

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Feliks Jasiński, nap. Dr. St. Bełzecki, Prof. Polit. Warsz. i Dr. A. Pszenicki, Prof. Polit. Warszawskiej.
Stale krzemowe konstrukcyjne, nap. Inż. N. Dubowicki.
Wykres do wyznaczania grubości płyt żelbetowych, nap. A. Eichler.
Przeгляд pism technicznych.
Listy do Redakcji.
Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Félix Jasiński, sa vie et son oeuvre, en commémoration du 30-e anniversaire de sa mort, par MM. St. Bełzecki, Dr., Ingénieur, et A. Pszenicki, Dr., Ingénieur, Professeurs à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
Les aciers au silicium, par M. M. Dubowicki, Ingénieur-métallurgiste.
L'abaque pour le calcul de l'épaisseur des plaques en béton armé, par M. A. Eichler.
Revue documentaire.
Correspondance.
Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Feliks Jasiński

(1856—1899—1929 r.)

Napisali Dr. St. Bełzecki, Prof. Politechniki Warsz. i Dr. A. Pszenicki, Prof. Politechniki Warszawskiej.

Felix qui potuit rerum cognoscere causas.

Lat temu trzydzieści zmarł w Petersburgu jeden z najwybitniejszych profesorów Instytutu Inżynierów Dróg Komunikacji, Feliks Jasiński.

Dziś, kiedy Polska zbiera rozsiane na obczyźnie zabytki swej kultury, należy wspomnieć o tych znakomitych Polakach, którzy przez swą pracę i talent przyczynili się do postępu nauki i kultury, a dzięki swemu szlachetnemu charakterowi i nieposzlakowanej uczciwości zasłużyli na uznanie i szacunek nie tylko społeczeństwa polskiego, lecz także i sfer naukowych społeczeństwa rosyjskiego, które nie zawsze było dobrze usposobione względem Polaków, nawet znanych w świecie naukowym.

W dziedzinie matematyki stosowanej mamy bardzo mało działaczy tej miary, co ś. p. Feliks Jasiński. W rocznicę trzydziestolecia Jego śmierci uważamy za wskazane dać garść wspomnień o życiu i pracach tego znakomitego uczonego inżyniera i profesora, który dla jednego z piszących te wspomnienia był kolegą, dla drugiego zaś — nauczycielem.

Urodzony w Warszawie w roku 1856, Jasiński po ukończeniu 2-go gimnazjum wstąpił do Instytutu Inżynierów dróg komunikacji w Petersburgu i ukończył ten Instytut w r. 1877.

Praktykę swą inżynierską rozpoczął Jasiński na kolei Petersbursko-Warszawskiej, zamieszkując do 1888 roku w Wilnie, gdzie jednocześnie ze służbą

na kolei łączył obowiązki inżyniera miasta Wilna. Dla kolei i dla miasta opracowywał Jasiński w tym czasie szereg projektów budowli i roboty nad wykonaniem tych budowli, doskonale przemyślane, sam prowadzi. Nie obywa się tutaj bez intryg ze strony niektórych osóbistości z pośród urzędników rusyfikatorów, którzy niechętnym okiem patrzyli na inżyniera Polaka w mieście, które według ich mniemania powinno być w rękach inżynierów Rosjan. Przez jednego z takich rusyfikatorów, nauczyciela gimnazjalnego, był Jasiński oskarżony przed generał-gubernatorem Totlebenem, że prowadził roboty przy budowie mostu na rz. Wilejce naumyślnie tak, by zniszczyć cerkiew prawosławną, stojącą w pobliżu budowanego mostu. Na szczęście Totleben sam był inżynierem i znał się na robotach. Poszedł więc sam incognito na miejsce robót i w kilka dni później udekorował Jasińskiego orderem św. Stanisława w obecności oskarżyciela, któremu ostentacyjnie ani przy powitaniu, ani też przy pożegnaniu ręki nie podał, podkreślając tem, że oskarżenie było zupełnie bezpodstawne.



Od roku 1888 przenosi się Jasiński do Petersburga, gdzie do roku 1890 pozostaje na służbie na tejże kolei Petersbursko-Warszawskiej.

W roku 1890 zostaje zaproszony w charakterze pomocnika głównego inżyniera na kolej Mikołajewską. W tym czasie wykonywał cały szereg oryginalnych projektów i obejmuje redakcję czaso-

pisma technicznego inżynierów dróg komunikacji, w którym zamieszcza szereg oryginalnych artykułów i prac o doniosłym znaczeniu teoretycznym i praktycznym.

Biorąc czynny udział w różnych komisjach, stowarzyszeniach i zjazdach, Jasiński ożywiał te zebrania swą głęboką inteligencją, darem wymowy i gruntownym ujęciem każdej sprawy, w której zabierał głos.

W roku 1893 składa Jasiński pracę swą pod tytułem „Badania nad sztywnością prętów ściskanych” na konkurs o nagrodę imienia inżyniera Żórawskiego, ogłoszony przez Radę Instytutu Inżynierów Dróg Komunikacji. Praca ta, złożona w rękopisie i oznaczona tylko godłem, bez podpisu autora, została nagrodzona i wywołała wielkie uznanie komisji.

Mając tedy uznanie komisji dla swej pracy, Jasiński składa ją śmiało do Rady Instytutu dróg komunikacji, wiedząc, że po tej ocenie nie mogła ona ani być utraconą, ani też rozpatrzenie jej nie mogło być odkładane ad calendas graecas, co czasem się zdarzało, jeżeli nie chciano pewnej osobie dla tych czy innych przyczyn nadać stopnia naukowego adjunkta, który to stopień odkrywał drogę do profesury.

W roku 1894 Jasiński świetnie i z właściwą sobie swadą broni publicznie rozprawy pod wskazanym wyżej tytułem i od tego czasu rozpoczyna swe wykłady w Instytutach Inżynierów Dróg Komunikacji, Górniczym i Inżynierów Cywilnych. Wrodzone zdolności, głęboka wiedza teoretyczna, niezwykły dar wymowy oraz doświadczenie praktyczne czynią z Jasińskiego idealnego profesora. Nic też dziwnego, że ucząca się młodzież, która instynktownie wyczuła w Jasińskim znakomitego profesora i idealnego człowieka, darzyła go największym szacunkiem i ogromną miłością.

To też śmierć tego niezwyklej miary człowieka wywarła ogromne wrażenie, nie tylko w sferach technicznych Petersburga, Warszawy i Wilna, lecz również i w szerokich sferach, mających pewną styczność z techniką.

Nieomal cała prasa ówczesna codzienna i czasopisma techniczne zamieściły obszernie nekrologi. Z nekrologów tych warto przytoczyć tu niektóre wyjątki.

Tak więc tygodnik „Kraj” (Nr. 47 z 1899 r.) pisał: „Niezwykle utalentowany pracownik na polu naukowym przedwcześnie zszedł z tego świata, nie zdążywszy wypowiedzieć wszystkiego, co w twórczej jego organizacji umysłowej skończone przybierało kształty. Zmarły w Petersburgu w pełni sił duchowych, Feliks Jasiński, pomimo krótkiego życia, zdołał zaskarbić sobie ogólne uznanie, jako wybitny inżynier, głęboki uczonec i znakomity profesor”. Dalej czytamy: „Oryginalność pomysłów, wrodzony dar wymowy, przejęcie się przedmiotem, ścisły i jasny tok myśli, wreszcie szczerze sympatje dla uczącej się młodzieży czyniły Jasińskiego prawdziwie idealnym profesorem”.

Przeгляд Techniczny (Nr. 47): „Ci wszyscy, którym wykształcenie zawodowe naszej młodzieży leży na sercu, ci zresztą, którzy pragnęli, czyniąc miljonowe ofiary na politechnikę, ażeby Instytut

Warszawski dorównać mógł najlepszym zakładom naukowym, marzyli o tem, ażeby skład nauczycieli był możliwie najlepszy, a w rzędzie najwybitniejszych gwiazd nauczycielskich świecił młodzieży i zagrzewał ją do sumiennej pracy s. p. Feliks Jasiński”. Kończy ten nekrolog p. Emil Sokal takimi słowami: „Pamiętkę po Jasińskim stanowiłoby mogło zebranie i wydanie wszystkich jego prac w języku polskim i wzbogacenie naszej literatury technicznej rezultatami, do których niezwykły umysł ten w czasie stosunkowo krótkim doszedł”. Zdaniem naszym, sprawą wydania prac naukowych F. Jasińskiego powinna się zająć teraz nasza Akademia Nauk Technicznych.

„Nowoje Wremja”: „Będąc bezwarunkowo autorytetem i gwiazdą nauki inżynierskiej w Rosji, wykonawszy bardzo wiele kosztownych budowli, Jasiński zostawił swej rodzinie tylko polisę ubezpieczeniową. Nie każda więc praktyczna działalność przynosi bogactwo materialne, lecz wierzymy, że każda utalentowana praca czystych i nieskazitelnych działaczy przyniesie im wieczną pamięć i wdzięczność potomstwa! Lecz jak serdecznie żał przedwcześnie zmarłego działacza i uczonego! Jak serdecznie żał tego pełnego życia i werwy i, nawet w codziennym życiu, oryginalnego człowieka!”

— „W jego osobie przygotowywał się działacz, który nie tylko szedł z wiekiem i jego postępem, lecz który mógłby sam prowadzić go za sobą i sam mógłby stać się twórcą nowych poglądów w dziedzinie mechaniki budowlanej i teorii sprężystości, nieco zaćmionych nie tyle dzięki talentowi, ile zbytnej gorliwości niektórych swoich zwolenników.”¹⁾

„Opinia, wyrażona we wszystkich nekrologach, da się streścić w takich dwóch twierdzeniach: a) skromny w życiu prywatnym i publicznym, wróg wszelkiej reklamy, nieposzlakowanie uczciwy, dobry i rozumny patriota — był wzorem człowieka; b) wszechstronnie wykształcony, wielki erudyta, genialnie zdolny, zdrowo i jasno myślący, obiektywny w sądach, pracowity i wymowny — był wzorem profesora, uczonego.

Cześć Jego pamięci!”

Tygodnik „Kraj” [Piltz] podaje następujący opis pogrzebu: „Na nabożeństwie żałobnym w kościele św. Katarzyny, dn. 8-go listopada, zgromadził się kilkotysięczny zastęp przyjaciół, kolegów, znajomych zmarłego, oraz studenci wszystkich instytutów w Petersburgu.

Kościół był tak przepełniony, że wiele osób nie mogło dostać się do środka: Między innymi byli obecni: Minister Komunikacji ks. Chitkow, Wice-minister jen. lejtn. Pietrow²⁾, Naczelnicy kolei żelaznych Warszawskiej i Mikołajewskiej, profesorem Instytutów, członkowie Rady Inżynieryjnej i in. Na katafalku, ubranym kwiatami, złożono około 30 wieńców, z których dwa srebrne złożone były od Warszawskiego Stowarzyszenia Techników i od studentów Polaków w Petersburgu.

Trumnę ze zwłokami wynieśli z kościoła profesorowie, a potem wzięli ją na barki studenci, którzy donieśli ją do dworca kolei Mikołajewskiej.

¹⁾ Tak pisał rosjanin.

²⁾ Znany uczonec.

Po przewiezieniu do Warszawy, zwłoki złożono w kościele św. Karola Boromeusza na Powązkach, skąd koledzy i przyjaciele zmarłego przenieśli trumnę do grobu na cmentarzu powązkowskim.

Wieniec od studentów Instytutu Dróg Komunikacji, stosownie do ich prośby, był włożony do trumny. W dzień pogrzebu wykłady w Instytucie Komunikacji były zawieszono³⁾.

Celem uczczenia pamięci ś. p. prof. Jasińskiego, Instytut Komunikacji wyłonił z grona profesorów komisję, której poruczono zebranie i wydanie wszystkich jego prac. Prace te zostały wydane w trzech tomach, których krótkie streszczenie podajemy poniżej:

Tom I zawiera:

- 1) Badania połączeń nitowych blach żelaznych (praca studencka).
- 2) Dowód geometryczny twierdzenia Coriolis'a.
- 3) Obliczenie wieloboku przegubowego z węzłami poruszającymi się po nieruchomych liniach prostych.
- 4) Warunki, przy których jest możliwe i określone rozłożenie danej siły na sześć składowych o zadanych kierunkach.
- 5) Próba ogólnej teorii równowagi budowli.
- 6) Badania nad sztywnością prętów ściskanych.

Ostatnia praca stanowi treść rozprawy, którą bronił ś. p. Jasiński w 1894 r. w Instytucie Inżynierów dróg komunikacji. Pracę tę omówimy nieco obszerniej. By lepiej zrozumieć streszczenie tej pracy, należy przypomnieć dwa ważne twierdzenia z teorii sprężystości.

Twierdzenie 1. W ciele, którego powierzchnia znajduje się pod działaniem naprężeń zewnętrznych, nie przekraczających granicy sprężystości ciała, trzy przesunięcia u, v, w i ich dziewięć pochodnych $\frac{\partial (u, v, w)}{\partial (x, y, z)}$ będą nieskończenie małe, jeżeli

wszystkie wymiary ciała są skończone, lub nieskończenie małe tego samego rzędu. W ciałach o wymiarach różnego rzędu, przesunięcia i ich pochodne mogą być częściowo skończone, częściowo nieskończenie małe. (Jermakow dał pierwszy ścisłe dowodzenie tego twierdzenia w „Bulletin de l'Université de Kiev“).

