliżoną do stali z lekkością aluminium, uzyskano materiał, stworzony niejako do konstrukcji nowoczesnych. Ażeby dać poznać, jakie znaczenie ma ciężar martwy, pozwolę sobie zwrócić się na chwilę ku taborowi kolejowemu. Dzień w dzień uruchamia się tu miliony razy znaczne ciężary nieużyteczne, nie opłacające za swój przewóz, nadaje się im przyspieszenia zapomocą bardzo kosztownych środków ruchu, aby pochłonąć potem na hamulcach tę ogromną ilość energii, tkwiącą w masie ruchomej. I to wszystko dla przewiezienia ciężarów, stanowiących małą odsetkę wagi nieużytecznej i energii ruchu pociągu. To też urządzenia komunikacyjne kolejowe, drogowe i powietrzne stanowią wdzięczne pole do zastosowań konstrukcji lekkich i ultra-lekkich. Jest możliwe i stwierdzone w praktyce zmniejszenie ciężaru wagonów kolejowych i tramwajowych np. o 30 do 50% ich ciężaru zwykłego. Dochodzi się do tego dzięki racjonalnej konstrukcji i dość szerokiemu zastosowaniu stopów lekkich. Należy zwrócić uwagę, że zaoszczędzenie wagi wagonów powoduje znaczne obniżenie kosztów traktacji i utrzymania materia-

łów. Zaś na kolejkach zębatych i linowych zmniejsza się ze zmniejszeniem ciężaru wagonów koszt budowy podpór, toru i t. d. Należy wymienić też, jako przykłady możliwości obniżenia ciężaru martwego, tramwaje, kolejki wiszące, wózki kopalniane i t. d.

W samochodach osobowych i ciężarowych, autobusach i motocyklach zastosowanie łączne stali stopowej i stopów lekkich pozwala na obniżenie wagi do 30—40% w stosunku do konstrukcji dawnej. Części niezawieszane, jak koła, osie, a nawet resory, dają nadzwyczajne pole do wy-



Rys. 16.

Profile stosowane do konstrukcji ze stopów lekkich.

siłku w kierunku zmniejszenia ciężaru. Inną dziedziną zastosowań nowych tworzyw są dźwigi osobowe, interesujące z tego względu, że w nich każde zmniejszenie ciężaru odbija się na całej instalacji; silniki mogą być słabsze, przekroje lin mniejsze, przyspieszenia zaś większe niż w dawnym dźwigu stalowym. Z drugiej strony, ta sama moc silnika może albo podoląć znacznie większemu obciążeniu użytecznemu, albo też znacznie powiększyć zasięg windy. Ma to szczególne znaczenie dla dźwigów kopalnianych. Wymieńmy jeszcze morskie środki komunikacji, jak okręty towarowe i osobowe, motorówki, łodzie ratownicze, pontony.

Konstrukcje metalowe, jak suwnice, rusztowania, mosty zwodzone i t. d., dają możność zmniejszenia ich ciężaru o przeszło 50% przez dokładne przemyślaną konstrukcję z zastosowaniem stopów lekkich o wysokiej wytrzymałości.

W budowie maszyn nowoczesnych stopy lekkie są na porządku dziennym. Staramy się budować maszyny o większej mocy przy minimum rozchodu materiałów i kosztów. Części o ruchu wirującym i okresowo zwrotnym, jak korbowody maszyn stałych, parowozów, tłoki silników benzynowych, dźwignie zaworów, wirniki wentylatorów etc., nadają się szczególnie do zastosowania lekkich stopów. Dalej wymienić trzeba obrabiarki i narzędzia przenośne, jak młotki pneumatyczne i świdry górnicze, niciarki, wiertarki, narzędzia do montażu, jak klucze i t. d. Poza lekkością, o zastosowaniu stopów lekkich, o ich użyciu decyduje często ich łatwa obrabialność. Przytoczę jeszcze zastosowanie tych stopów do budowy zbiorników i aparatów do przemysłu chemicznego i włókienniczego.

Na tem zakończę swój krótki referat, który miał na celu uwypuklenie tych własności stopów lekkich, jakie winien znać konstruktor, aby z zupełnym powodzeniem tworzyć nowoczesne konstrukcje lekkie i ultra-lekkie.

# Obliczanie wykresów składu spalin<sup>\*)</sup>

Napisał Dr. Inż. Bolesław Szczeniowski.

Wykresy Ostwalda są, jak widzieliśmy, wykreśleniem ujęciem linjowego związku (2) między  $k_1$ ,  $k_2$  i  $o$ , to zn. obowiązują dla pewnej wartości współczynnika  $\alpha$ , zależnego od rodzaju paliwa. Nasuwa się więc konieczność sporządzania osobnego wykresu dla każdego paliwa, jakie w danej chwili posiadamy, wiadomo zaś, że np. węgiel, nawet brany z tej samej kopalni, wykazuje w miarę wydobywania pewne zmiany w swym składzie chemicznym. Niedogodności tej zapobiec można, wprowadzając do wykresu czwartą zmienną — współczynnik  $\alpha$ . Wykres taki nazwiemy wykresem Ostwalda uogólnionym. Korzystanie z tego wykresu wymaga uprzedniego obliczenia współczynnika  $\alpha$ , według wzoru (1) dla paliw stałych i płynnych, zaś dla gazowych — według wzoru (14). Budowa wykresu uogólnionego opiera się na następującym rozumowaniu:

Zbudujmy w pierwszej ćwiartce prostokątnego układu współrzędnych (rys. 5) wykres, ujmujący zależność

$$z = \frac{21 - x - y}{0,605} \quad (15)$$

Zależności tej, jak łatwo zauważyć, odpowiada czysty chemicznie węgiel ( $\alpha = \text{zeru}$ ).

Załóżmy teraz

$$(1 + \alpha)k_1 = y, \quad (16)$$

$$o = x, \quad (17)$$

czyli oś  $x$ -ów stanie się osią tlenu, oraz

$$k_2 = \frac{0,605}{(0,605 + \alpha)} z, \quad (18)$$

to po podstawieniu do r. (15) otrzymamy związek (2). Aby określić wartość  $z$  dla danych  $\alpha$ ,  $k_1$ ,  $o$ , należy teraz ująć wykreślnie zależność (16), uważając  $k_1$  i  $y$  za zmienne i prowadząc linje stałego  $\alpha$ . Uczynimy to w drugiej ćwiartce, obierając oś bezwodnika węglowego poziomo, z kierunkiem w lewo. Linje  $\alpha = \text{const.}$  tworzą pęk prostych, przechodzących przez początek współrzędnych, przytem podziałka jest hyperboliczna i wynosi na prostej poziomej dla jakiegokolwiek  $y$ :

$$\frac{y}{1 + \alpha}$$

W wykresie uwzględniono wartości  $\alpha$  od zera (czysty chemicznie węgiel) do 1 (gaz o dużej zawartości wodoru wolnego lub związanego z węglem), uważając, że do celów technicznych to wystarczy. Dla czystego wodoru, siarki lub siarkowodoru byłoby  $\alpha = \infty$ . W celu wyznaczenia wartości  $k_2$ , pozostaje jeszcze tylko wykreślnie ujęcie związku (18). Ponieważ oś  $z$  jest prostopa-

dła do prostej  $z = \text{zeru}$  (linja zupełnego spalania) i przechodzi przez punkt  $x = 21$ ,  $y = \text{zeru}$ , zatem oś tlenu węgla będzie przedłużeniem linji zupełnego spalania, z kierunkiem w dół na prawo. W tak otrzymanym prostokątnym układzie współrzędnych, uważając  $k_2$  i  $z$  za zmienne, wrysujemy linje  $\alpha = \text{const.}$ , które i w tym wypadku utworzą

pęk prostych o podziałce hyperbolicznej  $\frac{z}{0,605 + \alpha}$ ,

przechodzących przez punkt  $k_2 = z = \text{zeru}$ . W celu zwiększenia skali tlenu węgla, przy wykonywaniu rys. 5, zamiast współrzędnych prostokątnych, obrano ukośnokątne (rys. 6). Najwydatniejsze zwiększenie skali otrzymamy przy pochyleniu wzajemnem osi  $z$  i  $k_2$  pod kątem  $45^\circ$ , przyczem skala zwiększy się  $\sqrt{2}$  razy i wynosić będzie 0,605 skali  $k_1$  lub  $o$ , zatem w naszym wykresie (rys. 5) oś  $k_2$  skierowana będzie pionowo w dół. W układzie tym nadal musi obowiązywać równanie (18). Aby się przekonać, jaki charakter będą miały w tym układzie linje  $\alpha = \text{const.}$  i jaka będzie podziałka dla  $\alpha$  na prostej, łączącej punkty

( $x = o$ ,  $y = o$ ) i  $k_2 = \text{max} = \frac{21}{0,605}$ , poprowadź-

my myślowo z punktu ( $y = o$ ,  $k_2 = o$ ) oś  $\eta$ , prostopadłą do osi  $k_2$  (oś ta na rys. 5 pokrywać się będzie z osią  $x$ ), i wyrażmy równanie (18) w prostokątnym układzie zmiennych  $\eta$ ,  $k_2$ . Ponieważ

kąt między osiami  $z$  i  $k_2$  wynosi  $\frac{\pi}{4}$ , zatem ogólne wzory na zamianę współrzędnych będą:

$$\left. \begin{aligned} \eta &= |k_2| - (k_2 \sqrt{2} - |z|) \sqrt{2} = |z| \sqrt{2} - |k_2| \\ |k_2| &= |k_2| \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Uwzględniając ponadto, że skala  $k_2$  jest  $\sqrt{2}$  razy większa od skali  $z$ , otrzymamy z r. (18):

$$|k_2| = \frac{0,605 \cdot \sqrt{2}}{(0,605 + \alpha)} |z| = \frac{0,605}{\alpha} \eta \quad (20)$$

gdzie  $|k_2|$  i  $|z|$  oznaczają długości odcinków, odpowiadających wartościom  $k_2$  i  $z$ . Wynika stąd, że w układzie ukośnokątnym ( $k_2, z$ ) linje  $\alpha = \text{const.}$  tworzą również pęk prostych, przechodzących przez początek układu, przytem skala dla  $\alpha$  na prostej łączącej punkty  $|k_{2\text{max}}|$  i  $|z_{\text{max}}|$  wyniesie

$$\begin{aligned} l &= \sqrt{2} \left[ \frac{21 \cdot \sqrt{2}}{0,605} - \frac{21 \sqrt{2}}{(0,605 + \alpha)} \right] = \\ &= \frac{42 \alpha}{0,605 (0,605 + \alpha)} \quad (21) \end{aligned}$$

Wzór powyższy podaje skalę  $\alpha$  w stosunku do skali  $z$ , to zn. w założeniu, że  $|z_{\text{max}}| = \frac{21}{0,605}$ .

Ponieważ jednak skala  $z$  wynosi  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  skali  $k_2$ , zaś

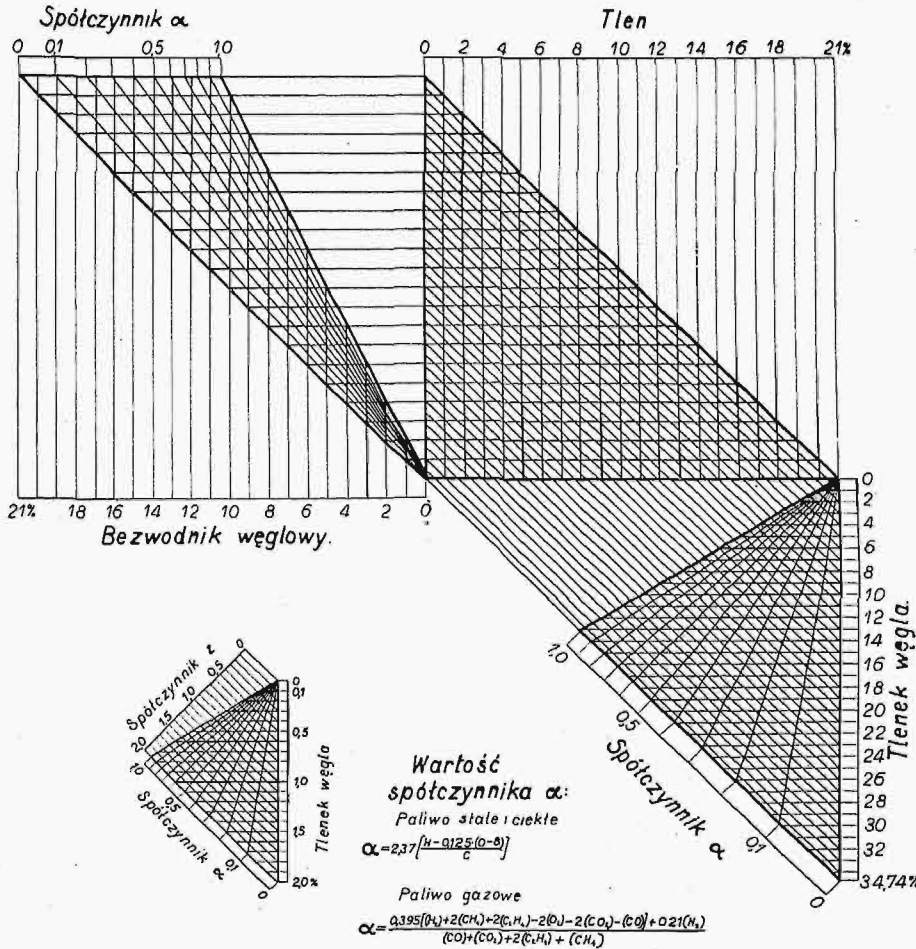
<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 577 w zesz. 39—40 z r. b.



skala  $k_2$  wynosi 0,605 skali  $k_1$  lub  $o$ , więc, w stosunku do tych ostatnich, skala  $\alpha$  będzie

$$l' = \frac{0,605 l}{\sqrt{2}} = \frac{42 l}{\sqrt{2}(0,605 + \alpha)} \quad (22)$$

## WYKRES OSTWALDA UOGÓLNIONY



Rys. 5. Wykres Ostwalda uogólniony.