Twierdzenie II. Dla ciał o wymiarach jednego rzędu, znajdujących się pod działaniem naprężeń na powierzchni ciała, postać równowagi jest jedna i zawsze stateczna (Bobylew³⁾). Dla ciał o wymiarach różnego rzędu, podlegających działaniu takichż naprężeń, może być wiele postaci równowagi. Jedne z nich mogą być stateczne, inne niestateczne. Z tego wynika, że pomiędzy naprężeniami zewnętrznymi, wymiarami ciała i własnościami fizycznymi (jego sprężystością) powinna istnieć pewna zależność, która będzie służyć za podstawę do klasyfikacji ciał według przytoczonych wyżej dwóch kategorii. Badaniom tym były poświęcone prace takich uczonych, jak Euler, Lagrange, Clebsch, Halphen, M. Levy, Grenhill i inni.

W najprostszym przypadku, zadanie sprowadza się do badania równania osi odkształconej. Je-

żeli oś pręta jest linią prostą i $I = \text{Const.}$, równania osi odkształconej będą:

$$\frac{EI y'''}{(1 + y'^2)^2} = M = EI \frac{d\varphi}{ds}.$$

Jeżeli M jest funkcją tylko x , to

$$\frac{EI y'}{\sqrt{1 + y'^2}} = \int f(x) dx + C,$$

$$y = \int \frac{\left(\frac{1}{EI} \int f(x) dx + C\right) dx}{\sqrt{1 - \left[\frac{1}{EI} \int f(x) dx + C\right]^2}} + C'. \quad (a)$$

Jeżeli $f(x)$ jest drugiego stopnia, to y wyraża się funkcją eliptyczną.

Zakładając, że niema sił poprzecznych, a działa tylko siła ściskająca wzdłuż osi pręta, i że y może być skończone przy wirtualnym odchyleniu wolnego końca pręta, otrzymamy równanie odkształconej w postaci:

$$\frac{d\varphi}{ds} = -\frac{P}{EI} y = -k^2 y,$$

$$\frac{d^2\varphi}{ds^2} = -k^2 \sin \varphi,$$

$$2 \frac{d^2\varphi}{ds^2} \cdot \frac{d\varphi}{ds} = -2k^2 \sin \varphi \frac{d\varphi}{ds},$$

skąd

$$\frac{d\varphi}{ds} = k \sqrt{2 \cos \varphi + \frac{C_1}{k^2}}.$$

Zakładamy początek współrzędnych w punkcie przyłożenia siły P . Przez φ_1 oznaczamy kąt pochylenia stycznej do osi odciętych w początku współrzędnych; mając na uwadze, że dla $\varphi = \varphi_1$ $\frac{d\varphi}{ds} = 0$, otrzymamy:

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{2(\cos \varphi - \cos \varphi_1)}} = k \cdot ds = \frac{d\varphi}{2\sqrt{\sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - \sin^2 \frac{\varphi}{2}}}.$$

Wprowadzimy nową zmienną niezależną ψ zamiast φ , związaną równaniem:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sin \frac{\varphi_1}{2} \cos \psi.$$

Mamy przeto:

$$d\varphi = -\frac{\sin \frac{\varphi_1}{2} \cdot \sin \psi d\psi}{\cos \varphi/2},$$

a wstawiając zamiast $\sin \varphi/2$ i $d\varphi$ ich nowoprzyjęte wartości do wzoru dla $k \cdot ds$, otrzymamy wyrażenie:

$$k \cdot l = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} \cos^2 \psi}}$$

w postaci całki eliptycznej.

³⁾ Hydrostatyka i Teoria Sprężystości. Petersburg 1886, str. 118.

Ponieważ przy ψ rzeczywistym zawsze powinno być

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin \frac{\varphi_1}{2} \cos^2 \psi}} > 1,$$

przeto

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin \frac{\varphi_1}{2} \cos^2 \psi}} > \frac{\pi}{2},$$

z czego wynika, że $kl > \frac{\pi}{2}$.

Lecz $k = \sqrt{\frac{P}{EI}}$,

a zatem

$$\frac{l^2 P}{EI} > \frac{\pi^2}{4}.$$

Pręt może być zgięty, gdy $P > \frac{\pi^2 EI}{4l^2}$. Jeżeli $P = \frac{\pi^2 EI}{4l^2}$, $\varphi_1 = 0$, — żadnego zgięcia niema, lub zgięcie wywołane wirtualnym odchyleniem wolnego końca pręta będzie nieskończenie małe.

Po otrzymaniu tego wyniku, Clebsch wypowiedział zdanie, że tylko szczęśliwemu przypadkowi należy przypisać, że z równania przybliżonego $E I y'' = -P y$ została otrzymana, ścisła granica dla P .

Jasiński nie zgadza się z taką opinią Clebsch'a i udowadnia, że w zadaniach tej kategorii (szuka jest zupełnie ściśle. M może być wogóle funkcją nie granicznej wartości P) równanie $E I y'' = M x$ i y . W rozpatrywanym przez Clebsch'a przypadku, równanie odkształconej będzie:

$$\frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}} = -k^2 y; \quad -k^2 = \frac{y''}{y(1 + y'^2)^{3/2}}.$$

Jeżeli y i jego pochodne są zerami, to k dąży do k_{kr} ,

$$-k^2 = \frac{0}{0} = -k_{kr}^2.$$

Odpowiednie k_{kr} jest granicą, do której dąży k , gdy w prawej części równania y i jej pochodna dążą do zera.

Przy określaniu tej granicy, można — jak wiadomo — odrzucić, w prawej części powyższego równania, y'^2 , a zatem całkować równanie $y'' = -k^2 y$. Myśl genialnie prosta.

Z równości

$$P = \frac{\pi^2 EI}{4l^2} \quad \text{wynika, że}$$

$$\frac{P}{\omega} = R \text{ (naprężenie)} = E \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{r}{l_{kr}} \right)^2,$$

gdzie

r — promień bezwładności przekroju poprzecznego, R — granica sprężystości ciała.

Długość krytyczna pręta o danym promieniu bezwładności

$$l_{kr} = r \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E}{R}} = r \cdot S.$$

Przy $r = \text{const} = a$ (zadane), $R_{max} =$ granicy sprężystości i $l < l_{kr}$, otrzymamy ciało pierwszej kategorii, którego równowaga będzie zawsze stateczną,

Przy $r = \text{const} = a$, $R_{max} =$ granicy sprężystości i $l > l_{kr}$, postaci równowagi może być więcej niż jedna, i ciało będzie należeć do drugiej kategorii.

Graniczną długość można otrzymać i innym sposobem. Jeżeli w poprzednim zadaniu założymy, że siła P , działająca na wolny koniec pręta zamocowanego w drugim końcu, jest prostopadła do osi pręta, to przy dowolnym x i przy założeniu

$$\text{we wzorze (a), że } 1 - \left[\frac{1}{EI} \int_0^x f(x) dx \right]^2 > 0,$$

mamy:

$$f(x) = P(l-x); \quad y = y' = 0 \text{ dla } x = 0.$$

$$P < \frac{2EI}{l^2}.$$

Zakładając, że siła wewnętrzna P działa tak, że $\frac{P}{\omega} = \text{const} = 0,8 R$, otrzymamy:

$$0,8 \omega \cdot R < \frac{2EI}{l^2}; \quad l < 1,58 r \sqrt{\frac{E}{R}}, \text{ zamiast}$$

$$l \leq \frac{\pi}{2} \cdot r \cdot \sqrt{\frac{E}{R}}.$$

Jeżeli $I = \frac{bh^3}{12}; \omega = bh; r = \frac{h}{2\sqrt{3}}; E = 2100000 \text{ kg/cm}^2,$

$$R = 2000 \text{ kg/cm}^2; \quad \sqrt{\frac{E}{R}} = 32; \quad \frac{h}{l} > \frac{1}{16}.$$

Twierdzenie Jasińskiego: We wszystkich przypadkach, gdy wartość graniczna siły P , ściskającej pręt, przybiera postać nieokreśloną $\frac{0}{0}$, co ma miejsce w założeniu, że y i jej pochodne są równe zeru, można się posługiwać nieściśle równaniem odkształconej

$$E I y'' = M$$

bez ujęcia dla ścisłości.

Nie można jednak posługiwać się tem równaniem w przypadku jednoczesnego działania sił podłużnych i poprzecznych. Otrzymane wyniki będą mało wartościowe. Cała tajemnica zjawiska pozostaje ukrytą w równaniu

$$\frac{EI}{\rho} = f(x) + \psi(y).$$

Badania poza obrębem poczynionych zastrzeżeń (twierdzenie I i II) wymagają indywidualnego traktowania każdego przypadku.

Badania poza granicami sprężystości wychodzą poza granicę teorii sprężystości i wkraczają w dziedzinę fizyki eksperymentalnej.

Chociaż szeregami normalnych funkcji (czyli niących zadość warunkom granicznym) posługiwał się już Poisson, lecz dopiero Ritz (1909) w 10 lat po śmierci Jasińskiego dał metodę, która ułatwiła korzystanie z kryterjum Dirichlet'a dla określenia statecznych postaci równowagi.

Jasiński rozwiązał cały szereg zagadnień o doniosłym znaczeniu dla praktyki.

Przytoczymy niektóre z nich.

- a) Zadanie o granicznej długości pręta, który wyboczy się pod działaniem ciężaru własnego;
- b) Szereg zadań analogicznych przy różnych warunkach zamocowania i pod działaniem naprężeń w postaci funkcji ciągłych;
- c) Zadanie o pręcie prostym, ściskanym w środowisku sprężystym o danej sztywności i pod działaniem naprężeń, które od końców ku środkowi zmniejszają się linjowo. Zadanie to w mechanice budowli nosi nazwę zadania Jasińskiego.

Wszystkie te zadania sprowadzają się do równań różniczkowych linjowych ze współczynnikami zmiennymi, które, spełniając warunki Fuchsa, całkują się zapomocą szeregów.

Wszystkie te równania mogą być sprowadzone do równania Bessel'a.

Jasne i precyzyjnie ujęte w formy matematyczne myśli Jasińskiego posłużyły bodźcem do nowych badań w tej dziedzinie⁴⁾.

Tom II. Statyka budowli. Jest to kurs napisany dla studentów Instytutu Inżynierów Cywilnych, w którym nauka ta wykładana była w zakresie znacznie mniejszym, niż w Instytucie Inżynierów Dróg Komunikacji.

Na 190 stronach Jasiński streszcza całą statykę. Trzeba mieć talent Jasińskiego, aby w tak krótkiej formie ująć treściwie taki obszar wiedzy.

Kurs ten cieszył się ogromnym powodzeniem i studenci wszystkich uczelni, w których wykładana była statyka budowli, niezależnie od tego, w jakim zakresie była ona wykładana, uczyli się z podręcznika Jasińskiego.

W podręczniku tym Jasiński podaje przykłady obliczeń konstrukcyj współczesnych, czasem zupełnie nowych i oryginalnych, jak np. dźwigara dachowego hali targowej w Moskwie.

Wyczerpująco podaje teorię sklepień cylindrycznych metodą przybliżoną i ścisłą (w sensie mechaniki budowlanej), metody przybliżone obliczenia kopuł i sklepień dla użytku architektów.

Wszystko to ujęte w formę jasną, zwięzłą i dostępną nawet dla mało zdolnych słuchaczy.

Tom III. Kurs teorii sprężystości. 207 str. Podręcznik ten, napisany dla słuchaczy IV-go kursu Instytutu Inżynierów Dróg Komunikacji, wydany był częściowo z notatek litografowanych, częściowo z rękopisów ś. p. Jasińskiego. Doprowadzony on był do przypadku skręcania w zadaniu St. Venant'a. Teorię skręcania dopisał prof. Uniwersytetu Petersburskiego Bobylew. Autor wzo-

rował się na znanym kursie Clebsch'a z uwagami St. Venant'a. Kurs Clebscha jest również krótki i tylko uwagi genialnego gaduły St. Venant'a zwiększyły go o kilkaset stron. Rozdział o siłach sprężystości napisany był z uwzględnieniem myśli H. Poincaré'go w swoim oświeceniu autora. Wszystko, co wyszło z pod pióra tego znakomitego Polaka, jest gruntownie przemyślane i świetnie wyłożone, a zatem i kurs teorii sprężystości posiada duże walory.

Prawie cała zawartość tych trzech tomów stanowi dorobek dziesięciu ostatnich lat Jego życia.

Z prac budowlanych, wykonanych przez Jasińskiego, najwięcej przypada na czas pobytu jego w Wilnie. Tutaj, oprócz mostu na rz. Wilji, buduje wodociągową wieżę ciśnienia dla kolei, szkołę techniczną i, jako inżynier miejski, opracowuje projekty rzeźni dla miasta. Ostatnie dwa projekty opracowuje z wielką starannością i według wszelkich wymagań ówczesnej techniki, w szczególności zaś projekt rzeźni. Do opracowania tego projektu zabrał się z całą starannością i po przestudjowaniu wszelkich materiałów, dotyczących rzeźni, jakie w owe czasy były dostępne. To też projekt okazał się opracowany tak, że wszelkie wymagania, jakie stawiano w owe czasy tego rodzaju budowiom, były w nim uwzględnione.

Konstrukcje żelazne, zaprojektowane przez tego utalentowanego inżyniera, jak pokrycia stropowe warsztatów fabryki Aleksandrowskiej kolei Mikołajewskiej, oraz hale stacyjne na stacji Gacznyna wykazują, że Jasiński nie tylko był utalentowanym teoretykiem w zakresie matematyki stosowanej, lecz jednocześnie wybitnym konstruktorem. Konstrukcje przez niego projektowane odznaczają się doskonałym zrozumieniem całości kształtu danej budowli, tak że czynią odrazu wrażenie dostatecznej mocy i zabezpieczonej stałości.

Jeżeli od konstruktora wymagano, aby konstrukcja była nie tylko mocna, nie tylko odpowiadająca wymaganiom stawianym przez statykę i wytrzymałość materiałów, lecz żeby jednocześnie i zewnętrznie dawała wrażenie pewności i zadawała poczucie estetyczne, to budowle Jasińskiego w zupełności odpowiadały tym wymaganiom. Konstrukcje projektowane przez Jasińskiego były nie tylko celowe, lecz i eleganckie. Aby tak projektować, trzeba dobrze rozumieć całość organizmu konstrukcji, a niemniej dobrze przeznaczenie każdej poszczególnej części danego organizmu. W tem wszystkim dobrze się orjentował Jasiński.

I gdyby nie nieubłagana śmierć, która nader wczesnie przerwała prace tego genialnego uczonego inżyniera, mielibyśmy najprawdopodobniej wiele dzieł sztuki inżynierskiej, któreby nam zostawił Jasiński, jako wzory do naśladowania dla pokoleń późniejszych.

Jego niema, lecz pamięć o Nim żyć będzie tam, gdzie jest prawdziwa kultura. Exegit monumentum aere pereunius.

⁴⁾ Najwybitniejszym współczesnym badaczem w tej dziedzinie i w tym kierunku (nie energetycznym) jest prof. Dinik, który w swych pracach wykazał, że wielka ilość tych zagadnień sprowadza się do równania Bessel'a. Prace jego są zbliżone do prac Grenhill'a.

Stale krzemowe konstrukcyjne.^{*)}

Napisał Inż. M. Dubowicki.

I. Wpływ krzemu do zawartości 0,3%.

Już wspominałem, że bardzo często odtlenianie stali odbywa się zapomocą stopu żelazo-krzemu, który redukuje rozpuszczony w stali tlenek żelaza FeO , tworząc nierozpuszczalne połączenie chemiczne SiO_2 , i zabezpiecza stal od kruchości na gorąco. Oprócz tego pewna ilość krzemu przechodzi do kąpieli metalowej. Wpływa ona przede wszystkim na jakość otrzymanych zlewków, a dalej na własności mechaniczne danego materiału.

Na wpływ krzemu na żelazo i miękką stal zwrócili uwagę Roberts Austen, Tilden, Turner, Howe, Hadfield i inni i doszli do wniosku, że krzemu nie można zaliczać do szkodliwych pierwiastków w materiale żelaznym. Zwyczajna stal i żelazo zawierają od 0,1 do 0,3% Si, która to ilość jest bardzo pożądana. Stal zawierająca krzem nie posiada tylu pęcherzy gazowych, co stal bez krzemu, co potwierdziły różne badania prowadzone w tym kierunku¹⁴⁰⁾; krzem ma własność dodatnią tworzenia z pewnymi gazami, a zwłaszcza z azotem, trwałych połączeń chemicznych. Compstock¹⁴¹⁾ uważa, że ta stal jest dobrze odtleniona, która nie wydziela we wlewnicy podczas krzepnięcia gazów, a spizyjąją temu właśnie odpowiednie odtleniacze, jak krzem, tytan i glin. Prof. Piwowarski¹⁴²⁾ badał miękkie żelazo z krzemem i bez krzemu, odtleniane w piecu martenowskim zapomocą stopu żelazo-krzem, obserwując ilość wydzielających się gazów podczas odlewania i krzepnięcia stali. Z tych badań widać, że stal nie zawierająca krzemu ma po skrzepnięciu znacznie więcej gazów CO i H_2 , niż stal o pewnej zawartości krzemu. W związku z tem, twierdzi Piwowarski, że ta własność krzemu nie da się zastąpić przez żadne inne odtleniacze.

Drugą zaletą krzemu jest, że nie posiada skłonności do likwacji, a przez to wstrzymuje nieco likwację innych pierwiastków, wchodzących w skład stali, jak S, P i C. Jeżeli chodzi o porównanie ilościowe siły likwacji pierwiastków w zlewkach, to ceną wskazówkę daje szerokość zakresu temperatur krzepnięcia⁵¹⁾. I tak, najsilniejszą likwację wykazuje siarka, przy której zakres krzepnięcia jest najszerszy, najmniejszą — krzem. Likwacji krzemu w praktyce prawie nie można zauważyć, gdyż istnieje ona w bardzo małym stopniu, i to nie zawsze.

Krzem wpływa na rośnięcie ziarna; ze wzrostem zawartości krzemu w stali zwiększa się wielkość ziarn ferrytowych.

Zlewki zawierające krzem są więcej gęste i ściśle, o czem wspomina już Brinell^{105, 143)}.

Wprowadzenie krzemu do stali i żelaza ma, oprócz zalet, i pewne wady. Krzem, zwiększając gęstość stali, powoduje przez to większy skurcz

zlewka, zwłaszcza stali węglistej, a wraz z tem stal taka ma większą skłonność do tworzenia jamy usadowej. Wybitne zwiększenie jamy usadowej daje się zauważyć w stalach wysokokrzemowych. Jednakże jamę usadową udaje się częściowo zmniejszyć nawet w stali wysokokrzemowej przez odpowiednią technikę odlewania, mianowicie:

- 1) przez unikanie zbyt wysokiej temperatury odlewania stali;
- 2) przez zmniejszenie różnicy temperatury pomiędzy środkiem bloku a jego ścianami;
- 3) przez skrócenie czasu krzepnięcia przy równoczesnym utrzymaniu główki zlewka w stanie ciekłym, aby umożliwić dopływ ciekłego metalu do wnętrza.

Główną przyczynę niechęci do wprowadzania krzemu, jako domieszki do stali, stanowi gorsza spawalność i kujność stali zawierającej krzem; przy pewnej nawet zawartości krzemu stal traci wogóle spawalność i kujność. Według Jüptnera¹⁰⁸⁾, materiał wolny od węgla można spawać przy zawartości krzemu 7,4%, w miarę zaś wzrostu zawartości węgla w materiale pogarsza się spawalność i w końcu zanika. W nowszych czasach przeprowadzał P. Hahn¹⁴⁵⁾ badania nad wpływem krzemu na miękkie żelazo od zawartości 0,004 do 0,46% Si. Zauważył przytem, że już przy zawartości 0,3% Si spawalność się pogarsza, natomiast przy zawartości 0,4% Si materiał spawany ognio-wo przy badaniu próbki na zginanie w stanie zimnym pękał i łuszczył się.

Kruchość stali spawanej, zawierającej krzem, objaśnić można tem, że krzem — mając daleko większe powinowactwo do tlenu, niż żelazo — utlenia się nietylko na powierzchni materiału, lecz też do pewnej głębokości. Utworzony produkt utlenienia SiO_2 jest w temperaturze spawania całkowicie nierozpuszczalny i przez to materiał traci na spoistości. Polepszyć można spawalność stali krzemowej przez wprowadzenie do niej większej zawartości manganu. Np. przy spawaniu gazem wodnym stali o 0,06—0,12% C potrzeba na 0,25% Si około 0,65 do 1% Mn, by unieszkodliwić działanie krzemu przy spawaniu¹⁴⁶⁾.

Na kujność stali małe zawartości (do 0,3%) krzemu nie mają znacznego wpływu. Wyrazny wpływ występuje przy większej zawartości węgla i krzemu; poglądy są tutaj podzielone. Hadfield¹⁴⁷⁾ podaje, że stal krzemowa (o zawartości 0,2% C) jest kujna do zawartości 5% krzemu; przy większej zawartości krzemu, wydziela się węgiel w postaci grafitu. Natomiast Jüptner i W. E. Ruder¹⁴⁸⁾ podają nieco wyższą, bo przy 7% Si występującą, granicę kujności stali. Badając stopy żelazo-krzem,

¹⁴²⁾ St. u. E. 1920, str. 773/81.

¹⁴³⁾ St. u. E. 1917, str. 290.

¹⁴⁴⁾ Guillet. Alliages mét., str. 357.

¹⁴⁵⁾ St. und E. 1925, str. 7/11.

¹⁴⁶⁾ St. und E. 1919, str. 203/5.

¹⁴⁷⁾ J. Iron and Steel Inst. 1889, Nr. 2, str. 283 i 242.

¹⁴⁸⁾ St. und E. 1926, str. 195/7 i Am. Iron and Steel Inst. 1925.

^{*)} Praca ta stanowi ciąg dalszy artykułu pod tytułem „Rola krzemu w układzie Fe—C”, zakończonego w zesz. 23 naszego pisma z r. b., str. 572.

¹⁴⁰⁾ Zentralblatt Hütten-Werke. 1927, str. 517/20.

¹⁴¹⁾ St. und E. 1917 i The Iron Trade Review 1916, str. 914/6.

wytopione w próżni, znalazł T. D. Yensen¹⁴⁹⁾ granicę kujności przy zawartości 7 do 8% krzemu. Jednak w praktyce nie kuje się stal o zawartości ponad 4,5 do 5% krzemu. Warunki kucia stali krzemowej stosują się również do jej walcowania; walcowanie stali krzemowej odbywa się znacznie trudniej niż zwyczajnej węglistej i dlatego wymaga nieco mocniejszych maszyn.

Mimo pewnych wad, spowodowanych zawartością krzemu w stali i w żelazie, prawie nie otrzymuje się obecnie takiej stali węglistej, któraby nie zawierała całkowicie krzemu. Nawet w takich wypadkach, jak w materiale na rury bez szwu, gdzie do niedawna nie stosowano materiału z krzemem z powodu gorszej spawalności, nowsze badania wykazały, że należy używać materiału o zawartości krzemu do 0,3% Si, gdyż zmniejsza się przez to ilość pęcherzy. Żelazo z domieszką krzemu nie znalazło dotychczas zastosowania w budowie kotłów parowych, gdyż posiada mniejszą spawalność i ciągliwość, większą kruchość i jest więcej czułe na działanie wyższych temperatur. Według Profesora I. Feszczenko-Czopińskiego¹⁵²⁾, używa się na blachy kotłowe stali węglistej, w której zawartość krzemu nie przekracza 0,25% Si; większej zawartości unika się, gdyż — oprócz pogorszenia kujności i spawalności — materiał jest więcej wrażliwy na zmienne oddziaływanie wysokich temperatur.

W ostatnich czasach nastąpił w tym kierunku postęp i zaczęto stosować blachy o zawartości krzemu 0,2 do 0,3%, węgla niżej 0,35% i manganu od 0,6 do 0,3% do budowy kotłów w parowozach wysokoprężnych, z powodu większej wytrzymałości i granicy płynności¹⁵³⁾.

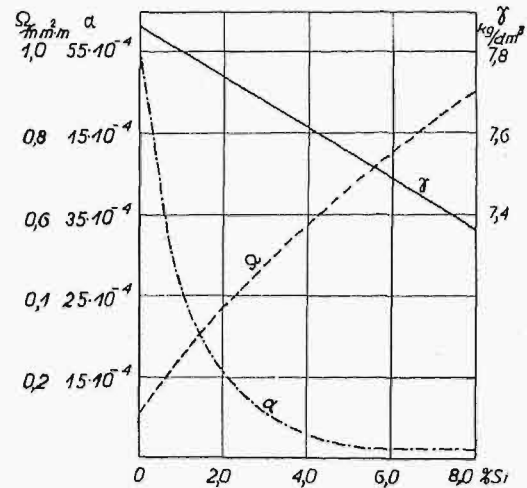
Nawet małe ilości krzemu wywierają pewien wpływ na własności mechaniczne stali. Dla zobrazowania powyższego, przytoczę własności mechaniczne materiału na rury bez szwu¹⁵⁰⁾ z krzemem i bez krzemu (tab. 9).

TABELA 9.

Rodzaj materiału	Skład chemiczny			Własności mechaniczne	
	C %	Mn %	Si %	Wytrzymał. kg/mm ²	Wydłużenie %
Stal krzemowa	0,10	0,47	0,24	39,5	27,0
	0,15	0,51	0,25	45,1	24,0
Stal bez krzemu	0,10	0,47	—	34,5	27,1
	0,16	0,47	—	41,1	23,7

Już z przytoczonych wyżej wartości widać, że mała zawartość krzemu (do 0,24%, względnie 0,25%) wpływa na podniesienie wytrzymałości, przyczem zmniejszenie ciągliwości jest bardzo nieznaczne. Według An. Williamsa¹⁵⁴⁾, domieszka krzemu w ilości 0,01% Si podwyższa prawie jedno-

stajnie wytrzymałość czystego żelaza o 0,08 kg/mm². Krzem podnosi nie tylko wytrzymałość stali, ale w większym jeszcze stopniu granicę sprężystości oraz granicę płynności, która jest bardzo ważną ze względu na większą odporność na poślizgi zewnętrzne i ścieranie się. Krzem w stosowanych zwykle granicach (do 0,3% Si) w żelazie i stali nie wpływa na udarność i na wydłużenie materiału. Dlatego domieszka krzemu jest bardzo cenna, np. w materiale na szyny kolejowe^{155), 156)}. To też



Rys. 9.