Niech np. skala  $k_1$  lub  $o$  będzie taka, że  $k_{1max} = o_{max} = 21$  cm, czyli 1 %  $k_1$  lub  $o$  odpowiada 1 cm, to liczbowa wartość skali będzie

$$|l'| = \frac{42 \alpha}{\sqrt{2}(0,605 + \alpha)} \text{ cm.}$$

Ujęcie wykreślne spótczynnika nadmiaru powietrza jest na wykresie uogólnionym niemożliwe.

Można jednak, niezależnie od wykresu uogólnionego, ująć wykreślne zależność spótczynnika nadmiaru od składu spalin, wyrażającą się:

$$\lambda = \frac{21}{21n - 79o + 39,5k_2} \quad (23)$$

Aby się posłużyć tym wykresem (rys. 7), należy, mając dane  $k_1$  i  $o$ , uprzednio wyznaczyć z wykresu uogólnionego  $k_2$  i obliczyć  $n$  ze wzoru (3):

$$n = 100 - k_1 - o - k_2 \quad (3)$$

Wykres podany na rys. 7 buduje się według zasad następujących. Oznaczmy

$$o - 0,5 k_2 = x \quad (24)$$

i wrysujmy w prostokątnym układzie zmiennych  $o, k_2$  linie  $x = \text{const}$ . Będzie to rodzina linii prostych, wzajemnie równoległych, o kącie pochylenia  $2/1$ ; linia  $x = \text{zera}$  przechodzi przez początek spótrzędnych;  $x_{max} = 21\%$  i wypada dla  $k_2 = \text{zera}$ ,  $o = \text{max} = 21$ ;

$$x_{min} = - \frac{0,5 \cdot 21}{0,605} \cong - 17,37\%$$

i wypada dla  $o = \text{zera}$ ,  $k_2 = \text{max} = \frac{21}{0,605}$  ( $\alpha = \text{zera}$ ). Prosta, łącząca punkty  $k_{2max} = \frac{21}{0,605}$ ,  $o = \text{zera}$ , odpowiada wartości  $k_1 = \text{zera}$ , jest więc granicą pola zastosowań.

Obierzmy teraz nowy prostokątny układ zmiennych  $x, n$ . Oś  $x$  będzie prostopadła do rodziny linii  $x = \text{const}$ . o kierunku w dół na prawo, zaś oś  $n$  pokryje się z linią  $x = \text{zera}$ , mając kierunek w dół na lewo, przytem początek spótrzędnych obrac można w dowolnym punkcie tej linii, najlepiej tak, aby rysunek wypadł jaknajmniejszy. Po podstawieniu zależności (24) do wzoru (23), otrzymamy

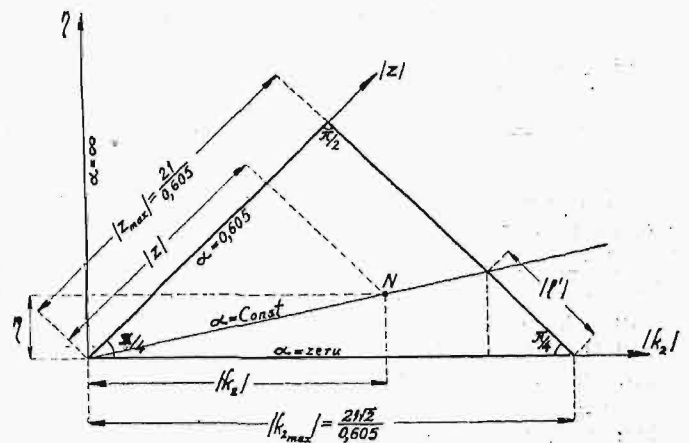
$$\lambda = \frac{21 n}{21 n - 79 x} \quad (25)$$

możemy więc wrysować w układzie  $x, n$  linie  $\lambda = \text{const}$  lub

$$\varphi = \frac{1}{\lambda} = \text{const.}$$

Ze związku (25) otrzymamy

$$21(1 - \varphi)n = 79x, \dots (26)$$



Rys. 6.

czyli linie  $\varphi = \text{const}$  stanowią pęk prostych o podziałce liniowej, przechodzących przez początek układu  $x, n$ .



W celu wrysowania linii, stanowiących granice pola zastosowań, przyjmijmy za górną granicę wartość  $\alpha = 1$ , przyczem dolną granicą jest  $\alpha = \text{zeru}$ . Wartości  $k_1$ ,  $o$ ,  $k_2$  zmieniać się mogą w ogólnym wypadku od zera do wartości maksymalnych, określonych wzorami (8, 9, 10) w założeniu, że  $\alpha = \text{zeru}$ . Największa wartość  $x$  wypada, gdy

$$k_1 = k_2 = \alpha = \text{zeru}, \quad o = 21,$$

i wtedy

$$x_{\max} = o_{\max} = 21\%, \quad \dots \quad (27)$$

zaś najmniejsza, gdy

$$k_1 = o = \alpha = \text{zeru},$$

i wtedy

$$x_{\min} = -0,5 k_{2 \max} = -\frac{0,5 \cdot 21}{0,605} \cong -17,37\% \quad (28)$$

Największą wartość  $\varphi$  otrzymujemy, gdy

$$k_1 = o = \alpha = \text{zeru}, \quad k_2 = \max, \quad \text{czyli } x = \max \text{ oraz } n = 100 - \frac{21}{0,605}, \quad \text{i wtedy}$$

$$\varphi_{\max} = 1 + \frac{79 \cdot 0,5 \cdot 21}{21 \cdot 0,605 \left(100 - \frac{21}{0,605}\right)} = 2, \quad (29)$$

czemu odpowiada  $\lambda = 0,5$ .

Najmniejszą wartość  $\varphi$  otrzymujemy, gdy

$$21 n = 79 x, \quad \text{przytem musi być } x = \max, \quad n = 79, \quad \text{i wtedy}$$

$$\varphi_{\min} = \text{zeru}, \quad \dots \quad (30)$$

czemu odpowiada  $\lambda = \infty$ .

Najmniejszą wartość  $n$  otrzymujemy, gdy

$$k_1 = o = \alpha = \text{zeru}, \quad \text{czyli } x = \min, \quad \text{i wtedy}$$

$$n_{\min} = 100 - k_{2 \max} = 100 - \frac{21}{0,605} \cong 65,26\% \quad (31)$$

Największą wartość  $n$  otrzymujemy, gdy

$$o = k_2 = \text{zeru}, \quad \alpha = \max = 1, \quad \text{czyli } x = \text{zeru}, \quad \text{i wtedy}$$

$$n_{\max} = 100 - k_{1 \max} = 100 - \frac{21}{2} = 89,5\%$$

Dla czystego wodoru, czystej siarki lub siarkowodoru,  $\alpha = \infty$ , byłoby więc  $n_{\max} = 100\%$ .

Punkty określone równaniami (27, 28, 29, 30, 31) stanowią wierzchołki wieloboku, obejmującego pole zastosowań. Wierzchołki te połączone są liniami ciągłymi, których charakter określimy w ten sposób, że zbadamy najmniejszą wartość  $n$  przy dowolnie obranych  $o$  lub  $k_2$  oraz największą wartość  $n$  przy zadanych  $o$  lub  $k_1$ .

Najmniejsza wartość  $n$  przy zadanych  $o$  lub  $k_2$  wypadnie, gdy  $k_1 = \alpha = \text{zeru}$ , i wtedy

$$n' = 79 - 0,395 k_2 = \frac{0,395}{0,605} (100 + o) =$$

$$= \frac{0,79 (100 + 0,5 x)}{1,105} \quad (32)$$

Równanie to określa w układzie  $x, n$  linię prostą, przechodzącą przez punkty  $x = x_{\max} = 21\%$ ,  $n = 79\%$  oraz  $x = x_{\min} = -17,37\%$ ,  $n = n_{\min} = 65,26\%$ . Prosta ta jest jedną z linii, ograniczających pole zastosowań.

Największa wartość  $n$  przy zadaniem  $o$  wypadnie, gdy  $k_2 = \text{zeru}$ ,  $\alpha = \max = 1$ , i wtedy

$$n'' = 89,5 - 0,5 o = 89,5 - 0,5 x \quad (33)$$

Równanie to określa w układzie  $x, n$  linię prostą, przechodzącą przez punkty  $x = x_{\max} = 21\%$ ,  $n = 79\%$ , oraz  $x = \text{zeru}$ ,  $n = 89,5\%$ . Prosta ta jest drugą linią, ograniczającą pole zastosowań. Dla  $x < \text{zera}$  nie ma ona realnego znaczenia, gdyż wtedy musiałyby być  $o$  ujemne. Zakładamy zatem dalej  $o = \text{zeru}$  i szukamy wartości  $n$  największej przy zadaniem  $k_1$  lub  $k_2$ ; wartość ta wypadnie wtedy, gdy  $\alpha = \max = 1$  i wtedy

$$n''' = 100 - k_1 - k_2 = \frac{179 \cdot 0,395 k_2}{2} = 89,5 + 0,395 x \quad (34)$$

Równanie to określa w układzie  $x, n$  linię prostą, przechodzącą przez punkty  $x = \text{zeru}$ ,

$$n = 89,5\% \text{ oraz } x = -0,5 \frac{21}{1,605} \cong -6,54\% \text{ (najmniej-}$$

$$\text{sza wartość przy } \alpha = 1), \quad n = 100 - \frac{21}{1,605} \cong 86,92\%.$$

Prosta ta jest trzecią linią, ograniczającą pole zastosowań. Dla  $x < -0,5 \frac{21}{1,605}$  nie ma ona realne-

go znaczenia, gdyż wtedy musiałyby być  $k_1$  ujemne. Zatem punkt  $x = -6,54\%$ ,  $n = 86,92\%$  jest również jednym z wierzchołków wieloboku, ograniczającego pole zastosowań. W dalszym ciągu zakładamy więc, że prócz  $o$  również  $k_1 = \text{zeru}$ , zaś  $\alpha$  jest dowolnie zadane. Wtedy musi być

$$k_2 = \frac{21}{0,605 + \alpha}; \quad x = -0,5 k_2 = -\frac{0,5 \cdot 21}{(0,605 + \alpha)}$$

gdzie  $\alpha$  zmieniać się będzie od 1 do zera. Największa wartość  $n$  wyrazi się w tym wypadku

$$n^{\text{IV}} = 100 - k_2 = 100 - \frac{21}{0,605 + \alpha} = 100 - 2x \quad (35)$$

Równanie to określa w układzie  $x, n$  linię prostą przechodzącą przez punkty  $x = -6,54\%$ ,  $n = 86,92\%$ , oraz  $x = \min = -17,37\%$ ,  $n = \min = 65,26\%$ .

Prosta ta jest w układzie  $x, n$  czwartą i ostatnią prostą, ograniczającą pole zastosowań.

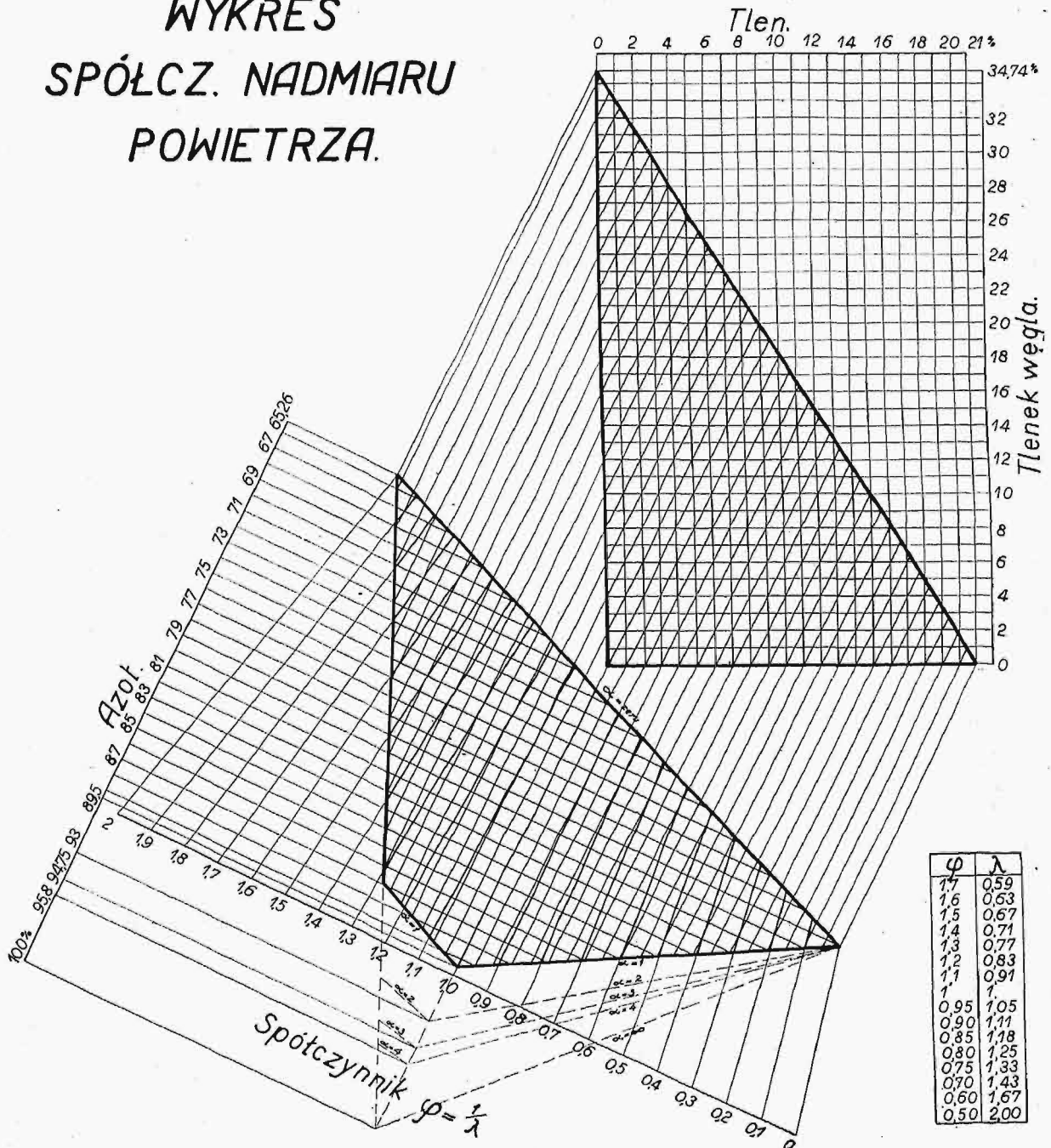
W ogólnym wypadku, nie ograniczając wartości  $\alpha$  od góry, mielibyśmy  $\alpha_{\max} = \infty$ , zatem równanie (33) przekształciłoby się na

$$n'' = 100 - o = 100 - x \quad (36)$$

zaś odcinek prostej, wyrażony równaniem (34), stałby się punktem o współrzędnych  $x = \text{zera}$ ,  $n = 100\%$ ; równanie (35) pozostałoby takie same, ale obowiązywałoby w szerszych granicach, dla wartości  $x_{\min} \leq x \leq \text{zera}$ . Uogólnieniu powyższemu odpowiadają na rys. 7 linie przerywane. Przepr-

nie dla  $\alpha = 1$ , lecz dla zadanej wartości), oraz odcinkiem obliczonym dla  $n = \text{min}$  (podobnie jak r. (32), ale nie dla  $\alpha = \text{zera}$ , lecz dla zadanej wartości), czyli zawiera się w trójkącie. Trójkąt ten dla  $\alpha = \text{zera}$  staje się odcinkiem, wyrażonym równaniem (32), zaś dla  $\alpha = \infty$  — odcinkiem, wyrażo-

## WYKRES SPÓŁCZ. NADMIARU POWIETRZA.



Rys. 7. Wykres spółczynnika nadmiaru powietrza.

wadzając analogiczny rachunek w założeniu, że  $\alpha_{\max} = 2, 3, 4$ , obliczono i wrysowano liniami przerywanymi linie graniczne dla tych wartości.

Dla pewnej zgóry zadanej wartości  $\alpha$ , pole zastosowań jest znacznie mniejsze i zawiera się między dwoma odcinkami prostymi, obliczonymi w założeniu  $n = \text{max}$  (podobnie jak r. (33) i (34), ale

nym równaniem (36). Można by tak kąty ograniczające wrysować na  $n$  wy dla kilku wartości  $\alpha$ , jednak zagmatwunek. Np. dla  $\alpha = 1$  trójkąt ograniczający się z dwu narysowanych grubo linij dolnej, z prostej, łączącej górne wierzchołki tych ków.

# Studjum włókiennicze na Politechnice Warszawskiej.

Napisał Prof. Władysław Bratkowski, Warszawa.

Z nowym semestrem zostaje ukonstytuowane na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej specjalne studjum włókiennicze. Do pięciu istniejących na tym wydziale odrębnych sekcji dojdzie w ten sposób nowa sekcja — włókiennicza, której program, poza wykładami na pierwszych 2 latach, wspólnymi dla wszystkich sekcji, obejmie w ostatnich dwóch latach przedmioty według poniższej tabeli:

Dotychczas istniała technologia włókien w planie nauk sekcji ogólnej wydziału, jako przedmiot obieralny, w zakresie 2 godzin wykładu, w ostatnich latach jednak, z braku docenta, nie była wogóle wykładana. Nie może ulegać kwestji, że ukształtowanie studjum włókienniczego na Poli-

wrzeniem skrzydełkowym, w charakterystycznych swych cechach dziś jeszcze używanem w mechanicznym przędzeniu.

Wśród tradycyjnych dziedzin nauczania technicznego, posiadających wspólne podłoże matematyczno-przyrodnicze, a reprezentowanych dziś przez poszczególne wydziały politechnik, dyscyplina mechaniki, czyli budownictwa maszynowego, jest wprawdzie jedną z najmłodszych, lecz z pewnością nie najmniej ważnych. Rozwój jej datuje się od wynalezienia maszyny parowej, która dała impuls do powszechnej mechanizacji procesów wytwórczych. W związku z tem dział techniki maszynowej przybrał takie rozmiary, że z trudnością przychodziło ująć go w jednolity system naucza-

Program Sekcji Włókienniczej na Wydziale Mechanicznym.

Rok III.

Przedmiot	Sem. V.		Sem. VI.	
	wykl.	ćwicz.	wykl.	ćwicz.
Dźwignice . . . . .	1	—	—	—
Obróbka metali I . . . . .	3	—	—	—
Elektrotechnika Ogólna . . . . .	3	—	2	—
Encyklopedia Budownictwa Przemysłowego . . . . .	—	—	2	—
Metalurgia . . . . .	4	—	—	—
Tłokowe silniki parowe . . . . .	—	—	4	—
Silniki spalinowe . . . . .	—	—	4	—
Laboratorium Maszynowe I . . . . .	—	3	—	—
Pompy i turbiny wodne . . . . .	—	—	1	—
Papiernictwo . . . . .	2	—	2	—
Włókiennictwo I i II . . . . .	4	—	2	—
Zasady organizacji pracy . . . . .	—	—	2	2
Laboratorium Papiernicze . . . . .	—	3	—	3 <sup>1)</sup>
" Włókiennicze . . . . .	—	3	—	3 <sup>1)</sup>
" Elektrotechniczne I . . . . .	—	—	—	3
" Maszynowe II . . . . .	—	—	—	3
" Metalograficzne I . . . . .	—	—	—	3
Projekt kotła parowego . . . . .	—	6	—	—
Szkice z Budownictwa Przemysłowego . . . . .	—	—	—	2
	17	12	17	14

<sup>1)</sup> do wyboru.

Rok IV.

Przedmiot	Sem. VII.		Sem. VIII.	
	wykl.	ćwicz.	wykl.	ćwicz.
Turbiny parowe . . . . .	3	—	—	—
Gospodarka cieplna i energetyczna . . . . .	1	—	—	—
Chłodnictwo . . . . .	1	—	—	—
Zasady organizacji pracy . . . . .	2	2	—	—
Urządzenia transportowe . . . . .	2	—	—	—
" elektryczne . . . . .	1	1	—	—
Papiernictwo . . . . .	1	—	—	—
Włókiennictwo III . . . . .	3	—	—	—
Ekonomia polityczna . . . . .	2	—	—	—
Laboratorium elektrotechniczne II . . . . .	—	3	—	—
Laboratorium włókiennicze . . . . .	—	3	—	—
" maszynowe III . . . . .	—	3	—	—
Projekt silnika tłokowego . . . . .	—	6	—	—
Zasady barwienia . . . . .	1	—	—	—
Praca dyplomowa . . . . .	—	—	—	30
	17	18	—	30
Przedmioty nieobowiązkowe:				
Cukrownictwo . . . . .	2	—	—	—
Cementownictwo . . . . .	1	—	—	—
Ogrzewanie, przewietrzanie, odemglanie, nawilżanie . . . . .	—	—	2	2
Kalkulacja przemysłowa . . . . .	2	—	—	—
Buchalterja . . . . .	—	—	1	—
Prawoznawstwo . . . . .	2	—	—	—
" fabryczne . . . . .	—	—	1	—
" patentowe . . . . .	—	—	1	—
Języki obce . . . . .	—	—	—	—

Do II-go egzaminu dyplomowego wymagane jest:

1) świadectwo ze zdania I-go egzaminu dyplomowego.

2) zaliczenie 12-mies. praktyki fabrycznej w charakterze robotnika lub rzemieślnika, z czego 2 mies. przy obsłudze kotłów i silników cieplnych, 4 mies. w warsztacie mechanicznym, 4 mies. z dziedziny włókiennictwa, 2 mies. z dziedziny papiernictwa.

3) wykonanie następujących prac: a) projektu kotła, b) szkiców z budownictwa, c) projektu tłokowego silnika parowego lub spalinowego, d) pracy dyplomowej z dziedziny włókiennictwa lub papiernictwa lub badania maszyn cieplnych, lub organizacji pracy.

Politechnice Warszawskiej nietylko czyni zadość istotnym potrzebom olbrzymiego działu wytwórczości, włókiennictwo, lecz jest także wyrazem tendencji rozwojowych w zakresie nauki technicznej w ogóle.

Wskazywać na doświadczenia i osiągnięcia w dziedzinie kształcenia inżynierskiego już w przeszłości, a Leonardo da Vinci, który ostatnim genialnym inżynierem, którego dzieła obejmował z równą doskonałością wszystkie dziedziny twórczości technicznej, zarówno jak sztuki. Interesowała go wszak żywo nawet technika włókiennicza. W pośmiertnych papierach jego znalazł się szkic szczegółowy kołowrotka z



nia technicznego i zaszła potrzeba dalekoidającej specjalizacji studjów.

Najwcześniej wydzielono z wydziałów mechanicznych elektrotechnikę, której dziedzina w międzyczasie tak się rozrosła, że np. na Politechnice Warszawskiej mamy już trzy sekcje wydziału elektrycznego. Ale i wydziały mechaniczne politechnik, jako takie, nie dały się utrzymać w tradycyjnych ramach jednolitego ogólnego programu nauczania. Wszędzie są one dziś podzielone na specjalne sekcje, których — jak już zaznaczono wyżej — na Politechnice Warszawskiej mamy już sześć.

Przyznać trzeba, że przystosowanie programu nauczania do potrzeb życia przemysłowego następcza poważne trudności z powodu obfitości wyodrębniających się coraz więcej działów produkcji maszynowej.