Wpływ domieszki krzemu na gęstość (γ), oporność elektr. (α) i spójność zmiany oporności w zależności od t-ry (α).

w Niemczech zaleca się stosować krzem do zawartości 0,65%. Zwykle używane szyny kolejowe we Francji, Belgji, Polsce i w innych krajach nie zawierają ponad 0,3% Si. Przy zawartościach krzemu przekraczających 0,3% Si, powinna stal posiadać coraz mniejszą zawartość węgla, ponieważ większe zawartości krzemu powodują wydzielanie się węgla w postaci grafitu, co znów pogarsza własności mechaniczne szyn. Już obecnie w Ameryce wprowadzone są szyny kolejowe ze stali krzemowej, t. zw. „silicon steel”, które zawierają 0,67 do 1,10% Si i od 0,14 do 0,10% C, i to tem mniej węgla, im większa jest zawartość krzemu. Szyny te wykazały, prócz wyższych własności mechanicznych, daleko większą odporność na korozję, niż zwyczajne szyny kolejowe ze stali węglistych¹⁵⁷⁾.

Korzystny wpływ krzemu zauważono i w odlewach stalowych²¹¹⁾. Odlew stalowy zawierający krzem ma większą gęstość, a oprócz tego ma wyższą granicę płynności i wydłużenie w porównaniu ze zwykłą stalą węglistą o równej wytrzymałości na rozciąganie. Większa zawartość krzemu w odlewach nie jest pożądaną, a nawet szkodliwą, gdyż powoduje tworzenie gruboziarnistej struktury ferrytowej i prowadzi do zmniejszenia własności wytrzymałościowych, zwłaszcza na obciążenia dynamiczne. Przy wysokim przegrzaniu, może się zredukować krzem z materiału formy oraz z żużla i przejść do stali. W takich wypadkach zawartość krzemu dochodzi do 0,8%. Kapiel jest wtedy bardzo burzliwa, nie daje się uspokoić i wskutek

¹⁴⁹⁾ St. und E. 1917, str. 113/4 i Iron Age 1910, str. 437.

¹⁵⁰⁾ St. und E. 1925, str. 1958/61.

¹⁵¹⁾ St. und E. 1918, str. 233/7.

¹⁵²⁾ J. Feszczenko-Czopiński. Blachy kotłów parowych. Odbitka z Techn. Ciepłej, rok 1927.

¹⁵³⁾ St. u. E. 1928, str. 379, oraz Am. Ir. and Steel Inst. 192.

¹⁵⁴⁾ St. u. E. 1919, str. 818, i Engg. 1918, str. 315/6.

¹⁵⁵⁾ Iron Age 1914, str. 790.

¹⁵⁶⁾ Iron Age 1926, str. 336/8.

¹⁵⁷⁾ St. u. E. 1923, str. 161.

tego można nawet otrzymać złe odlewy. Wyżarzanie odlewów stalowych, zawierających krzem, w celu ujednorodnienia roztworu stałego, musi się odbywać w wyższej temperaturze, niż materiału niezawierającego krzemu.

II. Stale krzemowe i ich własności fizyczne.

Stale krzemowe są właściwie stopami potrójnymi, gdyż w ich skład wchodzi żelazo, krzem i węgiel. Do stali krzemowych zaliczam te, które zawierają w swoim składzie chemicznym ponad 0,3% Si; niektórzy liczą dopiero od zawartości 0,5% krzemu. Górną granicą zawartości krzemu w stalach krzemowych jest 5%, gdyż nie spotyka się stali krzemowych o większej od powyższej zawartości; ma to swoje uzasadnienie, gdyż w obecności ponad 5% Si można zatrzymać w roztworze żelaza tylko 0,08% węgla, w razie zaś większej zawartości węgla wydziela się on w postaci grafitu, co znowu powoduje znaczne pogorszenie własności mechanicznych.

Materiałami wyjściowymi do otrzymania stali krzemowych są stopy krzemowe. Badania wykazały, że na własności mechaniczne stali krzemowej zasadniczo nie wpływa, w jakim piecu wytapiana jest ta stal. Dlatego stale krzemowe można otrzymać nie tylko w piecu elektrycznym, lecz również w zwyczajnym piecu Siemens-Martina, a nawet w gruszcze (konwertorze) Thomasa. Najważniejsze czynniki, które wpływają na własności stali krzemowej (jak również wszystkich stali konstrukcyjnych), można streścić w sposób następujący: skład chemiczny, sposób wytapiania i odlewania stali, rodzaj i otoczenie wlewnic, obróbka termiczna,

struktura i wreszcie temperatura, przy której ma pracować część konstrukcyjna, wykonana z tej stali.

Ażeby osiągnąć jak najwyższe własności mechaniczne, musi stalownia pracować z odpowiednio czystym wsadem; stal krzemowa powinna posiadać jak najmniejszą zawartość siarki i fosforu^{*)}.

Wpływ wyższej zawartości Si na własności mech. stali występuje daleko wyraźniej, niż w żelazie i stali o zwyczajnej zawartości — do 0,3% krzemu. Charakterystyczny wpływ krzemu wyraża się wzrostem granicy płynności, wytrzymałości i twardości (mierzonej w stopniach Brinella), podczas gdy przewężenie i wydłużenie pozostają bez zmiany do zawartości, według jednych, 1,75% Si, według drugich — 2% Si. Powyżej zaś tej granicy obie te własności zaczynają spadać. Z tego wpływu krzemu na stal węglistą zrobiono dawniej użytek przy wyrobie twardej stali na sprężyny i resory, w czasie wojny zaś używano również, z powodu braku niklu i chromu, stali krzemowej na tarcze ochronne. Szerokie zastosowanie znalazła też stal krzemowa o niskiej zawartości węgla (0,1% C) w budowie prądnic i przetwornic elektrycznych. Te stale krzemowe różnią się od innych swymi szczególnymi własnościami, które trudno zastąpić innymi stalami. Dopiero w ostatnich trzech latach znalazła stal krzemowa o odpowiedniej zawartości krzemu (ok. 1% Si) i węgla (ok. 0,1% C) zastosowanie jako konstrukcyjna i stosuje się ją w konstrukcjach różnych budowli zamiast innych droższych stali stopowych, np. niklowych, chromowych, a nawet chromowo-niklowych. Obecne zastosowanie stali krzemowych wskazuje tabela 10.

Z powyższego widać, że stale krzemowe mają już dosyć szerokie zastosowanie w technice.

T A B E L A 10.

Nr.	Rodzaj wyrobów	Skład chemiczny			Źródło
		C %	Si %	Mn %	
1	Materiał na automaty	0,10—0,15	0,30—0,5	0,40	G. Mars. Die Spezialstähle
2	Matryce, wykroje	0,4—0,45	0,4—0,5	0,6—1,00	" " "
3	Sprężyny	0,5—0,6	0,6—0,7	0,8—1,00	" " "
4	"	0,45—0,55	1,0—0,5	0,4—0,50	" " "
5	"	0,30	2,5	—	" " "
6	Dłuta	0,3—0,4	2,0	—	" " "
7	Blachy na przetwornice	~ 0,10	1—2,0	~ 0,10	" " "
8	Blachy na prądnice	~ 0,10	2—4,0	~ 0,10	" " "
9	Stal na pilniki i tarniki	0,4—0,5	0,5	0,7—0	Werkstoff - Handbuch
10	Stal sprężynowa do samochodów	0,4—0,55	1,8—2,10	0,60—0,80	St. & E. 1924 (1151)
11	Kowadła	0,4—0,45	0,5—0,6	0,9—1	Schöfer. Konstruktionstähle und ihre Wärmebehandlung
12	Membrany telefoniczne	—	3,0—4,0	—	Gudcow, Stal, str. 57
13	Szyny niemieckie	0,3—0,6	0,6—0,3	1,5—1,0	Werkstoff - Handbuch

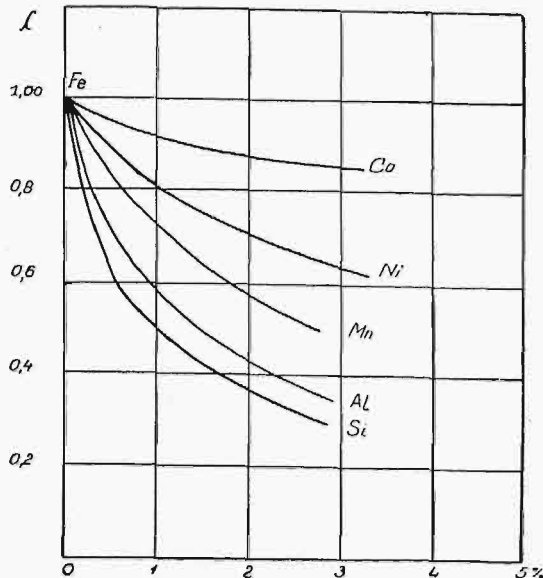
^{*)} Dlatego trzeba pracować z wielkim zużyciem wapna. Ponieważ wysoka zawartość krzemu w kąpiel metalowej czyni stal gęstą, przeto wymaga się wysokiej temperatury w czasie topienia, a wskutek tego jest większe zużycie węgla na 1 t stali krzemowej, niż przy wytapianiu stali węglistej. Również piec, trzon, rynnny piecowe, kadzie, leje

i cegły kanałowe powinny być wykonane z dobrego materiału ogniotrwałego, by nie ulegały wyżarzaniu przez płynną stal i by uniknąć różnych wad w skrzepniętych zlewkach. Wysoka zawartość krzemu i lepsza jakość materiału oraz większy rozchód węgla wpływają na podrożenie stali krzemowej w stosunku do stali węglistej.

Na podstawie zastosowania stali krzemowych, można je podzielić na trzy grupy:

- I) stal sprężynowa,
- II) stal na prądnice i przetwornice,
- III) stal konstrukcyjna.

G. Mars¹⁰⁾ uważa, że wszystkie rodzaje żelaza, podlegające prasowaniu lub też toczeniu, powinny zawierać pewną ilość krzemu, przyczem wpływ jego daje się zauważyć już przy zawarto-



Rys. 10.

Wpływ różnych zawartości Co, Ni, Mn, Al i Si na przewodność cieplną (λ) stali.

ści 0,4% krzemu. Oprócz tego, krzem odgrywa ważną rolę w innych stalach, jak np. w nierdzewiejących. Spotyka się krzem również w składzie chemicznym stali narzędziowej.

Przeróbka stali krzemowej zachodzi przeważnie przez walcowanie w temperaturach 1100—750° C. Stale krzemowe do zawartości 3,5% krzemu można walcować na zimno; stali o większej zawartości krzemu walcować na zimno nie można, gdyż są bardzo kruche, z powodu struktury gruboziarnistej, natomiast bardzo dobrze walcują się one przy temperaturze podwyższonej od 50 do 300°, w których to granicach temperatur wzrasta wytrzymałość na zginanie i zdolność wytlaczania. Stale krzemowe, przeznaczone bądź na przetwornice lub prądnice, bądź na konstrukcje budowlane, są używane w stanie walcowanym, jako blachy lub jako żelazo profilowe, prętowe. Struktura tej stali składa się z ferrytu i perlitu, gdyż krzem jest

rozpuszczony w żelazie. Przy zawartości 2% Si w stali, ferryt jest gruboziarnisty, co również można zauważyć gołym okiem na złomie odlewanych zlewków. Stale krzemowe mogą podlegać również kuciu i wyciąganiu na drut¹⁰⁰⁾. Stale krzemowe sprężynowe, do 2% Si, poddaje się obróbce termicznej; hartowanie przemienia perlit w martenzyt, podobnie jak w zwykłych stalach węglistych. Robiono próby ulepszania stali krzemowej o dużej zawartości węgla. Tabela 11 podaje własności mechaniczne dwu wytopów stali krzemowej o różnym składzie chemicznym, otrzymanych w piecu elektrycznym. Badania przeprowadził E. Kothny¹⁰¹⁾.

Ponieważ stal krzemowa ulepszona mało co różni się od tejże w stanie wyżarzonym, przeto nie znalazła praktycznego zastosowania. Jest to rzeczą zrozumiałą, ponieważ zawartość krzemu szybko niszczy przemianę alotropową (p. wykres Fe—Si), a z tego powodu zanika przemiana $\alpha \rightleftharpoons \gamma$, a tem samem znika jedna z najważniejszych podstaw ulepszenia termicznego.

Wyjaśnienie zagadnienia własności różnych gatunków stali krzemowych i ich zastosowania w różnych wypadkach powinno interesować każdego technika, tembardziej, że można się spodziewać, iż krzem odegra w stalach konstrukcyjnych wielką rolę w przyszłości, zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

Własności fizyczne nietylko stali krzemowych, lecz każdej innej stali są bardzo cennymi dla każdego technika, gdyż od nich zależy nieraz zastosowanie stali w praktyce.

Ciężar właściwy i objętość właściwa

Już Hadfield¹⁴⁷⁾ zauważył, że krzem wpływa na zmniejszenie ciężaru właściwego stali. Najnowsze badania, przeprowadzone przez prof. E. Gumlicha⁵⁰⁾, przedstawia krzywa na rys. 9; na osi odciętych oznaczono zawartość %-wą krzemu, a osi rzędnych — gęstość; w miarę wzrostu zawartości krzemu w żelazie, gęstość maleje. W przybliżeniu można obliczyć ciężar właściwy stali krzemowej według wzoru, podanego przez Gumlicha w Werkstoff-Handbuch:

$$s = 7,784 - 0,0622 p,$$

gdzie p oznacza zawartość krzemu w % ciężarowych, s — ciężar właściwy stali krzemowej, liczba 7,874 — ciężar właściwy czystego żelaza.

¹⁵⁸⁾ St. u. E. 1928, str. 1517.