Długie dziesiątki lat wydziały mechaniczne trzymały się tej zasady, że szkoliły swych adeptów jedynie na klasycznych wzorach budowy maszynowej, jakimi są kotły parowe, silniki wszelkiego rodzaju, pompy, turbiny wodne i dźwignice. Maszyny te stanowią i dziś podstawę fachowego wykształcenia inżyniera-mechanika i poznanie ich jest istotnie ważne dla niego o tyle, że w swej praktyce zawodowej na każdym kroku się z nimi spotyka. Maszyny i urządzenia te nie mogą jednak stanowić już dziś wyłącznego przedmiotu nauczania, gdyż oprócz nich istnieją całe olbrzymie działy produkcji maszynowej, których uczelnie techniczne nie mogą nie uwzględniać, jeśli nie chcą znaleźć się poza nawiasem praktycznych zadań techniki maszynowej. Trudno istotnie politechnikom pomijać w swych programach takie działy jak: maszyny rolnicze, urządzenia komunikacyjne, samochody i lotnictwo, urządzenia cukrownicze i cementownicze, młynarstwo, chłodnictwo i ogrzewnictwo, włókiennictwo i papiernictwo i t. p. Oczywiście niekażdą politechnikę stać na uwzględnienie wszystkich tych działów, muszą one jednak dążyć do wyboru pewnych określonych dziedzin, jako przedmiotu właściwego im, specjalnego nauczania.

Zadaniem wydziałów mechanicznych politechnik nie jest jednak tylko kształcić inżynierów konstruktorów maszyn. Już samo zajęcie w fabrykach maszyn wymaga podziału funkcji technicznych na konstruktorskie i warsztatowe, i tym to dwu wymaganiom programy wydziałów mechanicznych powinny przede wszystkim zadość czynić. Praktyka całości życia przemysłowego wymaga jednak w coraz większej mierze kształcenia tak zwanych inżynierów ruchu, którzyby zdolni byli w różnorodnych dziedzinach wytwórczości przemysłowej nie tylko kontrolować, ale i organizować ruch mechaniczny, zgodnie z nowoczesnymi wymaganiami racjonalnej produkcji.

Ze mechanicznym ruchem fabryki tylko inżynier mechanik kierować może, nie ulega kwestji, pod warunkiem jednak, że w podstawach swego wykształcenia fachowego znajdzie odpowiednie ku temu pierwiastki twórcze.

Otóż naczelnym zadaniem politechniki jest zopatrzyć wszystkie ważniejsze działy produkcji przemysłowej w takich właśnie pracowników, co najlepiej uczynić przez specjalizację studjów na wyższych kursach.

Byłoby błędnym mniemanie, że przez wykonanie tego postulatu obniża się poziom wykształcenia inżynierskiego i degraduje politechnikę do rzędu szkół ściśle fachowych. Przy zachowaniu bowiem dotychczasowego poziomu i zakresu teoretycznego przygotowania, chodzi tu jedynie o konkretyzację studjów ściśle fachowych, aby w ten sposób usprawnić inżyniera do lepszego wykonywania specjalnych zadań zawodowych, nie pozbawiając go przytem pierwiastków ogólnej wykonawczości technicznej.

Jest to wyraźny postulat życia praktycznego, polegający na tem, że inżynier z reguły poświęcić się musi pewnej specjalności, aby osiągnąć rzeczywistą sprawność zawodową. Przy dzisiejszem rozgałęzieniu techniki maszynowej, jednostka, choćby nie wiem jak ukształcona fachowo, nie jest zdolną objąć jej całości, silenie się więc na system kształcenia, któryby jednak do tego uzdalniał, byłoby zgóry skazane na niepowodzenie i wypaczyłoby tylko wychowanie inżyniera mechanika przez nadmiar ogólnikowości.

Starsi inżynierowie pamiętają jeszcze ową dawniejszą metodę kształcenia mechaników, polegającą na uwzględnianiu szczegółowem tylko klasycznych typów maszyn, przy traktowaniu encyklopedycznym, a raczej naracyjnem dalszych rozgałęzień maszynowości. Metoda ta mogła być w swoim czasie uzasadnioną, z punktu widzenia terażniejszości jednak wykształcenie takie należałoby nazwać jednostronnem i nazbyt specjalnem. Przedstawia się ono istotnie jako pozostałość z czasów pierwotnej organizacji politechnik, kiedy wymienione maszyny były klasycznym typem budownictwa maszynowego, wymagającym gruntowniejszej wiedzy teoretycznej, podczas gdy inne dziedziny tkwiły za ledwie w powijakach rozwoju i uprawiane były przez rzemieślników raczej, aniżeli przez wykształconych fachowców, o gruntownej i rozległej wiedzy zawodowej.

Dziś każdy poważniejszy dział budownictwa maszynowego jest niejako dziedziną samą w sobie, o ustalonej długoletnim rozwojem typowości mechanicznych urządzeń, a przytem o rozległych zazwyczaj naukowych podstawach procesu technologicznego, któremu służy. Ujawnia się dziś przeto pewna równorzędność poszczególnych działów budownictwa maszynowego w metodologii kształcenia inżynierów mechaników, a jeśli chodzi o wyrobienie w młodym adeptcie sztuki inżynierskiej zmysłu konstruktorskiego, czemu szkoła dzisiejsza zupełnie słusznie szczególnie wiele poświęca uwagi, to akcentowana dziś w programach politechnik wyższosc w tym względzie klasycznych typów maszyn nad olbrzymią resztą działów techniki maszynowej wydawać się musi conajmniej wątpliwa.

To, że inżynier mechanik w praktyce swej na każdym kroku z maszynami temi się spotyka, nie czyni bynajmniej koniecznem traktowanie ich konstrukcyjne, wystarczy, by znał on zasadniczo typy i funkcje tych maszyn.

Cała wytwórczość maszynowa dzieli się dziś między fabryki, które z reguły obsługują bliżej określone działy produkcji maszynowej. Tak np. pewne fabryki budują wyłącznie aparaty chemiczne, drugie urządzenia młynów, inne znów maszyny przedalnicze, tkackie lub apretownicze i t. d. Inżynier, który pewnemu działowi fabrykacji maszyn

się poświęcił, z reguły już w nim pozostaje, staje się specjalistą, który, będąc dla swojej specjalnej umiejętności pracownikiem wydajnym i cenionym, chyba tylko dla wyjątkowych przyczyn raz obrany zakres pracy porzuca.

Fabryki budujące maszyny poszukują zazwyczaj specjalistów w zakresie swej wytwórczości, a jeśli muszą przyjmować początkujących inżynierów z ogólnomechanicznym wykształceniem dlatego, że specjalnie ukształconych przez szkołę inżynierów niema, to za specjalizację, której im udzielają, wynagradzają sobie kilkoletnim niskim poziomem płacy.

Widocznym przeto jest, że ujawniająca się na politechnikach specjalizacja studjów mechanicznych podyktowana jest wymaganiami samego życia. Jakie działy produkcji specjalizacją tą należałoby w danej chwili u nas objąć, dałoby się niewątpliwie ustalić na podstawie stanu ich rozwoju, względnie zapotrzebowania przez nie sił technicznych. Gdyby statystyka odnośna istniała, z pewnością okazałoby się, że przytłaczająca przewaga kształcenia zmysłu konstruktorskiego na podstawie klasycznych typów maszyn nie ma uzasadnienia w rzeczywistych potrzebach życia przemysłowego. Na konstruktorów maszyn parowych, silników spalinyowych, pomp i dźwignic zapotrzebowanie w Polsce jest stosunkowo małe, zato więcej potrzeba już mechaników warsztatowców, gdyż mogą oni w każdej fabryce maszyn znaleźć umieszczenie. Wielkie są też potrzeby naszego przemysłu wydobywczego i przetwórczego w zakresie inżynierów ruchu, którzyby opanowywali problemy nie tylko mechaniczne, ale i technologiczne procesu wytwórczego.

Otóż, tworząc specjalną sekcję włókienniczą na swym Wydziale Mechanicznym, Politechnika Warszawska miała na oku potrzeby najpotężniejszej gałęzi naszego przemysłu rodzimego. Przemysł włókienniczy pod względem rozmiarów, zatrudnionych w nim sił i uwieczonych kapitałów, oraz ze względu na wartość produkcji zajmuje jedno z naczelných miejsc w światowej wytwórczości. Statystycy obliczają, że zatrudnia on  $\frac{1}{3}$  część robotników w ogóle w przemyśle pracujących. Przemysł ten jest wysoce zmechanizowany i obejmuje obok najdrobniejszych wytwórni jednostki produkcyjne, zatrudniające ponad 10 000 robotników. Jest jasnym, że przemysł ten zatrudnić może poważną ilość wykwalifikowanych inżynierów mechanicznych, z drugiej zaś strony młodzież nasza techniczna zainteresowana jest w zyskaniu dostępu do działu pracy, który dotychczas z różnych względów stał poza nawiasem jej wyraźnych aspiracji.

Politechniki straciły z biegiem czasu niemal zupełnie znaczenie, jako miejsca kształcenia włókienników. Coprawda jeszcze kilkadziesiąt lat temu, zarówno w Rosji, jak Niemczech i Austrii, technologia włókien była dla mechaników obowiązkowa, a najstarsi inżynierowie z pewnością pamiętają, jak to w osobie jednego wykładowcy jednoczyły się zarówno technologia metali, jak drewna i włókna. W Rosji aż do początku wojny włókiennictwo było na politechnikach dość szczegółowo uwzględniane w związku z typem politechnik rosyjskich, jako zakładów nauczania technologicznego. Już jednak bezpośrednio przed wojną, zarówno w Rosji, jak

w Austrii, włókiennictwo nie wszędzie było obowiązkowe, a w Niemczech przeważnie wogóle nie było wykładane, zato w Dreźnie i w Brunświku istniały specjalne sekcje włókiennicze na wydziałach mechanicznych.

Rozwój ten był o tyle uzasadniony, że włókiennictwo stało się samo w sobie zbyt rozległym działem produkcji przemysłowej, aby mogło z pożytkiem być traktowane, jako dodatek do techniki maszynowej. Jedno lub dwugodzinny wykład roczny mógł dać pewną raczej literacką wiedzę o przedmiocie olbrzymiej rozległości, nie mógł natomiast być środkiem zyskania istotnej umiejętności fachowej. W miarę potężnego rozrostu budownictwa maszynowego, politechniki, jako zakłady kształcenia mechaników, musiały skoncentrować swą uwagę na nowych działach tegoż budownictwa, pomijając różne przeciążające młodzież encyklopedje i technologicje. Tak np. w Niemczech spostrzeżono się dość wcześnie, że traktowanie szersze włókiennictwa na dwóch politechnikach, z istniejących tamże jedenastu, zupełnie zaspakajało potrzeby budownictwa maszyn włókienniczych i przemysłu włókienniczego.

Natomiast kształcenie technologów włókienników skoncentrowało się wyłącznie w fachowych szkołach tekstylnych. Wobec znacznego naogół rozdrobnienia przemysłu włókienniczego, a nade wszystko jego daleko posuniętej specjalizacji w zależności od rodzajów włókna i ostatecznego wyrobu, zachodziła potrzeba specjalizowania także szkół na: poświęcone przedziałnictwu lnu, bawełny, wełny, jedwabiu, tkactwu, farbiarstwu i apreturnictwu. Szkoły te są dziś naogół o różnym poziomie, kształcąc bądź to podmajstrzych i majstrów, bądź też kierowników oddziałów w większych przedsiębiorstwach. Jasne jest, że przemysł włókienniczy potrzebuje przedewszystkiem sił o średnim poziomie wykształcenia, wyspecjalizowanych doskonale na jednym surowcu, umiających kierować procesem na pewnym tylko odcinku olbrzymiej dziedziny włókiennictwa. W Polsce szkół włókienniczych istnieje trzy: w Łodzi, Bielsku i Białymstoku, a więc w trzech ośrodkach naszego przemysłu włókienniczego. Istniejąca dotychczas czwarta szkoła w Rakszawie ma być ze względów oszczędnościowych skasowana.

Włókienników uniwersalistów przemysł nie potrzebuje, gdyż po-pierwsze taka uniwersalność mogłaby być jednoznaczna z dyletantyzmem, a powtóre, mniejsze przedsiębiorstwa są z reguły specjalizowane, a większe rozpadają się na działy, z których każdy musi mieć własnego kierownika procesu technologicznego. Z tem wiąże się fakt, że i szkoły włókiennicze muszą z konieczności dzielić się na rozmaite sekcje.