¹⁵⁹⁾ Przegl. Techn. 1927, str. 245.

¹⁶⁰⁾ St. u. E. 1925, str. 1715 i Comptes rendus 1925, str. 934.

¹⁶¹⁾ St. u. E. 1912, str. 1500/2.

T A B E L A 11.

Wytop	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Temperatura hartowania w wodzie i odpuszczania	Granica płynności kg/mm ²	Wytrzymałość kg/mm ²	Wydłużenie %	Przewężenie %	Udarność kgm/cm ²
M	0,44	0,30	1,77	0,02	0,04	850/680	54	80	17,6	51,0	12,06
M	"	"	"	"	"	850/600	63	90	16,0	45,0	10,06
N	0,35	0,25	1,50	0,03	0,03	850/680	53	76	17,0	55,0	14,00
N	"	"	"	"	"	850/600	66	90	15,0	45,0	11,16

Wspomnieć również należy o badaniach innych badaczy nad wpływem krzemu na ciężar właściwy stali, mianowicie Turner'a¹⁰⁸⁾, Juptner'a¹⁰⁸⁾, Paglianti'ego¹⁰²⁾ i Simmersbacha¹⁰³⁾.

Oberhoffer⁵¹⁾ podaje za Paglianti'm krzywą ciężaru właściwego, bardzo podobną do krzywej Gumlicha, przyczem ciężar właściwy zmniejsza się o 0,058 za każdy 1% krzemu.

Simmersbach twierdzi, że krzem do zawartości 5,5% zwiększa objętość właściwą żelaza o 0,0011 cm³ na każdy 1% krzemu.

Przewodność cieplna i linjowy współczynnik rozszerzalności cieplnej stali krzemowej.

Przewodnictwo cieplne stali krzemowej spada za wzrostem zawartości krzemu. Badania przeprowadzone przez C. Benedicksa, H. Barkstroma i P. Sederholm'a potwierdzają to, co przedstawia rys. 10. Jak widać zeń, przewodność cieplna pogarsza się przez wprowadzenie różnych domieszek do chemicznie czystego żelaza, przyczem dodatek krzemu wpływa najwięcej na obniżenie przewodności w porównaniu z innymi pierwiastkami, jak glin, mangan, nikiel i kobalt.

Werkstoff-Handbuch podaje następujące wartości przewodności cieplnej stali krzemowej w temperaturach pokojowych (tab. 12).

T A B E L A 12.

Rodzaj stali	Przewodność cieplna przy 0° $\lambda \frac{\text{Kal}}{\text{cm. sek. } ^\circ\text{C}}$
Czyste żelazo	0,13
Żelazo o 0,5% Si	0,11
" " 1,5% Si	0,077

Wydłużenie stali krzemowej badali Charpy i Cornu-Thénard⁵⁶⁾, przyczem w temperaturze między 0° a 700° nie zauważyli znacznego wpływu krzemu aż do zawartości 3,91% Si.

Wartości liczbowe linjowego współczynnika rozszerzalności stali krzemowej o małej zawartości Cr, Ni i V oraz stali węglistych bardzo mało się różnią między sobą, co widać z poniższej tabeli 13 (Werkstoff-Handbuch).

T A B E L A 13.

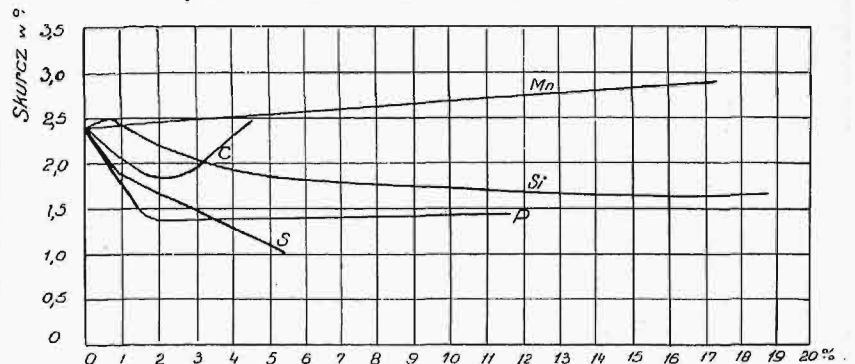
Materiał	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	V %	Temp. °C	$\beta \times 10^{-6}$	Obserwator
Stal krzemowa	0,09	3,70	0,19	—	—	0,05	0,18	0,05	25 — 100	11,1	W. Sonder i Hidenert
									25 — 300	12,6	
									25 — 600	14,0	
Stal węglista	0,06	0,05	0,13	—	—	—	—	—	0 — 100	11,0	Le Chatelier
Stal węglista	0,41	0,086	0,64	0,052	0,061	—	—	—	25 — 100	11,1	W. Sonder i P. Hidenert
									25 — 300	12,7	
									25 — 600	14,3	

Wpływ krzemu na skurcz żelaza.

Tabela 14 podaje wartość skurczu żelaza, a rys. 11 obrazuje go wykreślnie, w zależności od zawartości krzemu¹⁰⁰⁾. Mały dodatek krzemu podwyższa skurcz miękkiego żelaza; większy dodatek znacznie zmniejsza skurcz rzeczywisty; skurcz spada z 2,39% do 1,70% przy zawartości 18,24% krzemu.

T A B E L A 14.
Skurcz żelaza w zależności od zawartości krzemu.

Nr	Si	Skurcz i %	Wydłużenie %	Ogólny skurcz %	Temp. odlewania °C	Temp. spustu °C
1	0,23	2,39	—	—	1385	—
2	0,77	2,48	0,02	2,50	1500	1650
3	1,22	2,42	0,04	2,46	1460	1610
4	2,09	2,31	—	2,31	1440	1610
5	2,99	2,17	0,03	2,20	1440	1590
6	3,73	2,06	0,07	2,13	1420	1650
7	4,82	2,00	0,06	2,06	—	1660
8	6,57	1,91	0,11	2,02	—	1625
9	6,60	1,88	0,14	2,02	1295	1640
10	10,47	1,70	0,23	1,93	1300	1635
11	10,67	1,68	0,12	1,80	1325	1610
12	12,03	1,66	0,31	1,97	1335	1700
13	18,24	1,70	0,38	2,08	1450	1669



Rys. 11.

Skurcz stali w zależności od zawartości różnych domieszek.

Wydłużenie na początku krystalizacji rośnie proporcjonalnie do zawartości krzemu. Ze wzro-

¹⁰³⁾ St. u. E. 1918, str. 17.

¹⁰⁴⁾ St. u. E. 1927, str. 103/4 i J. Iron and Steel Inst. 1926, Nr. 2, str. 86.

¹⁰⁵⁾ W. Guertler Metallographie. Die elektrische und thermische Leitfähigkeit 1925, str. 242.

¹⁰⁶⁾ St. u. E. 1923, str. 713/720.

stem dodatku krzemu zakres krzepnięcia staje się większy. Wydłużenie to można wyjaśnić przez dyfuzję krzemu w skrzepniętą początkowo skorupę, ubogą w krzem, a mianowicie: na początku krzepnięcia wydzielają się z roztworu kryształy mieszane ubogie w krzem; te ubogie w krzem kryształy mieszane tworzą zewnętrzną skorupę. Przy dalszym krzepnięciu zwiększa się zawartość krzemu w wydzielanych kryształach mieszanych. Różnica koncentracji wyrównywa się przez dyfuzję. Wynikiem tego jest powiększenie objętości. Różnica powiększenia objętości jest tem większa, im większa jest różnica koncentracji najpierw wydzielonych kryształów mieszanych w porównaniu z późniejszymi.

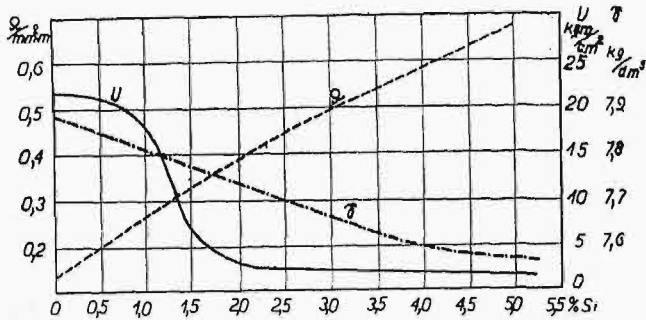
Własności elektryczne.

Wiadomo, że żelazo chemicznie czyste (elektrolityczne) posiada znacznie mniejszą oporność elektryczną, niż zwykle żelazo i stal. Domieszki różnych pierwiastków, jak C, Si, Mn, Ni, Cr, powiększają oporność elektryczną przewodnika żelaznego. Bardzo małe ilości domieszek, tworzących z żelazem roztwory stałe, szczególnie silnie obniżają jego przewodnictwo; własności elektryczne stali o małej zawartości krzemu badał Le Chatelier. Oporność elektryczna stali rośnie, według niego, przy zawartości 1% Si o 14 mikroomów, amerykańskie natomiast badania podają 11,4 mikrooma¹⁶⁷⁾. Le Chatelier¹⁴⁴⁾ objaśnia wzrost oporności elektrycznej stali krzemowych na podstawie układu Fe—Si, z którego wynika, że krzem w stalach o małej zawartości Si jest w stanie roztworu stałego. Według E. Gumlicha⁵⁰⁾, można właściwą (jednostkową) oporność elektryczną stopu Fe—Si do zawartości 4% Si w stali obliczyć w przybliżeniu na podstawie wzoru następującego:

$$W_i = 0,099 + 6,12 p,$$

gdzie W_i — oporność w omach $/m/mm^2$ przy 20°, liczba 0,099 — oporność czystego żelaza, p — % ciężarowy krzem.

Przedstawia to krzywa na rys. 9. Krzywa oporności elektrycznej jest nieco wygięta ku osi rzędnych. Podobną krzywą podaje Oberhoffer⁵¹⁾ na podstawie badań Paglianti'ego (rys. 12).



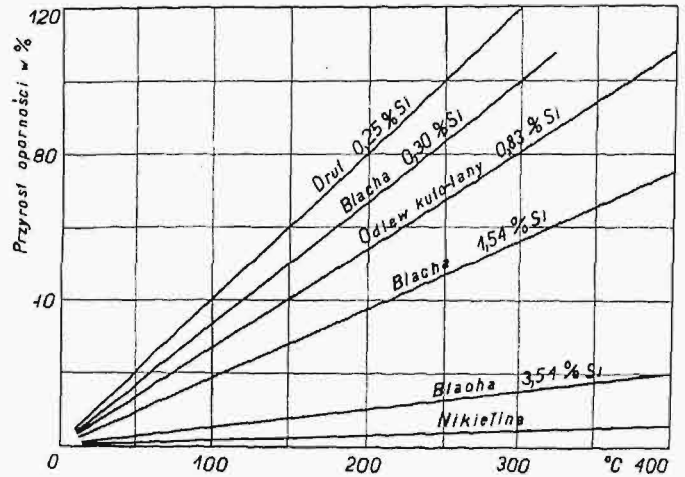
Rys. 12. Oporność (Ω), udarność (U) i ciężar wł. (γ) stali w zależności od zawartości krzemu.

Według „Werkstoff-Hendbuch“, wartości liczbowe oporności elektrycznej, przy 18° w $\Omega/m/mm^2$ wynoszą: czyste żelazo = 0,10, stal krzemowa o 0,1% C + 4% Si = 0,50.

Paglianti¹⁶²⁾ podaje dla żelaza miękkiego o zawartości 0,24% Si oporność właściwą = 0,1698 $\Omega/m/mm^2$, a dla żelaza miękkiego o za-

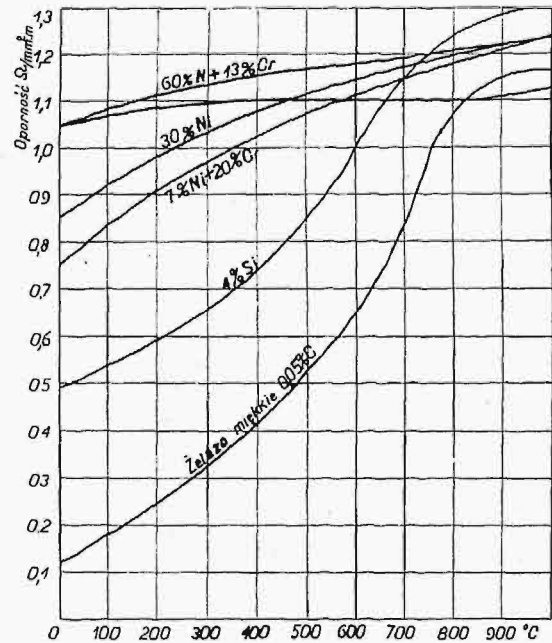
wartości 5,26% Si — 0,66 oma, przyrost oporności wł. żelaza na 1% Si wynosi 0,1 $\Omega/m/mm^2$.

Według T. D. Yensena¹⁶⁸⁾, oporność elektryczna stopów żelazo-krzemowych wytopionych w próżni podnosi się z 9,84 mikrooma dla czystego prawie żelaza o zawartości 0,001% krzemu do 66,2 mikrooma dla 4,92% krzemu.



Rys. 13. Przyrost oporności w zależności od temperatury różnych gatunków stali.

Wskutek zwiększenia oporności właściwej przez dodatek krzemu, osiągamy zmniejszenie straty wskutek prądów wirowych, które zapewniają tym stopom w technice prądów zmiennych wielką przewagę nad innymi¹⁶⁹⁾.



Rys. 14. Oporność różnych gatunków stali i stopów w zależności od temperatury.

Oporność przewodnika zmienia się z temperaturą; dla czystej stali węglistej oporność jest największa w tej temperaturze, w której węgiel

167) St. u. E. 1926, str. 185 i Am. Iron and Steel Inst. 1925.

168) St. u. E. 1916, str. 1256 i Proc. Am. Inst. Electr. Eng. 1915, str. 2455.

169) St. u. E. 1918, str. 469.

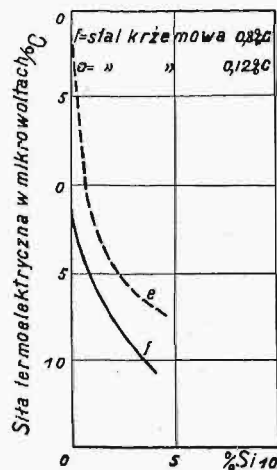
przechodzi w roztwór stały (ponad 700°C), a najmniejsza w tej temperaturze, w której węgiel jest wydzielony całkowicie (dlatego wyżarzanie blach przeznaczonych na prądnice i przetwornice odgrywa tak ważną rolę).

Gumlich⁵⁰⁾ podaje, że współczynnik oporności elektrycznej w zależności od temperatury spada przy zawartości 4% Si w stali do 0,08%, tak że taki materiał nadaje się do technicznych aparatów dodatkowych (Vorschaltungsstände).

Badania zmiany oporności stali w zależności od zawartości krzemu przeprowadzone przez Kolbena¹⁰⁾ potwierdzają dane Le Chatelier'a. Wzrost oporności w zależności od temperatury w różnych gatunkach stali krzemowej podaje rysunek 13, według Kolbena. Z rysunku tego widać, że największy przyrost oporności jest dla drutu żelaznego o zawartości 0,25% Si, mniejszy dla zwykłej blachy o 0,3% Si, jeszcze mniejszy dla odlewu kutołanego o 0,83% Si, a dla blachy o zawartości 3,51% Si mało co różni się od nikieliny. Ponieważ, jak to widać z rysunku, stale krzemowe wykazują w wyższych temperaturach bardzo równomierny przyrost oporności, przeto Kolben uważa, że stale krzemowe mają przyszłość, jako materiał zastępczy stopów takich, jak konstantan, nikielina, neusilber (których oporność jest od 0,40—0,48 oma i przyrost oporności — 3,5 do 4%).

Na rys. 14 przedstawiona jest zależność oporności różnych stali i stopów od temperatury¹⁷⁰⁾.

W niższych temperaturach, niż 700°, oporność stali krzemowej (4% Si) jest mniejsza niż stali niklowych (7% Ni, 30% Ni i 60% Ni), natomiast powyżej 700° dla stali krzemowej jest większa. Na oporność przewodnika wpływa jeszcze wielkość ziarna. Według poglądu Daves'a¹⁷¹⁾, niejednostajne i bardzo grube ziarna mogą obniżyć oporność przewodnika.



Rys. 15.

Siła termoelektryczna w zależności od dodatku krzemu. Na podstawie badań L. Dupny, Versailles i Albert de Portevin'a¹⁷²⁾, własności termoelektryczne stali krzemowych zbliżają się do stali niklowych i glinowych, dając postać krzywej, zbliżoną kształtem do litery U; z powiększeniem zawartości krzemu w stali, jej własności termoelektryczne bardzo pomalą podnoszą się. Tak zachowują się prawie wszystkie metale, znajdujące się w roztworze stałym w żelazie. Na rysunku 15 przedstawiono dwie krzywe dla stali krzemowej o różnej zawartości węgla: 0,12% C i 0,80% C.

(d. c. n.).

Wykres do wyznaczania grubości płyt żelbetowych.

Napisał A. Eichler, budowniczy.

Przy wyznaczaniu grubości płyty żelbetowej największą trudność mamy z określeniem początkowo niewiadomego jej ciężaru własnego, który jest zawsze dość znaczny, więc pominać go nie można. Zwykle obliczenie prowadzimy tak, że początkowo ciężar ten określamy „na oko”, poczem pozostaje nam do określenia moment M oraz grubość teoretyczna h . Jeżeli ta uzyskana grubość odpowiada przyjętej w założeniu — obliczenie jest skończone. Częściej jednak bywa, że pomiędzy założeniem a otrzymanym wynikiem zachodzi pewna różnica i obliczenie należy wykonać nanowo od początku.

Sposób ten jest więc niedogodny, to też nieraz już próbowano obmyślić uproszczenie tej manipulacji.

W Nr. 4 „Przeglądu Technicznego” z 1924 r. Prof. W. Paszkowski poruszył tę sprawę, podając 3 wykresy, podług których z danych: rozpiętości l , obciążenia p , mianownika wyrazu momentu μ , oraz

naprężeń σ_z i σ_b łatwo otrzymać stosunek $\frac{d}{l}$, gdzie

d = teoretycznej grubości płyty. Sposób ten ma tę jednak dużą niedogodność, że aby nim można było się posługiwać, trzeba mieć bardzo dużą ilość tych wykresów dla różnych wartości σ_z , σ_b i μ .

Poniżej podaję jeden wykres, który w zupeł-

ności wystarczy do określenia teoretycznej grubości płyty dla wszelkich σ_z , σ_b i μ .

$$\text{Jak wiadomo: } h_1 = a \sqrt{\frac{M}{b}} = a \sqrt{M_1},$$

gdzie a jest współczynnikiem zależnym od σ_z i σ_b , który otrzymujemy z gotowych tablic, M — momentem gnącym (pod działaniem obciążenia użytkowego oraz ciężaru własnego), a b — szerokością płyty.

Wartość M_1 możemy określić przez:

$$M_1 = \frac{(g + p)l^3}{\mu},$$

gdzie g jest niewiadomym ciężarem własnym płyty na jednostkę jej powierzchni,

p — obciążeniem użytkowem płyty na jednostkę jej powierzchni,

l — rozpiętością płyty,

μ — współczynnikiem zależnym od stopnia zamocowania płyty na podporach.

Stąd mamy:

$$h_1 = a \sqrt{M_1} = a \sqrt{\frac{l^3}{\mu}} \cdot \sqrt{24h_1 + p_1},$$

gdzie p_1 jest obciążeniem użytkowem zwiększonym o ciężar warstwy otulającej beton znajdującej się się pod uzbrojeniem płyty (który dla płyt cieńszych przyjąć można = 40 kg/m², dla grubszych — 50 kg/m²).

170) St. u. E. 1924, str. 645/59.

171) St. u. E. 1924, str. 1283.

172) St. u. E. 1915, str. 957, i J. Iron and Steel Inst. 1915, str. 837.

Wyraz $\alpha \sqrt{\frac{l^2}{\rho}}$ wyobraża wartość teoretycznej grubości płyty przy całkowitem obciążeniu = 1.

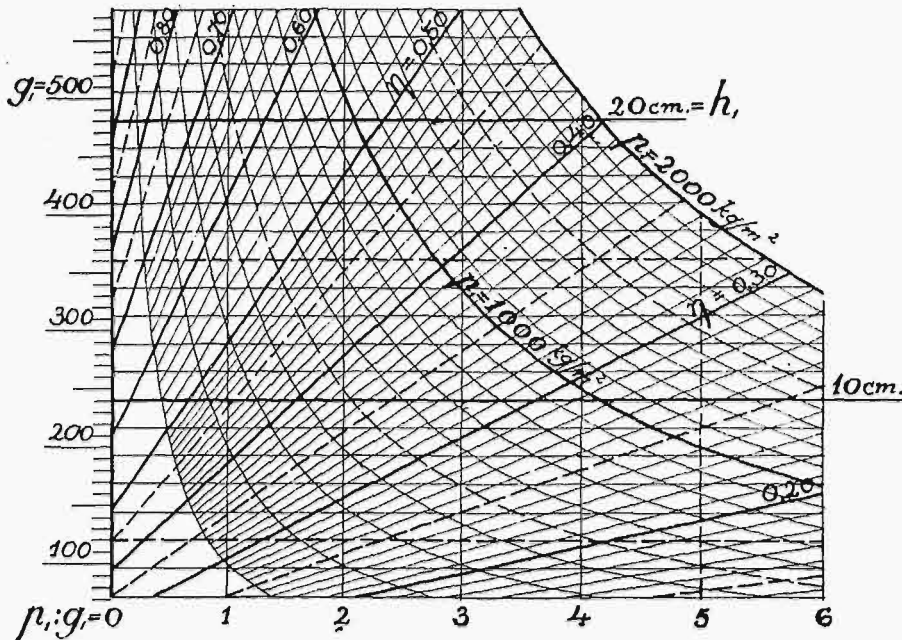
Oznaczając tę wartość przez η , otrzymamy:

$$h_1 = \eta \sqrt{24h_1 + p_1}$$

Przykład. $l=3,20 \text{ m}$; $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$; $\sigma_z=1200 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_b=40 \text{ kg/cm}^2$; $\mu=11$.

Stąd: $p = 1200 + 50 = 1250 \text{ kg/m}^2$, $\alpha = 0,411$,

$$\eta = 0,411 \sqrt{\frac{3,20^2}{11}} = 0,395.$$



Rys. 1.

albo:

$$h_1 = \eta \sqrt{g_1 + p_1}$$

Stąd otrzymujemy:

$$h_1^2 - 24\eta h_1 - p_1 \eta^2 = 0,$$

skąd:

$$h_1 = 12\eta^2 + \sqrt{144\eta^4 + p_1 \eta^2}$$

Wartość h_1 przy danych: p_1 i η określa się łatwo przy użyciu załączonego wykresu. Rzędne tego wykresu dają nam wartości h_1 (z prawej strony) oraz g_1 (z lewej), proste rozłożone w kształt promieni — wartość η , a szereg krzywych — wartości p_1 .

Odcięte dają nam wartość $\beta = \frac{p_1}{g_1}$.

Z wykresu otrzymujemy:

$$h_1 = 16 \text{ cm} \text{ i } g_1 = 384 \text{ kg/cm}^2.$$

Sprawdzenie: $h_1 = 0,395 \sqrt{384 + 1250} = 16 \text{ cm}$.

Jeżelibyśmy postanowili nadać grubości płyty wartość większą, niż wypadła, np. $h = 17 \text{ cm}$, to biorąc pod uwagę, że wtedy $g_1 = 408$, otrzymamy nową wartość dla α , a stąd pośrednio i dla σ_b ze wzoru:

$$\alpha = \frac{17}{\sqrt{\frac{3,20^2}{11} (408 + 1250)}} = 0,432,$$

czemu odpowiada (przy $\sigma_z = 1200 \text{ kg/m}^2$):

$$\sigma_b \sim 37,5 \text{ kg/cm}^2.$$

Nowe wydawnictwa *)

Pamiętnik I-go Polskiego Zjazdu Hydrotechnicznego. Nakł. Komitetu Wykonawczego Zjazdu. Warszawa, 1929.

Zastosowanie naukowej administracji w przedsiębiorstwie wydawniczo-graficznym. J. Chodorowski. Str. 81. Warszawa, 1929.

*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa ul. Czackiego 3.

Nowa metoda wyznaczania przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych. Inż. B. Szczeniowski. Rozprawa doktorska. Str. 48. rys. 10. Nakł. Akad. Nauk Technicznych. Warszawa, 1929.

Japonja współczesna. Sprawozdanie ekonomiczne d-ra E. Banasińskiego, kier. wydz. konsularnego Poselstwa R. P. w Tokio. Str. 164. Nakł. Min. Spr. Zagr. Warszawa, 1928.

Busola jako wyskomer. (Busola jako miernik wysokości). Tekst w jęz. czeskim, polskim, słowackim, rosyjskim, niemieckim, szwedzkim, francuskim i rumuńskim oraz tablice. Karol Kostka. Nakł. Księgarni Rolniczej w Pradze Czeskiej, 1929.

La grande oeuvre de la chimie. Praca zbiorowa. Wyd. „Chimie et Industrie”. Str. 248. Paryż, 1929.

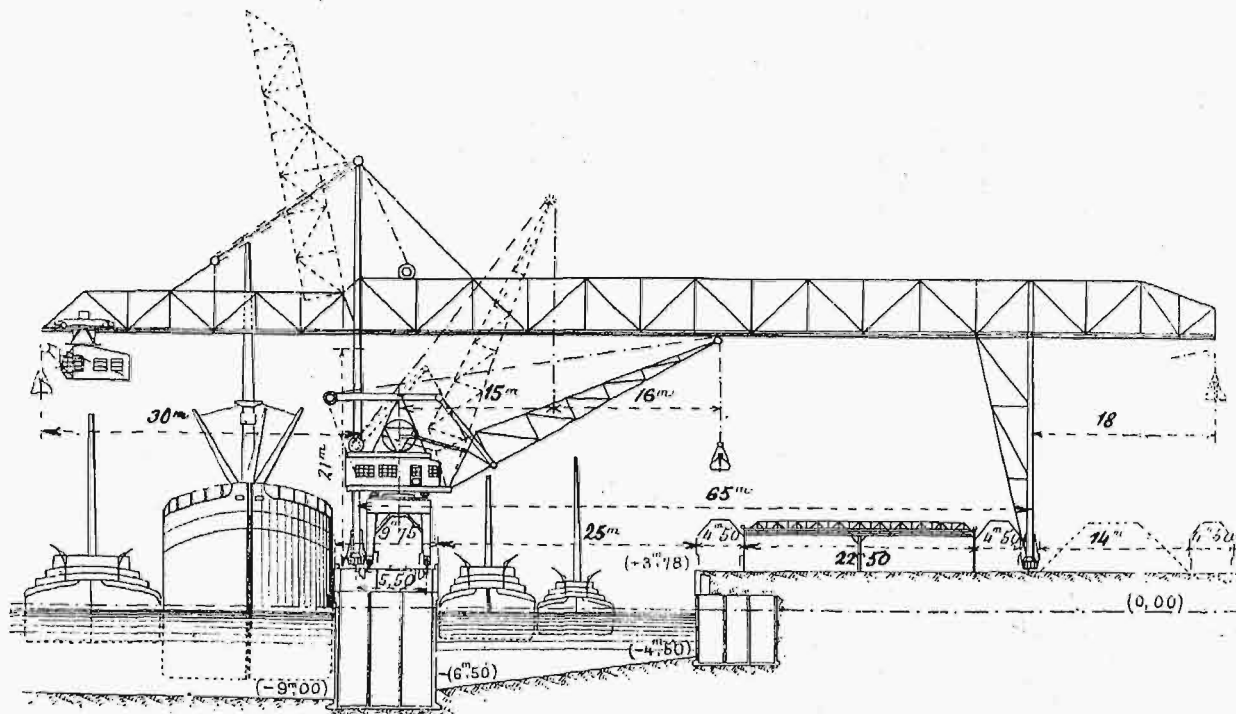
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

DŹWIGNICE. — ŻEGLUGA.