Taka specjalizacja wykształcenia fachowego, celowa i konieczna ze względu na strukturę organizacyjną przemysłu i związaną z nią potrzebę wielkiego zastępu niższych i średnich sił fachowych wysoce wyspecjalizowanych, nie jest odpowiednią, gdy chodzi o szkolenie kierowniczych sił w przemyśle włókienniczym. Choć kierownicze, twórcze siły przemysłowe na kamieniu się nie rodzą i są raczej produktem wrodzonych zdolności, aniżeli wykształcenia, to jednak zaprzeczyć się nie da, że dy-



namika tych sił swą skuteczność życiową zyskuje najpewniej w oparciu o gruntowną wiedzę zawodową. W tym sensie treść i poziom wykształcenia kierowniczych sił w przemyśle włókienniczym nie jest bez znaczenia, i łatwo pojąć, że politechniki są właściwym miejscem szkolenia sił kierowniczych dla przemysłu włókienniczego. Ze studja odbywać się muszą na wydziałach mechanicznych, nie może ulegać kwestji, albowiem głównym elementem czynności włókiennika w fabryce jest pierwiastek mechaniczny. Organizować ruch w fabryce pod względem gospodarki cieplnej, elektrycznej, materiałowej, transportowej i reperacyjnej, kontrolować go i udoskonalać odpowiednio do postępu wiedzy zawodowej może tylko inżynier mechanik, który zadania swe spełniać będzie tem skuteczniej, im lepiej będzie opanowywał także sam proces technologiczny. Dla wykonywania cząstkowych funkcji technologicznego procesu potrzebne są w każdej znaczniejszej fabryce i tak specjalizowane siły fachowe, zadaniem zaś inżyniera ma być właśnie koordynacja tych elementów dla scalenia ich w racjonalną całość procesu wytwórczego.

Nie może przeto ulegać wątpliwości, że organizacja nowej sekcji włókienniczej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej znajduje swoje uzasadnienie w istotnej potrzebie naszego przemysłu włókienniczego. Zasadniczo idea stworzenia wyższego studjum włókienniczego była do urzeczywistnienia w sposób dwojaki.

Pierwszy z nich, którego wzór zrealizowany jest w Belgji, gdzie w Verviers istnieje trzyletnie wyższe studjum włókiennicze, oparte o dwuletni podstawowy kurs na Wydziale Mechanicznym Politechniki w Liège, polegał na wykorzystaniu pierwszych dwóch lat Wydziału Mechanicznego Politechniki Warszawskiej, przy stworzeniu osobnego dwuletniego kursu specjalnego w Łodzi. Istotnie projekt taki stanowił przedmiot rozważań jeszcze w roku 1919, porzucono go jednak, ponieważ wydawał się za kosztowny w stosunku do naszych możliwości finansowych. Rozumowano, że jeśli inżynier włóknista musi być równocześnie tęgim mechanikiem, to cel ten łatwiej i taniej osiągnąć przez utworzenie w Warszawie dwu lub trzech katedr na wydziale mechanicznym, aniżeli stwarzając w Łodzi nową szkołę, która przecież w znacznej mierze musiałaby obejmować katedry w zakresie ogólnego kształcenia mechaników, znajdujące się już w Warszawie. Ze na pierwszych dwóch latach teoretycznego studjum w Warszawie przedmiotów tych w żadnym razie wyczerpaćby nie było można, dowodzi trzyletni okres fachowych studjów w Verviers, obejmujących w znacznej mierze przedmioty z maszynoznawstwa.

System związania całkowitego studjum włókienniczego z planem nauk politechniki przyjęty jest w Niemczech. Włókiennictwo traktowane tam jest w odrębnych kursach na czterech politechnikach w sposób zresztą dość niejednolity. Politechnika w Darmsztacie obejmuje wyłącznie papiernictwo, w bardzo szerokim zakresie 25 godzin wykładów i 32 godzin ćwiczeń na trzecim i czwartym roku wydziału mechanicznego. W Akwizgranie urządzono osobne studjum chemji włókienniczej na wydziale chemicznym. Dreźnie i Sztuttgart posiadają odrębne sekcje zarówno dla chemji, jak me-

chaniki włókienniczej na odnośnych wydziałach. W Dreźnie technika włókiennicza obejmuje papiernictwo i włókiennictwo równocześnie.

Jak wynika z przedstawionego wyżej programu, sekcja włókiennicza na Wydziale Mech. Pol. Warsz. obejmuje zarówno papiernictwo, jak i włókiennictwo. Ilość wykładów wynosi łącznie 15 godzin i 15 godzin ćwiczeń. Połączenie włókiennictwa z papiernictwem odpowiada starej tradycji organizacji studjum włókienniczego. Wiadomo, że pierwotnie papier wyrabiano ze szmat, które i dziś w szerokiej mierze służą za podstawę wytwarzania papieru. Włóknistość surowca była więc łącznikiem obu, zresztą zupełnie odmiennych procesów produkcji i produktów. Używanie miazgi drzewnej, względnie celulozy drzewnej do wyrobu papieru stało się zdobyczą dopiero 19-go wieku — wówczas to łączenie obu przedmiotów w jednym studjum włókienniczem stało się jeszcze mniej uzasadnionem, przetrwało jednak jeszcze długie lata.

Dziś łączność ta zostaje znowu zacieśniona, jednak nietylko na podstawie surowca włóknistego, ile celulozy, z której wytwarza się gros papieru, a zaczyna się wytwarzać coraz więcej przędziwa w postaci jedwabiu sztucznego. Już zaczynają się w świecie fachowców odzywać głosy, że jedwab sztuczny — zwłaszcza w postaci krótkowłóknistej dla przerobu w zwykłym bawełnianym procesie przędzenia — zdolny będzie w przyszłości wyprzeć w znacznej mierze z użycia bawełnę, stanowiącą przeszło połowę konsumowanych przez ludzkość surowców włókienniczych, szczególnie jeśli się uwzględni konieczność samoobrony wielu państw przed zalewem egzotyków włókienniczych.

Uwzględniając powyższe, podkreślić należy celowość połączenia włókiennictwa właściwego i papiernictwa w jednej sekcji Wydziału Mechanicznego.

Nowoczesnej metodzie kształcenia technicznego odpowiada też położenie nacisku na ćwiczenia laboratoryjne i pracowniane, umożliwiające dzięki posiadaniu przez Politechnikę Warszawską zespołu maszyn bawełniano-przędzalniczych, krosien i urządzeń do badania materiałów. Nie jest to wszystko, coby wzorowo urządzona pracownia ogólnowłókiennicza obejmować powinna, już to jednak, co jest, umożliwi metodyczne pogładowe ćwiczenia młodych adeptów włókiennictwa w najważniejszym dziale przemysłu tekstylnego. Dopełnienie praktycznych środków nauczania oraz stopniowa rozbudowa katedr w kierunku dalszej specjalizacji musi być stałą troską władz politechniki.

Najłatwiej dałoby się to osiągnąć drogą połączenia z sekcją włókienniczą Badawczego Instytutu Włókienniczego, którego powstanie jest w Polsce pilną potrzebą państwową i stanowi oddawna temat rozważań w sferach przemysłu włókienniczego. Przy politechnikach w Dreźnie i Sztuttgarcie instytuty takie istnieją, a prace i publikacje ich stanowią cenny dorobek nowoczesnej myśli badawczej w zakresie włókiennictwa. W Rosji instytuty te, rozbudowane na szeroką skalę, mają za zadanie służyć państwu pomocą w rozwiązywaniu technicznych zagadnień, związanych z planem całkowitego przeorganizowania przemysłu włókienniczego.





Tak małe odkształcenia świadczą o wielkiej sztywności i wytrzymałości sklepień Zeiss-Dywidag, które od tej chwili mogą niewątpliwie znaleźć b. szerokie zastosowanie w budownictwie. (Bauingenieur, 1931, zes. 31).

W. Ż.

## ELEKTROTECHNIKA.

### Elektryfikacja Włoch w r. 1930.

W zakładach wodnoelektrycznych było w końcu 1930 r. zainstalowanych ok. 3,9 milionów kW (w 1929 r. 3/5), mianowicie w północnych Włoszech 2,90, środkowych 0,590, południowych 0,310 i na wyspach 0,08 milj. kW.

Moc zakładów ciepłych wzrosła z 820 000 kW w roku 1929 do 840 000 kW, lecz wielkie zakłady rezerwowe i szczytowe w r. 1930 prawie że wcale nie pracowały.

Wytwórczość objętych statystyką zakładów elektrycznych wyniosła w r. 1930 10,189 miliardów kWh, co stanowi wzrost o 2,65% w porównaniu do r. 1929. Z tego ok. 9,721 miliardów kWh wytworzyły zakłady wodne, 0,303 miliardów kWh zakłady ciepłe. Ze Szwajcarii sprowadzili Włochy 0,164 miliardów kWh.

Ogółem zużyto energii elektrycznej we Włoszech w roku 1930 ok. 8,2 miliardów kWh; zatem 2,8 miliardów kWh poszło na potrzeby własne elektrowni i na straty.

Zużycie energii elektrycznej, przypadające na światło odbiorców prywatnych i przemysłu, wyniosło 9,8%, na oświetlenie publiczne 1,8%, na silniki małego przemysłu i gospodarstw rolnych 25,1%, na silniki wielkiego przemysłu 52,0%, na potrzeby kolejnictwa 9,9%, na rolnictwo 1,5%.

Zużycie prądu na potrzeby trakcji elektrycznej, wzrosło o 100 milionów kWh w stosunku do r. 1929, mianowicie z 720 na 820 milj. kWh.

Długość linii wysokiego napięcia wynosiła w końcu 1930 r. 84 000 km, z czego 10 170 km przypadało na sieci o napięciu od 50 do 90 kV i 5290 km na sieci o napięciu wyższym niż 120 kV. (L' Energia el., t. 8, 1931. E. T. Z. zes. 38, 1931).

## GOSPODARKA ENERGETYCZNA.

### Postępy w budowie elektrowni w Stanach Zjednoczonych.

Okres 1922—1927 nacechowany był bardzo szybkim tempem rozwojowym budowy elektrowni, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Ogólny wzrost mocy zainstalowanej wyniósł w tym czasie 11,5 milionów kW, podczas gdy moc zainstalowana na początku roku 1922 wynosiła 14,3 milionów kW. Dążeniem omawianego okresu było jaknajdalej idące wyzyskanie energii cieplnej. Okazywało się jednak niejednokrotnie, że zwiększone koszty budowy nie zawsze pokrywane były przez zmniejszenie rozchodu paliwa: rentowność zmniejszała się, zamiast spodziewanego zwiększenia.

W latach następnych więc wysunięto hasło zachowania tej samej rentowności przy możliwym zmniejszeniu kosztów zakładowych. Sposoby zastosowane były to: uproszczenie urządzenia, starannie przemyślany podział całkowitej powierzchni ogrzewanej pomiędzy poszczególne kotły, podgrzewanie wody i powietrza, znaczne natężenie powierzchni ogrzewanej, powiększenie bezpieczeństwa części składowych urządzenia, by zmniejszyć ilość możliwych awaryj i moc ograniczyć rezerwy. Moc turbin jednokadłubowych doprowadzono do 80 000 kW; dla zmniejszenia kosztów budynku wykonywa się w ostatnich czasach turbiny sprzężone po-

nowo (zakłady Forda); w tymże celu zastosowano instalacje na otwartym powietrzu; szczególnie w zakładach wodnych coraz częściej spotyka się maszyny, zarówno prądnice, jak i przesuwniki fazowe, na otwartym powietrzu; w południowej Kalifornii buduje się obecnie w ten sposób całkowitą kotłownię.

Typowym przykładem postępu lat ostatnich jest elektrownia East River w New Yorku. Uruchomiona była w r. 1928 z dwiema maszynami po 60 000 kW. Gdy zaszła potrzeba rozbudowy, turbozespoły jednoosiowe po 160 000 kW okazały się znacznie tańsze, a początem możliwe było umieszczenie ich na miejscu rezerwowanem dla maszyn znacznie słabszych. Zbudowano trzy kotły podwójne, opalane pyłem węglowym, o wydajności nominalnej 454 t/godz., a rzeczywistej o 20% wyższej. Osiągnięta przy tem oszczędność budynku wynosi: turbozespoły 60 000 kW wymagają 7,71 m<sup>2</sup>/1000 kW, zaś turbozespoły 160 000 kW zaledwie 4,21 m<sup>2</sup>/1000 kW. Kotły pierwszej rozbudowy (113 t/godz.) wymagają 1,885 m<sup>2</sup> i 71,6 m<sup>3</sup> na tonnę pary/godz., nowe zaś wielkie kotły 0,923 m<sup>2</sup> i 39 m<sup>3</sup>; możliwe to jest dzięki zwiększeniu ilości opłomek, pogłębieniu paleniska i lepszemu spalaniu.

Temperatura pary dolotowej, która w Ameryce przez bardzo długi czas utrzymywała się na wysokości 400°C, w latach ostatnich w szeregu wypadków została podniesiona. M. in. towarzystwo Detroit Edison Co. posiada turbinę 10 000 kW na 540°C temperatury dolotowej; turbina ta była budowana w Anglii. Również i ciśnienia pary uległy podwyższeniu; skoro raz przekroczono granicę 28 atn, zatrzymano się dopiero przy 84—98 atn; ciśnienia pośrednie spotyka się rzadko. Przy tych najwyższych ciśnieniach pracuje obecnie 12 elektrowni. Jedna elektrownia przemysłowa (Philip Carey Co.) zbudowana została na 127 atn.

Wyzyskanie ciepła jest coraz lepsze. Elektrownia Gilbert (Holland, N. J.), pracująca przy 84 atn, uzyskała jako wartość średnią tygodniową, przy współczynniku wyzyskania 68,4%, 2990 Kal/kWh. Elektrownia Long Beach, pracująca na gazie ziemnym, osiągnęła jako średnią wartość roczną 3240 Kal/kWh. Szereg innych elektrowni uzyskało około 3300 Kal/kWh. Szczególnie korzystnie przedstawia się ta sprawa w elektrowni South Meadow, należącej do Hartford Electric Co., która posiada turbinę 10 000 kW na parę rtęciową; średnia z 10 miesięcy wynosi 2600 Kal/kWh, a średnia wartość dzienna przy obciążeniu równomiernem, wynoszącem 9500 kW, spadała do 2470 Kal/kWh.

Bardzo interesujące urządzenie w postaci pływającej elektrowni wybudowała New England Public Service Co. w Augusta, Me. Elektrownia ta, całkowicie zbudowana na okręcie, posiada moc 20 000 kW<sup>1)</sup>. Do przesyłania prądu na ląd służą dwa kable trójfazowe, zawieszane pomiędzy wieżami, ustawionemi na okręcie i na brzegu. Statek nie posiada maszyn do własnego napędu i jest holowany na miejsce pracy. Pierwszym jego odbiorcą była papiernia w Bingham, znajdująca się obecnie w budowie, a mająca wyzyskać energję odpływu i przyptywu.

Z pośród zakładów wodnych, których budowę rozpoczęto w r. ub., największy jest zakład Boulder w Colorado o mocy projektowanej 750 000 kW. Zakład ten ma służyć m. in. do zasilania wodą miasta Los Angeles; pompy, tłoczące dziennie 4 miliony m<sup>3</sup> wody na wysokość 465 m, projektowane są na moc ogólną 400 000 KM.

Elektrownia Seattle Wash posiada największe na świecie turbiny Francisca; moc ich wynosi 90 700 KM przy spad-

<sup>1)</sup> Por. Przegl. Techn., t. 70 (1931), str. 591.

ku 99 m. Elektrownia Oake-Grover instaluje obecnie turbiny Francisa na 40 000 KM przy spadku 284 m. (ETZ. 1931, zesz. 30).

J. S.

## METALOZNAWSTWO.

### Badania ołowiu.

Na podstawie badań twardości ołowiu hartowanego i poddanego starzeniu się Hargreaves twierdzi, iż ołów posiada przemiany alotropowe: jedna z nich zachodzi przy 187°C, drugą przy 228°C. Droga odpowiedniej obróbki termicznej można podnieść twardość prawie o 60%, mianowicie z 3,1 kg/mm<sup>2</sup> do 5,0 kg/mm<sup>2</sup>. Obecność już tylko 0,005% Sn uniemożliwia osiągnięcie tych wyników. Obecność natomiast kadmu i bizmutu nie wpływa na obróbkę termiczną. Poważne zmiany w twardości stwierdzono w 5 minut po zahartowaniu. Do pomiarów twardości użyto przyrządu Brinella o kulce średnicy 4,74 mm, obciążeniu 22,47 kg, czasie trwania 30 i 180 sekund.

Wyniki poprzednich badań są rozbieżne. Cohen najpierw stwierdzał brak odmiany alotropowej, później ustalił 2 odmiany. Jänecke podaje zakres temp. przemiany alotropowej na 49—72°C przy podgrzewaniu i 65—69° przy studzeniu. Frayers i Houot ustalili 3 punkty przemian; najwyższy z nich leży przy 180°C. Tazio Kikuta ustalił pewne zmiany około 120°C. Saldan, badając przewodnictwo elektryczne, zauważył załamanie się krzywej przy 160°C. Cały szereg badaczy nie ustaliło żadnych zmian alotropowych (Hargreaves, Journal Inst. of Metals, 1930/II, str. 149—175).

E. P.

## METALURGJA.

### Przyczynki do badań nad wpływem przekroju bloku na własności mechaniczne prętów kutych lub walcowanych ze stali.

Po przeprowadzeniu szeregu prób, autorzy dochodzą do następujących wniosków: Pręty o jednakowym przekroju, otrzymane z bloków 400 × 400 mm (1800 kg) i 210 × 210 mm (470 kg), ze stali chromo-niklowej, otrzymanej w piecu elektrycznym, nie wykazują większych różnic własności. Wytwory z dużego bloku nie wykazują gorszych wyników na próbkach podłużnych i poprzecznych, o ile przekroje ich są mniejsze od pewnej wielkości granicznej, która w danym wypadku była kwadratem 60 × 60 mm (stopień przeróbki 48 dla bloku 400 mm i 12 dla bloku 210 mm).

W wypadku stali specjalnych, coraz bardziej stosowanych do wyrobu części o wysokiej wytrzymałości w przemysłach samochodowym, lotniczym i wojennym, często bywa dobrze przepisać pewien minimalny stopień przeróbki, gdyż anomalje i niejednorodności charakterystyki, spowodowane obecnością wielkich dendrytów, zanikają dopiero po przekroczeniu pewnego stopnia przeróbki.

Typ makrostruktury ma zasadniczy wpływ na wymagany minimalny stopień przeróbki, który zależy również i od intensywności segregacji dendrytycznej.

W wypadku zdrowych bloków, niema żadnych przeszkód do daleko idącej przeróbki, która może spowodować małą

plastyczność w kierunkach poprzecznych. Takie niebezpieczne niskie charakterystyki zdają się zależeć od miejscowych segregacji zanieczyszczeń bądź w pewnych częściach bloku, bądź w przestrzeniach międzydendrytycznych. Obecność tych zanieczyszczeń jest zawsze niebezpieczna, i przy małych stopniach przeróbki, nie powodujących destrukcji kryształów pierwotnych, ujemne wpływy tych dwóch czynników sumują się.

Rozpatrywanie przeróbki tylko z punktu widzenia geometrycznego, to jest zmniejszenia przekroju, nie wystarcza do przewidzenia własności wyciągniętego pręta.

W programach fabrykacyjnych oraz w warunkach technicznych na wyroby z prętów o stałym przekroju dobrze jest (w miarę możliwości) przepisywać wymiary bloku, opierając się na powyższych rozważaniach. O ile wielkość bloku nie może być zmieniona dla ważkich powodów, należy wpływać na krystalizację lub na program fabrykacyjny. (Portevin, Pretet i Jolivet, Międz. Kongr. Górn., Met. i Geol., Liège, 1930).

W. Ż.

## TELETECHNIKA.

### Nowy kabel morski telefoniczny, łączący Szwecję z Niemcami.

W r. 1929 okazał się niewystarczającym morski kabel telefoniczny, z 12 par przewodów, łączący Niemcy ze Szwecją, gdyż wzrost liczby rozmów telefonicznych między obu krajami okazał się znacznie szybszy, niż to początkowo przewidywano. Wobec tego zarządy telefonów niemieckich i szwedzkich zdecydowały się na budowę nowego kabla, tym razem obliczonego z takim zapasem, aby mógł wystarczyć na szereg lat.

Nowy kabel składa się z 42 czwórek linek o średnicy 1,2 mm i jednej pary przewodów dla radja o średnicy 1,75 mm, posiada zatem ogółem 170 przewodów, a więc niemal dwa razy więcej niż najsilniejszy dotychczas kabel morski telefoniczny, jakim był ułożony w 1929 roku kabel 90-przewodowy, łączący Niemcy z Prusami Wschodnimi.

Dalszą osobliwością nowego kabla jest wyższa częstotliwość graniczna, mianowicie 6500 okr./sek. Kabel jest pupinizowany; w odległościach 1,9 km posiada cewki Pupina, o długości (łącznie z końcowymi częściami stożkowymi) 9 m.

Kabel układano w lecie 1930 r.; silne burze i niespokojne fale bardzo przeszkadzały prowadzeniu robót. Ludziom i statkom nieraz groziło niebezpieczeństwo ze strony burzliwego morza. Parokrotnie musiano prace przerywać, raz stało się to przed samym brzegiem szwedzkim. Naskutek silnej nawałnicy nie było możliwości wyładowania, a statek nie mógł się nawet na kotwicy utrzymać przy kablu. Trzeba było zdecydować się na prowizoryczne zanurzenie kabla równoległe do brzegu na długości ok. 5 mil morskich. Na третią noc podjęto roboty; wtedy w jednej z żył zauważono uziemienie. Zaradzono jednak wszystkim trudnościom.

Próby, przeprowadzone w końcu, dały wyniki zupełnie zadowalające, w niektórych wypadkach nawet przewyższające wymagania warunków technicznych dostawy. (Müller i Feist, Europ. Fernspr. 1931, zesz. 22 i 23; E. T. Z., 1931, zesz. 39).

F.



## T R E Ś Ć:

Węgiel brunatny w bilansie energetycznym Polski, nap. Inż. St. Czarnocki, wice-dyrektor Państw. Instytutu-Geologicznego.

Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

4 LISTOPADA

1931 R.

## S O M M A I R E:

Le rôle du lignite dans le bilan énergétique de la Pologne, par M. St. Czarnocki, Ingénieur, vice-directeur de l'Institut Géologique de Pologne. Comptes-rendus des séances de diverses Commissions.

## Węgiel brunatny w bilansie energetycznym Polski<sup>\*)</sup>.

Napisał Inż. Stefan Czarnocki, wice-dyrektor Państw. Instytutu Geologicznego.

Zasoby Polskiego Zagłębia Węglowego zabezpieczają nam na długi szereg lat nie tylko obecną produkcję, lecz i znacznie większą. Wielkim jednak minusem naszego Zagłębia jest jego położenie geograficzne na samej granicy Państwa.

Zmusza to do zwrócenia uwagi na inne surowce energetyczne, które mogłyby zastąpić węgiel kamienny, czy to zaspakajając lokalne potrzeby pewnych dzielnic Państwa, czy też odgrywając poważniejszą rolę państwową w razie jakichkolwiek komplikacji natury politycznej, czy ekonomicznej, utrudniających wyzyskanie naszych złóż węgla kamiennego.

Nasze złoża ropy naftowej odegrać takiej zastępczej roli nie mogą. Znane złoża wyczerpują się, są obecnie czynione znaczne wysiłki w celu odkrycia nowych złóż, jest to jednak w każdym razie kwestją przyszłości. Zresztą ropa naftowa i produkty z niej otrzymywane mają w większości wypadków specjalne przeznaczenie.

Pozostają więc do rozpatrywania złoża węgla brunatnego i torfu.

Torfowiska zajmują u nas znaczny obszar — około 2 milionów hektarów, co — licząc ostrożnie, — może nam dać około 2½ miliardów tonn torfu, wysuszonego do zawartości 25% wody. Złoża te są naogół mało zbadane, mało też wiemy i o wartości onafowej naszego torfu. Otrzymane jednak już wyniki analiz wykazują, że mamy nieraz torfy o przeszło 4000 kaloryj. Nie zatrzymując się dłużej nad temi, powinniśmy jednak stwierdzić poważne znaczenie przemysłowe naszych torfowisk. Znaczenie to jest spotęgowane tem, że torfowiska te leżą rozrzucone po całym prawie kraju, głównie jednak w obszarach pozbawionych innych surowców energetycznych.

Przechodzę do właściwego tematu mego referatu — do złóż węgla brunatnego.

Nasze złoża węgla brunatnego dają się podzielić, z geologicznego punktu widzenia, na dwie grupy: 1) węgle wieku mezozoicznego i 2) węgle trzeciorzędowe. Złoża mezozoiczne posiadają naogół lepsze gatunki węgla, niż złoża trzeciorzędowe.

Złoża węgla mezozoicznego występują u nas w dwóch obszarach: 1) w okolicach Zawiercia i 2) w obszarze Świętokrzyskim.

Złoża obszaru Zawiercia mają właściwie tylko jeden pokład, nadający się do eksploatacji. Pokład ten jest naogół dość stały i najczęściej miąższość jego waha się w granicach od 0,6 do 1,2 m.