Nowe urządzenia przeładunkowe w porcie holenderskim Dordrecht.

Na rysunku, który niżej podajemy, widzimy dźwig nadbrzeżny, budowany w mieście Dordrecht w Holandji.

Port w Dordrecht został przebudowany i zmodernizowany w latach 1912 — 1916; obecna powierzchnia jego wynosi 21 ha. Nadbrzeże, o powierzchni 10 000 m² może pomieścić do 23 000 t węgla i 40 000 t rud; hangar do przechowywania towarów ma wymiary 80 × 22 m.



Rys. 1. Dźwignia portowa w Dordrecht.

Port będzie posiadał cztery dźwigi. Rozstaw podpór dźwigu wynosi 65 m; ramię od strony morza ma długość 30 m, drugie ramię, od strony lądu, ma długość 18 m. Każdy z dźwignów może wyładować 200 do 250 t na godzinę. A więc cztery maszyny opróżnią okręt o ładunku 8000 t w ciągu 10 godzin. Opis prac przy budowie portu podaje inż. Versteeg w czasopiśmie holenderskim „De Ingenieur” (zeszyt 1 z r. b.), o czym notatkę znajdujemy w „Génie Civil” (zeszyt 13 z r. b.), z której zaczerpnęliśmy parę wyżej przytoczonych informacji.

KOLEJNICTWO.

O stosowaniu podkładów metalowych na kolejach angielskich.

O użyciu metalowych podkładów w Anglii czytamy w majowym zeszycie „Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer”. Towarzystwa kolejowe wysuwają szereg zarzutów przeciwko tym podkładom. Zarzucają mianowicie, iż umocowanie ich jest trudniejsze, niż podkładów drewnianych; zmiany atmosferyczne powodują nadmierną ich korozję; dalej że są powodem zbyt wielkiego hałasu podczas ruchu (czemu można łatwo zaradzić, gdyż hałas ten powstaje z powodu luzów przy złączach, nakrętkach

i t. d.); wreszcie, że trudniej jest utrzymać wymaganą odległość, co już należy do trudności, które właściwie ostatnio przestały istnieć, dzięki postępowi w metalurgji i nowym typom podkładów.

W artykule, o którym tu jest mowa, znajdujemy krótkie opisy badań nad podkładami metalowymi, przeprowadzonych przez Welba, Rafarela, Sandberga, Harvey'a i inn.

Z punktu widzenia trwałości, wyniki prób były bardzo rozbieżne, i nie pozwalają na wyciągnięcie wyraźnych wniosków.

MOSTOWNICTWO.

Zamiana lin w mostach wiszących z powodu zerwania się drutów.

Liny amerykańskich mostów wiszących składają się z drutów, zwiazywanych w pęczki na miejscu wykonywania robót przy pomocy specjalnej maszyny. Próbowano w dwóch wypadkach — mianowicie przy budowie mostów w Mount Hope i w Detroit — użyć drutów, które przedtem podane były specjalnej obróbce termicznej, lecz jeszcze przed zakończeniem budowy ukazały się liczne pęknięcia, które zmusiły inżynierów do całkowitej zamiany lin w obu powyższych mostach.

Wedł. projektu miały być użyte liny ze stali o składzie: C = 0,935%, S = 0,05%, P = 0,05%; miały one być ciągnięte na zimno na średnicę 4,88 mm, z tolerancją ± 0,075 mm, i uzyskać osłonę galwanizowaną o grubości 0,065 mm. Badania wytrzymałościowe wykazywały wytrzymałość drutu R = 161 kg/mm² i granicę sprężystości (0,75% wydłużenia trwałego) 98 kg/mm², czyli 0,61 R.

Drut taki przed samem przedzeniem przepuszczano przez 3 kąpiele ołowiane, w których następowało hartowanie i odpuszczanie metalu; wkońcu liny poddawane były gal-

wanizacji i przechodziły przez silne pole magnetyczne, które zmiany sygnalizowały niejednostajność struktury, wzgl. pęknięcia wewnętrzne. Obróbka termiczna dała nast. zmiany własności: $R = 154 \text{ kg/mm}^2$, $A = 4\%$, $S = 133 \text{ kg/mm}^2$. Ze względu na podwyższenie granicy sprężności (S), postanowiono odpowiednio zmniejszyć liczbę drutów w stosunku do projektowanej.

Atoli w obu mostach zauważono pęknięcie lin, przy obciążeniu ok. $\frac{1}{2}$ maksymalnego, wobec czego rozebrano jezdnie i przebudowano mosty, używając lin z drutów ciągnionych na zimno bez obróbki termicznej, gdyż wprowadzeniem jej objaśniono niepowodzenie. (Gén. Civ. t. 95, str. 279).

METALOZNAWSTWO.

Stale, o trwałych własnościach wytrzymałościowych przy wyższych temperaturach.

W słownictwie polskim niema jeszcze odpowiedniej nazwy dla stali, zachowujących trwałe własności wytrzymałościowe przy wyższych temperaturach. W Niemczech noszą one nazwę „Warmfeste Stähle”. Przeprowadzenie badań wytrzymałościowych nad stalami przy wyższych temperaturach napotyka w technice na dużo trudności wskutek braku metod i przyrządów badawczych. Autor, przeprowadzając swoje badania, uwzględnił trzy sposoby badawcze, mianowicie: 1) określenie granicy płynności, 2) techniczne metody porównawcze i 3) szybkość rozrywania. Pierwszy sposób nie dał pomyślnych wyników, gdyż brak dotąd ścisłych metod pomiarowych, a wyniki otrzymane są względne. Techniczne badania porównawcze (np. badania rur i zbiorników na te same ciśnienia wewnętrzne) dały dobre wyniki porównawcze, ale nie bezwzględne. To samo dotyczy trzeciego sposobu badania, t. j. badania prób na rozrywanie przy określonym czasie, względnie szybkości rozrywania; ażeby otrzymać wartości porównawcze, trzeba by czas rozrywania wynosił najmniej od 15 do 20 minut.

Ze względu na różnie wpływy temperatury na zmianę struktury stali, a wraz z tem na jej własności wytrzymałościowe, uwzględniono dwa zakresy temperatur: poniżej 650° i powyżej; taki podział jest konieczny, gdyż powyżej 650° C prawie wszystkie stale przechodzą w stan wyżarzony, wobec czego wpływ obróbki termicznej na własności wytrzymałościowe przy tych temperaturach jest znikomy; równocześnie w zakresie temperatur poniżej 650° trzeba uwzględnić dwa wypadki: wpływ na własności wytrzymałościowe, w tym zakresie temperatur, a) rodzaju stopu w stanie wyżarzonej i b) obróbki termicznej.

Dotąd istnieje pogląd, że te pierwiastki w stali, które powodują podwyższenie granicy płynności i wytrzymałości materiału w stanie wyżarzonej, powodują równocześnie podwyższenie tych samych własności przy podwyższonych temperaturach, mniej więcej do 500° . Przy wyższych zaś temperaturach ta równomierność nie zachodzi, gdyż następuje rozrastanie się ziarn wskutek rekrytalizacji. Dopóki materiał będzie poddany naprężeniom poniżej temperatury rekrytalizacji, stawia on opór dalszemu płynięciu, wskutek umocnienia podczas rozrywania; jeżeli temperatura rozciągania leży powyżej temp. rekrytalizacji, to umocnienie jest niemożliwe i materiał płynie aż do powstania złomu. Na rekrytalizację wpływają niektóre pierwiastki stopowe, jak Cr, W, Mo, V, które przesuwają wzrost kryształów do wyższych temperatur. Również badania Promper'a i Pohl'a¹⁾

potwierdzają, że małe zawartości molibdenu i wanadu znacznie polepszają własności wytrzymałościowe miękkiej stali w podwyższonych temperaturach, co jeszcze nie jest wyjaśnione. W stalach zaś wysokostopowych zawartość chromu i wolframu ponad 10% wpływa na przesunięcie wzrostu kryształów do wyższych temperatur.

Przez obróbkę termiczną stali można osiągnąć poniżej 650° większe wartości wytrzymałościowe niż przez mały dodatek składników stopowych. Stale obrobione termicznie można stosować tylko w zakresie temperatur, nie przekraczających temperatur odpuszczania. Im więcej jest stal odporna na odpuszczanie, tem większy jest zakres temperatur, w których stal ta może pracować. W ogólności w stalach ulepszonych przy podwyższonych temperaturach jest wytrzymałość tem większa, im wyższa jest wytrzymałość materiału wyjściowego. Z tego wynika, że chcąc mieć stal o dobrych własnościach wytrzymałościowych przy podwyższonych temperaturach, trzeba użyć takiej stali, która posiada wielką odporność na odpuszczanie, t. zn. że, mimo odpuszczania przy wysokich temperaturach, zatrzymuje wysoką wytrzymałość przy temperaturze otoczenia. Należą tu głównie stale szybkoctące o dużej zawartości wolframu, które zahartowane przy najwyższych temperaturach w pobliżu punktu topliwości, osiągają dopiero po odpuszczeniu około 600° największą twardość i wytrzymałość, ulegające aż do temperatur odpuszczania bardzo małej zmianie w porównaniu z własnościami wytrzymałościowymi przy temperaturach otoczenia. Stale szybkoctące są dowodem, że na dobre zachowanie się własności wytrzymałościowych przy wyższych temperaturach wpływa rodzaj stopu, obróbka termiczna, jako też struktura. Stale ulepszone o strukturze martenzytycznej są najwięcej odporne na działanie wysokich temperatur i posiadają najlepsze wartości wytrzymałościowe w zakresie temperatur odpuszczania. Do pierwiastków, podwyższających podczas ulepszania odporność stali na odpuszczanie, należą głównie: chrom, wolfram, molibden i wanad. W pewnych wypadkach można zwiększyć odporność stali na odpuszczanie przez wprowadzenie do jej składu takich pierwiastków, które przesuwają przemianę stali do wyższych temperatur (np. krzem).

W zakresie temperatur powyżej 650° wszystkie stale odporne na odpuszczenie przechodzą mniej lub więcej w stan wyżarzony, a zarazem obniżają się szybko ich własności wytrzymałościowe. Również stale szybkoctące zahartowane, a później odpuszczone przy 650° , posiadają przy temp. $700 - 800^\circ$ bardzo niskie własności wytrzymałościowe w porównaniu z temiż przy zwykłych temperaturach. Przy temp. około 1000° i wyżej mają wszystkie stale stopowe prawie równą wytrzymałość, która przy temperaturze topienia spada do zera. W zależności od punktu topienia, zmienia się temp. rekrytalizacji, czyli rozrastania się ziarn. Chcąc otrzymać stal o trwałych własnościach wytrzymałościowych przy temperaturach ponad 650° , należy brać pod uwagę te składniki stopowe, które mają punkt topliwości bliższy do żelaza lub wyższy i które nie tworzą z żelazem niskotopliwych eutektyk, a do których można zaliczyć mangan i nikiel, a przedewszystkiem chrom, wolfram i molibden; zdolność materiału do rekrytalizacji jest mniejsza dla $\gamma\text{-Fe}$, niż dla $\alpha\text{-Fe}$. Również, okazało się, że stale, zawierające W, Cr i Mo posiadają dość dobre własności wytrzymałościowe w zakresie temperatur $800 - 900^\circ$.

Robiono próby ze stalami stopowymi pod działaniem naprężeń dynamicznych i statycznych; najwięcej odporne mi na działanie naprężeń dynamicznych przy wyższych

¹⁾ Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 1. (1927/28), str. 785/93.