Złoża węgla brunatnego ciągną się tu w postaci dwóch szerokich pasm o kierunku NW—SE. Pasma północne zaczyna się na południowym wschodzie w okolicach Ogrodzieńca; stąd ciągnie się ono w pobliżu Zawiercia, gdzie są skoncentrowane główne znane i eksploatowane złoża węgla brunatnego; następnie obecność węgla brunatnego została stwierdzona nieco na północ od Woźnik. Pasma południowe zaczyna się na wschodzie, w okolicach Rodaków, i ciągnie się do Poręby.

Węgłe brunatne obszaru zawierciańskiego są dość wysokiej jakości. Przeciętna wartość opałowa węgla wilgotnego ze wszystkich kopalń obszaru wynosi 4478 Kal. Zawartość popiołu waha się w granicach od 9,93% do 23,70%. Należy zaznaczyć, że są to wyniki zbadania pokładowych prób węgla, zawierających drobne wtrącenia skał płonnych. Węgiel zawierciański przypomina swym wyglądem węgiel kamienny, lecz na powietrzu dość prędko rozpada się na drobne kawałki, co utrudnia transport.

Drugi obszar mezozoicznego węgla brunatnego łączy się z pasmem utworów liasowych (najniższych jurajskich), ciągnących się wzdłuż północno-wschodniego zbocza gór Świętokrzyskich.

Mamy tu najczęściej kilka cienkich nieregularnych pokładów węgla, z których zwykle tylko jeden posiada miąższość, przekraczającą 0,30 m; maksymalna grubość tego pokładu sięga 0,9 m. Pokłady mają niestały charakter, zmieniają często swą miąższość i zupełnie się wyklinowują; tworzą one rodzaj soczewek.

Serję węglonośną spotykamy tu na północ od Bliżyna, następnie ciągnie się ona wzdłuż rzeki Kamiennej, poczynając na północy od okolic Starachowic, na południe zaś sięga okolic Opatowa—Ostrowca.

Cały ten obszar został ongiś zbadany zapomocą robót poszukiwawczych. Wyniki tych poszukiwań zostały uznane za ujemne i nigdzie nie

<sup>\*)</sup> Streszczenie referatu, ogłoszonego na Zebraniu Plenarnem PKEn. dn. 6 czerwca 1931 r.

przystąpiono do eksploatacji, z wyjątkiem okolic Rzuchowa, gdzie była prowadzona przez kilka lat drobna odbudowa.

Dwie przyczyny zmuszają do zwrócenia baczniejszej uwagi przemysłowej na opisywany obszar, pomimo niesprzyjających warunków geologicznych. Są nimi wysoka jakość węgla i wyjątkowo dogodnie położenie geograficzne jego złóż.

Analizy 2-ch próbek węgla brunatnego z Wierzbnika i Krynek wykazały zawartość popiołu 4,14% i 8,39% oraz dały ciepło spalania, wynoszące 6915 i 6978 kaloryj. Należy jednak zaznaczyć, że nie wszystkie węgle obszaru Starachowicko-Ostrowieckiego mają tak wysoką wartość opałową.

Pod względem geograficznym, złoża te należą do bardzo nielicznych występowania węgla brunatnego w środku kraju i przytem na obszarze, mającym z różnych punktów widzenia warunki przemysłowego rozwoju w przyszłości.

To specjalne zainteresowanie, które wywołuje obszar Świętokrzyski, spowodowało rozpoczęcie tu przez Państwowy Instytut Geologiczny pewnych robót poszukiwawczych. W 1930 r. została zbadana jedna z miejscowych soczewek, mianowicie w Rzuchowie, przyczem obliczono zapas jej na 15 tysięcy tonn. Roboty w innych punktach nie stwierdziły węgla nadającego się do odbudowy. W roku bieżącym jest przewidywany dalszy ciąg robót. Otrzymane dotąd wyniki nie są, jak widzimy, pomyślne.

Nasze węgle trzeciorzędowe występują na dwóch dużych obszarach: północno-zachodnim, czyli Poznańsko-Pomorsko-Kujawskim, i na południowo-wschodnim, czyli Małopolskim.

Północno-zachodni obszar węgla brunatnych zajmuje pod względem zasobności pierwsze miejsce w Polsce. Obejmuje on całe prawie województwo Poznańskie, znaczną część Pomorza, na południu zaś wkracza w granicę województwa Warszawskiego i Łódzkiego.

Główne znaczenie praktyczne posiada grupa pokładów węgla, nazwana przez niemieckich geologów grupą „Basis”; leży ona w najwyższym poziomie miejscowego miocenu. Istnieje w niej nieraz kilka pokładów o wspólnej miąższości, sięgającej do 9 m; zwykle występuje wśród nich jeden grubszy pokład o przeciętnej miąższości 2—3 m.

Pod grupą „Basis” są nieraz w niższych poziomach miocenu spotykane jeszcze 1 lub 2 pokłady, lecz nie mają one przeważnie praktycznego znaczenia wobec dużej głębokości ich występowania.

W nieznaczej tylko części obszaru utwory węglonośne ukazują się na powierzchni, przeważnie zaś są one przykryte przez mniej lub więcej grubą pokrywą pliocenu i dyluwjum.

Wartość opałowa węgla Poznańsko-Kujawskiego jest stosunkowo wysoka. Suchy węgiel daje przeszło 4500 kaloryj, a niekiedy jego wartość opałowa przekracza 5000 Kal.

Warunki techniczne odbudowy są w większości wypadków niezmiernie trudne, głównie ze względu na obecność kurzawki nie tylko w warstwach, przykrywających pokłady węgla, lecz niekiedy także i w bezpośrednio je podścielających.

Największe złoża węgla brunatnego w Poznańskim znajdują się na połudn.-zachód od Poznania, w pobliżu Leszna, Szmigiela i Gostynia, gdzie były wykonane, nieudatne zresztą, próby eksploatacyjne. Drugi duży teren leży na półn.-zachód od Poznania po obu brzegach Warty. W obszarze tym prowadzono przez szereg lat eksploatację w kop. Sieraków, obecnie zamkniętej.

Nieco dalej na północy mamy w należącym do nas lewym brzegu Noteci złoża węgla brunatnego w Czarnkowie.

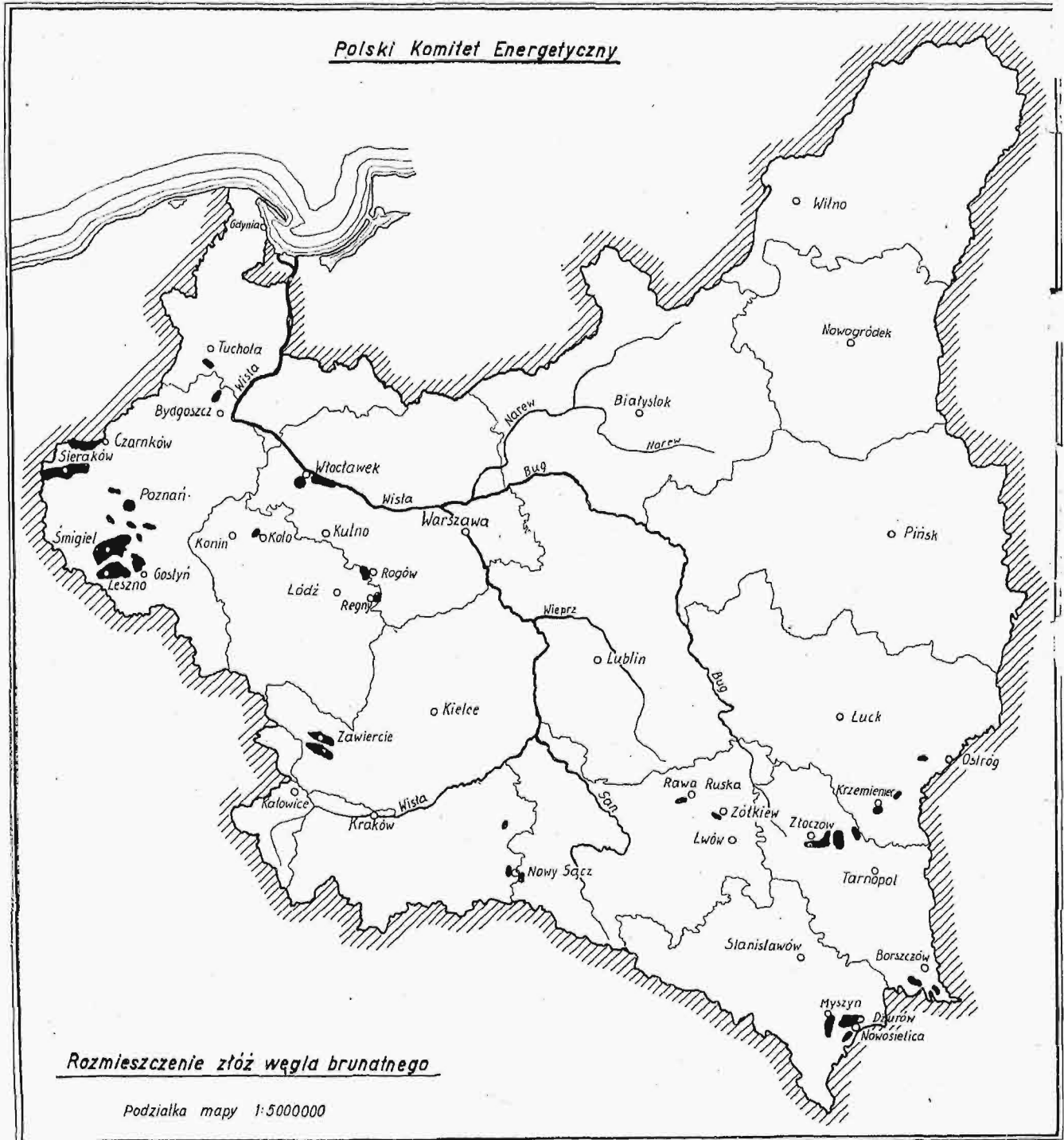
Na północy obszaru Poznańskiego, już w obrębie wojew. Pomorskiego, znajdują się złoża węgla brunatnego w okolicy Tucholi, eksploatowane niegdyś przez kop. „Olga”.

Zasoby węgla brunatnego w wojew. Poznańskim i Pomorskiem zostały ostatnio obliczone przez geologa P. Inst. Geologicznego inż. A. Makowskiego na około 3,8 miljarda tonn.

Północno-zachodni obszar węgla obejmuje, jak już wspomniano, i północne części wojew. Warszawskiego i Łódzkiego. Przedewszystkiem okolice Włocławka, gdzie wykonano przed laty 10-ciu systematyczne badania zapomocą otworów wiertniczych, które wykazały obecność kilku pokładów węgla typu poznańskiego; miąższość najgrubszego pokładu sięgała 8 m. Nieprawidłowe ułożenie warstw i mocny dopływ wody powstrzymały próby eksploatacji. Dalszy bieg formacji węgla brunatnego ku południowi został stwierdzony w okolicach Konina, Koła i Kutna; na całym tym obszarze pokłady węgla o zmiennej grubości leżą nie głębiej 100 m. W szeregu punktów, leżących dalej ku południowi: Warszawa, Żyrardów, Guzów, zostały również w wierceniach napotkane pokłady, lecz już na głębokościach 100—170 m.

Jednak i na tym południowym obszarze tereny, położone dalej ku zachodowi i sąsiadujące z t. zw. wypiętrzeniem Inowłodzkim, mogą posiadać złoża, leżące płycej od 100 m. Dowodem tego jest znaleziony przed kilku laty węgiel brunatny w Regnach pod Kuluszkami, gdzie natrafiono na soczewkę o miąższości sięgającej 8 m, leżącą na głębokości 50—60 m. W 1930 r. natrafiono w tychże Regnach na głęb. 70 m na węgiel brunatny o miąższości sięgającej podobno 30 m. Węgiel ten posiada ciepło spalania 3192 Kal. Jednocześnie w pobliżu stacji Rogów stwierdzono w otworze na głęb. 100 m pokład węgla miąższości 18 metrów.

W związku z dogodnym położeniem obszaru Regny—Rogów w stosunku do Warszawy i Łodzi, zostały tu rozpoczęte przez Państw. Instytut Geologiczny zimą bieżącego roku roboty poszukiwawcze. Wykonano dotąd 4 otwory wiertnicze na linii Regny—Rogów. 2 z tej liczby nie spotkały węgla, w 2-ch zaś stwierdzono obecność węgla o grubości 1,50—2,00 m. Jakość węgla jest tu względnie wysoka. Ciepło spalania: 4742 Kal. Zawartość popiołu 11,02%. Nad i pod pokładem węgla stwierdzono obecność piasków z wtrąceniami lignitu; możliwe, że we wspomnianych powyżej dawnych otworach w Regnach i Rogowie zaliczono do węgla i te piaski, skąd też mogły powstać tak znaczne grubości pokładu, zaznaczone w profilach. Dalsze badania powinny tę rzecz wyjaśnić.



Mapa do art. Inż. Stefana Czarnockiego p. t. „Węgiel brunatny w bilansie energetycznym Polski”.



Złoza Małopolskie dają się podzielić na następujące dwie grupy:

1) Karpacką, obejmującą złoza, związane nie tylko bezpośrednio z Karpatami, lecz i t. zw. Podkarpaciem, i 2) Podolską, której złoza leżą już w obrębie tak zw. płyty podolskiej.

Węgle Karpackie odznaczają się, z nielicznymi wyjątkami, stosunkowo wysoką wartością cieplną i również stosunkowo większą regularnością złóż, natomiast grubość pokładów jest tu naogół mniejsza, niż na obszarze Podolskim.

W zachodniej części obszaru Karpackiego mamy nieduże odosobnione wysepki węglonośnych utworów miocenijskich, leżące na utworach t. zw. fliszu karpackiego. Kilka takich wysepki znajduje się w pobliżu doliny Dunajca; najbardziej znany jest tu obszar Nowosądecki (Niskowa).

W okolicy Kołomyi natrafiamy znowu na szereg złóż węglowych, które ongiś stanowiły obiekt eksploatacji. Złoza te ciągną się od Kołomyi w kierunku południowo-wschodnim aż do granicy państwa.

Jest tu znanych parę pokładów o miąższości kilkudziesięciu centymetrów; są wskazówki, że w niektórych wierceniach były napotkane pokłady o grubości, przewyższającej 1 m, lecz dane te nie są pewne. Jest to węgiel błyszczący, w dość dobrym gatunku, o przeciętnej zawartości popiołu 8% i o przeciętnej wartości cieplnej 4250 kaloryj. Najbardziej znanymi obszarami są Myszyn i okolice Nowosielicy oraz Dżurowa. Utrudnienie robót, obecnie przerwanych, stanowił znaczny dopływ wody, zwłaszcza w postaci kurzawki.

Znaczną przestrzeń zajmują złoza węgla brunatnego, związane z t. zw. płytą Podolską. Osady miocenu posiadają tu nieregularny charakter; są one przedzielone utworami kredowymi, ukazującymi się we wszystkich niższych orograficznie częściach terenu.

Jest znany w tej serii przeważnie jeden tylko pokład, nadający się do odbudowy, o miąższości 1—3 m.

Gatunek węgla w zachodniej części obszaru Podolskiego, w granicach dawnej Galicji, jest niższy niż na Podkarpaciu; przeciętna wartość cieplna wynosi 3 100 kaloryj. We wschodniej, a właściwie w północno-wschodniej części obszaru, na Wołyniu, spotyka się węgiel brunatny o wyższej wartości cieplnej, mianowicie posiadający 3100—5200 Kal.

Grupę, wysuniętą najdalej ku północnemu zachodowi, mamy w okolicy Rawy Ruskiej i Żółkwi.

Druga grupa, największa z pośród opisywanych, zaczyna się na południowym zachodzie w okolicach Złoczowa i ciągnie się dalej ku półn.-wschodowi, wkraczając w pobliżu Poczajowa na obszar wojew. Wołyńskiego. Złoza węgla brunatnego występują tu głównie około Krzemieńca; w okolicach Ostroga dochodzi ten obszar do granicy państwowej.

Trzecia nieduża grupa złóż leży w południowo-wschodnim kącie Polski, w powiecie Borszczowskim. Złoza te nie były eksploatowane i są mało znane.

Należy dodać, że poza tylko co opisanymi dżemmi obszarami węgla mezozoicznych i mioceni-

skich są jeszcze znane drobne złoza węgla brunatnego na Wileńszczyźnie i Grodzieńszczyźnie. Są tu one związane z utworami dolno-trzeciorzędowymi lub dyluwialnymi. Praktycznego znaczenia nie posiadają.

Jak widać z opisów wyżej przytoczonych, Polska posiada niezmiernie rozległe obszary węgla brunatnego. Obszary te są w większości zbyt mało zbadane, aby można było dać już obecnie obliczenie ogólnych zasobów.

Wielką przeszkodą dla rozwoju eksploatacji naszych złóż węgla brunatnego są trudne warunki odbudowy. Nieregularny charakter złóż uniemożliwia planową organizację kopalni i skoncetrowanie w jednej kopalni większej produkcji.

Na żadnym prawie obszarze nie można prowadzić robót systemem odkrywkowym; przykrycie serji węglonośnej przez gruby stosunkowo nadkład zmusza do prowadzenia robót podziemnych. Jak widzieliśmy, w przeważającej części naszych terenów wypada przytem walczyć ze znacznym dopływem wody.

Warunki geologiczne naszych złóż są znacznie gorsze niż w szeregu innych brunatno-węglowych obszarów Europy, przedewszystkiem zaś w Niemczech, w głównym środowisku produkcji: Halle na rz. Saale, Lipsk—Bitterfeld. Tu pod kilku lub kilkunastometrowym nadkładem znajdują się poziome naogół warstwy węgla brunatnego o miąższości kilkunastu i więcej metrów, ciągnące się bez przerwy na znacznej przestrzeni, co pozwala prowadzić eksploatację systemem odkrywkowym.

Nasza produkcja węgla brunatnego przedstawia się, jak następuje:

Lata	Obszary węglowe			Ogółem w Polsce w 1000 t
	Zawierciański	Wschodnio-Małopolski	Poznańsko-Pomorski	
1919	182	5	—	187
1920	238	10	—	248
1921	228	11	31	270
1922	183	4	33	220
1923	150	4	17	171
1924	73	4	11	88
1925	57	6	3	66
1926	75	1	—	76
1927	78	—	—	78
1928	74	—	—	74
1929	74	—	—	74
1930	55	—	—	55

Należy tu jeszcze wspomnieć, że w r. 1913, według źródeł niemieckich, wydobyto w obszarze Poznańskim 28 tysięcy tonn. Niewiadomo jednak, w jakiej części odnosi się ta liczba do obszaru, należącego obecnie do Polski, w jakiej zaś — do pozostałego przy Niemczech; dlatego też w tablicy powyższej liczba ta została opuszczona.

Żaden z naszych obszarów węgla brunatnego nie posiada, — wobec przytoczonych powyżej

właściwości ujemnych złóż i wobec posiadania przez Polskę olbrzymich zasobów węgla kamiennego, — znaczenia ogólnopolskiego. Znaczenie tych obszarów można nazwać, z jednej strony, lokalnym, z drugiej zaś — sezonowym.

Lokalne znaczenie polega, oczywiście, na zaspakajaniu potrzeb rozwijającego się w pobliżu tych złóż przemysłu.

Przez znaczenie sezonowe rozumiem wzrost zainteresowania do złóż węgla brunatnego w związku z czasową dezorganizacją w produkcji naszego węgla kamiennego, dezorganizacją spowodowaną temi lub innymi przyczynami natury politycznej lub ekonomicznej; podobny wpływ może wywrzeć i czasowa dezorganizacja w kolejnictwie, uniemożliwiająca lub utrudniająca dostarczanie węgla kamiennego do pewnych dzielnic, posiadających węgle brunatne.

Podana powyżej tablica produkcji potwierdza taki pogląd na sprawę. Widzimy, mianowicie, wzrost tej produkcji w latach 1920—1922, t. j. w czasie, gdy przemysł węglowy naszego Zagłębia przeżywał znaczne trudności; obserwujemy następnie spadek odpowiednich liczb w latach normalnych.

W pewnych krytycznych okresach, gdy nasze Zagłębie Węglowe może być czasowo odcięte od kraju, złoża węgla brunatnego mogą nawet uzyskać znaczenie państwowe. Znaczenie tego czy innego obszaru brunatnowęglowego w takiej chwili będzie w dużym stopniu zależeć od jego położenia geograficznego. Naogół rozmieszczenie geograficzne nie jest pomyślnie dla naszego węgla brunatnego: główny obszar północno-zachodni leży w pobliżu zachodniej granicy Państwa, to samo da się powiedzieć i o obszarze Zawierciańskim, który w dodatku leży bardzo blisko Zagłębia Węglowego. Z drugiej strony, wszystkie wschodnio-małopolskie złoża węglowe znajdują się blisko naszej granicy wschodniej. Pozostają więc obszary, leżące mniej więcej w środku kraju, mianowicie obszar Starachowicko-Ostrowiecki, Zachodnio-Małopolski oraz okolice Rogowa i Regn.

Duże znaczenie dla rozwoju wydobycia naszych węgli brunatnych może mieć zastosowanie brykietowania, co pozwala transportować ten węgiel na dalsze odległości. Należy również wyjaśnić, drogą specjalnych badań, o ile się nadają te czy inne nasze węgle brunatne do dystalacji, w celu otrzymania t. zw. produktów naftowych.

Reasumując wszystko to, co było powiedziane powyżej o roli węgla brunatnego w bilansie energetycznym Polski, powinniśmy stwierdzić, że węgiel brunatny należy u nas rozpatrywać ze stanowiska ogólnopolskiego, przeważnie pod kątem widzenia produktu, który w pewnych okresach czasu może zastąpić węgiel kamienny. Z tego punktu widzenia może on odegrać pewną rolę, również jak i nasze torfowiska. Oba te źródła energii powinny być nadal poddane szczegółowym pracom badawczym.

## Z Komisji Paliwa Stałego.

### PROGRAM DZIAŁALNOŚCI KÓŁ PROWINCJONALNYCH PODKOMISJI WĘGLOWEJ POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO.

- 1) Badanie wpływu przerostów na oczyszczanie węgla na sortowniach.
  - a) własności przerostów: stopień zwarcia z węglem, twardość przerostu, wielkość otrzymywanego ziarna przy urabianiu węgla;
  - b) obróbka przerostów: 1) obieranie, płókanie węgla z uprzednim łamaniem na łamaczach i bez łamania;
  - c) wyniki obróbki w % popiołu w otrzymanym węglu.
- 2) Badanie wpływu różnych sposobów urabiania węgla w przodkach na wychody sortymentów:
  - a) znaczenie zastosowania wrębówek.
- 3) Badanie wpływu systemu robót odbudowy na wychody sortymentów:
  - a) odbudowa filarowa,
  - b) odbudowa ścianowa,
  - c) odbudowa systemem śląskim i na podsadzkę.
- 4) Badanie wpływu stopnia ustosunkowania robót odbudowy do robót przygotowawczych na wychody sortymentów.
- 5) Badanie wpływu systemu robót odbudowy na spóliczynnik wybrania złoża węgla:
 

a) odbudowa śląska	}	w grubych pokładach węgla.
b) ścianowa		
c) z podsadzką		
- 6) Straty węgla, spowodowane pozostawieniem filarów, oporowych w celu zabezpieczenia powierzchni.

### PROGRAM BIBLIOGRAFJI WĘGLOWEJ.

- I. Geologia węgla kamiennego i brunatnego, zasoby.
- II. Własności węgla kamiennego i brunatnego:
  - 1) Struktura: badania mikroskopowe, własności fizyczne,
  - 2) Własności chemiczne: analiza elementarna, wartość opałowa.
  - 3) Własności przemysłowe.
- III. Przerób węgla kamiennego i brunatnego:
  - A. Koksownictwo:
 

Chemia koksownictwa, wpływy warunków koksowania na własności koksu i produkty uboczne. Najnowsze urządzenia, ulepszenia z punktu widzenia wychodów koksu, jego własności oraz czystości otrzymywanych produktów ubocznych.
  - B. Gazownictwo:
 

Najnowsze urządzenia, ulepszenia z punktu widzenia wychodów gazu, jego własności i otrzymywanych produktów ubocznych.
  - C. Brykietowanie.
    - 1) Najnowsze urządzenia, stosowanie masy wiążącej (lepiszcza),
    - 2) Własności fizyczne i chemiczne brykietów,
    - 3) Własności opałowe,
    - 4) Brykietowanie jako operacja wstępna do produkcji koksu.
  - D. Chemiczny przerób węgla.
- IV. Sortowanie i oczyszczanie węgla kamiennego.
  - A. Sortownie:
 

Urządzenia sortowni, wychody sortymentów, wymiary, normalizacja.
  - B. Płókanie wodne i powietrzne:
 

Urządzenia płóczek i wialni, wychody popiołu i wilgoci (przy płóczkach).
  - C. Sortowanie suche.