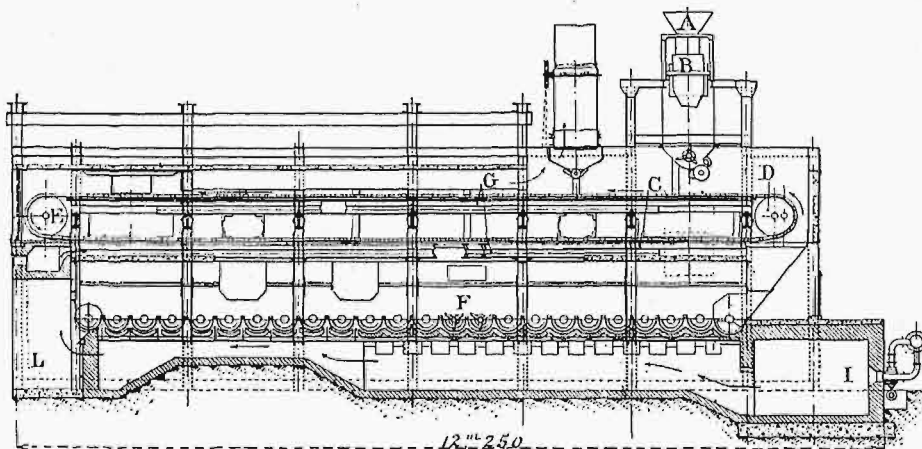
temperaturach są austenityczne stале chromowo-wolframo-we, przy czym różnice różnych materiałów przy badaniach dynamicznych nie są tak duże, jak przy statycznych, co tłumaczy się tem, że podczas badań dynamicznych szybkość badania może być większa, niż prędkość rekrytalizacji, tak że różnica zdolności do rekrytalizacji poszczególnych materiałów nie odgrywa żadnej roli. (Archiv f. d. Eisenhüttenwesen 1929, Zesz. 1, str. 49/60).

Inż. M. Dubowicki.

PALIWO.

Metoda Salerno dystylacji węgla w niskiej temperaturze.

Tow. Gas Light & Coke Co w Fulham (Anglja) zainstalowało kilka systemów urządzeń do dystylacji węgla w niskiej temperaturze w skali pół-przemysłowej, celem ich zbadania. Opis jednego z tych urządzeń (syst. Salerno) podaje Engineering (31 maja r. b.).



Rys. 1. Przekrój podłużny pieca do prażenia węgla syst. Salerno.

A — zasyp węgla; B — waga automatyczna; C — przenośnik taśmowy, D, E — koła pasowe; F — wałki skrzydełkowe w komorze pieca dystylacyjnego; G — kanały do spalin; I — palenisko; L — czopuch.

Metodę tę ilustruje załączony rysunek pieca o zdolności przerobczej 75 tonn na dobę. Węgiel jest najpierw kruszony na ziarna do 10 mm i przechodzi przez separator magnetyczny oraz przez wagę automatyczną Avery'ego. Następnie jest podgrzewany na taśmie bez końca, ogrzewanej od spodu gazami odlotowymi z pieca, wreszcie przechodzi przez sam piec koksowniczy o swoistym spodzie z elementami półcylindrycznych, wyposażonych w wałki skrzydełkowe, które poruszają zawarty w każdym wgłębieniu węgiel i przetrzucają go z jednego wgłębienia do drugiego. Analogiczne wałki łopatkowe ładują węgiel do pieca i wyładowują półkoks przy opuszczaniu komory. Wałki te są wszystkie napędzane przez jeden silnik elektryczny.

Piec jest ogrzewany z zewnątrz, przy czym pierwsza część kanału jest wyłożona cegłą ogniotrwałą. Temperatura w palenisku opalaniem gazem wynosi ok. 1200°, przy wylocie spalin — 800°. Temperatura węgla dystylowanego nie przekracza 460—500°, gazów zaś — 420—450° C. Otrzymywany półkoks ma postać miazgu.

Metoda Salerno nadaje się do bardzo rozmaitych gatunków węgla koksującego i niekoksującego, do łupków, lignitów i t. p., przy czym rozchodzi się stosunkowo mało paliwa ze względu na dużą przewodność spodu metalicznego komory.

Produkt uzyskany tą metodą może być następnie przerobiony w koksowni zwykłej na koks hutniczy. W tym celu

używa się gorszych gatunków węgla płókanego z drobnego sortymentu, do których dodaje się pewną ilość węgla świeżego.

Produkty gazowe i ciekłe dystylacji są zbierane i oczyszczane w sposób zwykły.

Listy do Redakcji.

Badanie ścieków w Warszawie.

W artykule „Miejska Stacja Doświadczalna oczyszczania ścieków na Kaskadzie w Warszawie w pierwszym roku jej pracy”, zamieszczonym w „Przeł. Techn.” z r. b., na str. 950 podano: „Przeglądając się liczbom, dotyczącym poszczególnych części składowych ścieków warszawskich, które dzięki pracy naszej pierwszy raz od czasu istnienia kanalizacji warszawskiej można będzie porównać z danymi miast zagranicznych”... Ponieważ ustęp ten, wydrukowany i w oryginale literami rozstawionymi, widocznie miał zwrócić uwagę czytelnika, że dopiero w 1927 r. po raz pierwszy przedsięwzięto analizę ścieków warszawskich, uważam za właściwe zaznaczyć, że już w 1893 r. miałem sposobność przeglądać akta kanalizacyjne i znalazłem w nich analizy ścieków, wykonane przed tym rokiem, a więc o 35 lat wcześniej, niż podaje autor artykułu. Za sługę inicjatywy pierwszego badania ścieków należy się twórcy kanalizacji Warszawy inż. W. H. Lindleyowi. Również około 1893 r. badano wpływ ścieków warszawskich na wodę Wisły na tej samej przestrzeni, co i prof. S. Wiśniewski w 1920 roku, t. j. od miejsc ujęcia wody do wodociągów miejskich aż do Modlina. Dane te były przedstawione graficznie

i podano je do ogólnej wiadomości na drugiej Wystawie Higienicznej w Warszawie oraz na Wystawie Wszechrosyjskiej w Niżnim Nowogrodzie (1895 r.).

Byłoby bardzo pożądane porównanie wyników analizy ścieków w kolektorze bielańskim i wpływu ich na wodę Wisły poprzednio, przed trzydziestu kilku laty, i w ostatnich latach.

Inż. L. Gembarzewski.

Odpowiedź.

Przytoczone w liście p. Inż. Gembarzewskiego wzmianki o badaniach, jakie były, według słów jego, wykonane w Warszawie przed 35 laty przez ówczesnych działaczy kanalizacyjnych, uważam za bardzo cenne i przy ogólnym opracowaniu danych z badań Wisły, które wejdą do II tomu „Sprawozdań z prac Stacji Doświadczalnej”, postaram się je wyzyskać, o ile je znajdę w archiwach Dyrekcji Wodociągów i Kanalizacji. Poszukiwania moje w tym kierunku — w chwili układania „Sprawozdania” — wykryły jedynie serię badań chemicznych w okresie 1911 — 1913 r., które też przytaczam w „Sprawozdaniu” na str. 130 i 131. Jak najbardziej podzielam zdanie p. inż. Gembarzewskiego, że porównanie danych z przed 35 laty z danymi dzisiejszemi ma znaczenie nadzwyczaj duże i może rzucić dużo światła na cały szereg kwestyj, związanych z zanieczyszczeniem Wisły pod względem higienicznym, rybostanu i t. p. Jedyne pożałować można na tem miejscu, że wobec tych trudności ze strony władz obcych, jakie stały i we wszystkim przewidywać musieli działacze ówczesni, — dane, o których mowa, nie znalazły w swoim czasie miejsca w polskiej literaturze fachowej.

Inż. H. Przyłęcki.

T R E Ś Ć:

Zasoby energii w Polsce i stan ich wyzyskania.

WARSZAWA

27 LISTOPADA
1929 R.

S O M M A I R E:

Ressources énergétiques en Pologne et leur exploitation.

Zasoby energii w Polsce i stan ich wyzyskania.

Referat uzupełniający, opracowany na Drugą Światową Konferencję Energetyczną (w Berlinie).

W S T Ę P.

Pierwsza próba ujęcia całokształtu zagadnienia inwentaryzacji zasobów energii w Polsce uczyniona została w wydawnictwie, opracowanym na Pierwszą Światową Konferencję Energetyczną w Londynie (1924 r.).

Pięć lat, jakie upłynęły od czasu opracowania powyższego wydawnictwa, przyniosły tak znaczne zmiany, zwłaszcza w wydobyciu i zużyciu najważniejszego w Polsce źródła energii, t. j. węgla, oraz w konsumpcji energii elektrycznej, że stało się koniecznym uzupełnienie zebranych wówczas danych liczbami odnoszącymi się do lat ostatnich. Dane z lat ostatnich przesłano w formie materiałów statystycznych na drugą światową konferencję energetyczną w Berlinie.

Obszerny referat opracowany na konferencję londyńską, uzupełniony danymi po rok 1926, został opublikowany w Sprawozdaniach i Pracach Polskiego Komitetu Energetycznego w r. 1927. Wobec tego ograniczamy się obecnie do publikacji tabel statystycznych, uzupełnionych danymi po koniec r. 1928.

WĘGIEL KAMIENNY I BRUNATNY.

Węgiel kamienny.

T A B E L A I.

Zasoby węgla kamiennego w Polsce w milj. tonn

Do głęb. 1000 m i do pokładów o minimalnej grubości 50 cm	Z a g ł ę b i a				
	Dąbrowskie	Śląsk G.	Krakowskie	Cieszyńskie	Wszystkie
a) Zasoby rzeczywiste	500	5 288	8 200	—	43 100
b) „ prawdopodobne	900	—	—	—	—
a) „ możliwe	900	39 593	6 000	500	18 781
Razem	2 300	44 881	14 200	500	61 881
Według pokładów:					
a) Grupa Redenowska	900	39 621	—	—	—
b) „ Nadredenowska	250	—	—	—	—
c) „ Podredenowska	1 150	5 260	—	—	—
Razem	2 300	44 881	—	—	—

Przypuszczać można że zasoby węgla koksującego się w Zagłębiu Górnośląskiem (polska część) wynoszą około 11%, t. j. 5000 miljn. t, ilość wę-

gla gazowniczego obliczyć można na 8000 miljonów tonn, czyli około 18%, reszta 71% przypada na węgiel przemysłowy.

T A B E L A II.

Wydobycie węgla kamiennego w tonnach (1913 — 1928).

Rok	Polska część Gór. Śląska wraz z kopalnią Silesia	Zagłębie Dąbrowskie	Zagłębie Krakowskie	Cała Polska
1913	31 937 475	6 819 209	1 970 790	40 727 474
1918	29 776 637	4 498 687	1 537 366	35 850 721
1919	19 363 495	4 613 710	1 348 642	25 325 847
1920	24 443 103	4 873 709	1 385 416	30 702 228
1921	22 393 807	5 751 767	1 672 512	29 818 086
1922	25 791 612	7 054 968	1 985 525	34 832 105
1923	26 630 153	7 418 575	2 049 269	36 097 997
1924	23 815 610	6 575 097	1 823 973	32 224 680
1925	21 660 160	5 728 842	1 692 325	29 081 327
1926	26 176 159	7 233 507	2 356 255	35 765 931
1927	27 999 647	7 644 223	2 440 216	38 084 086
1928	30 442 842	7 635 128	2 533 381	40 610 819
1928 w % 1913	94,59 %	111,97 %	128,55 %	99,12 %
1928 w stos. do całości produkcji	75,0 %	18,8 %	6,2 %	100 %

Wewnętrzne spożycie wyniosło w r. 1928 — 780 kg na mieszkańca rocznie.

Wkońcu nadmienić należy, że w porównaniu z okresem poprzednim (do r. 1924) znacznie wzrosła wydajność pracy robotnika, przekraczając już normy przedwojenne. Przeciętne wydobycie węgla na jedną dniówkę robotnika wyniosło w r. 1928 w całym państwie 1267 kg.

Węgiel brunatny.

W ostatnim pięcioleciu w eksploatacji węgla brunatnego zaszły zasadnicze zmiany. Utrzymały się jedynie kopalnie w okręgu zawierckim, kopalnie zaś wielkopolskie i małopolskie zostały zamknięte.

TABELA III.

Charakterystyczne cyfry produkcji z r. 1928.

	Z a g ł ę b i e			Razem
	Śląskie	Dąbrowskie	Krakowskie	
Ilość robotników w r. 1928	79 174	25 581	8 346	113 101
Ilość robotników w r. 1913	89 992	23 522	6 975	120 489
1928 w %	88%	109%	119%	94%
Produkcja w r. 1928	30 442 842	6 635 128	2 533 381	40 610 819
Produkcja w r. 1913	32 182 109	6 819 209	1 970 790	40 972 108
1928 w %	94,59	111,97	128,55	99,12
Konsumcja 1928 r. Spożycie na kopalniach	2 625 557	826 183	367 099	3 818 839
%	8,6	10,5	14,5	9,4
Zużycie wewnętrzne	16 734 174	4 672 998	2 153 342	23 560 514
%	54,9	61,2	85,1	58,1
Eksport	11 296 382	2 100 083	10 300	13 406 765
%	37,0	27,5	0,4	32,9
Rezerwy	614 160	281 137	61 506	956 803
%	2,0	3,7	2,4	2,4

TORF.

Zasoby torfu w Polsce nie są dotychczas należycie wyjaśnione. Na zasadzie ogólnikowych zestawień, dokonanych przed wojną, oraz na zasadzie spisów, ułożonych dla niektórych dzielnic w okresie powojennym, można przypuszczać, że powierzchnia istniejących torfowisk wynosi około 2 380 000 ha i stanowi w przybliżeniu 6,15% ogólnej powierzchni kraju.

Badania poszczególnych torfowisk wykazały, że naogół miąższość warstwy torfowej jest stosunkowo mała i tylko w nielicznych wypadkach przekracza 4—5 m. Wobec tego, uwzględniając nieściśłość określenia powierzchni torfowisk, jako też możliwość, że część ich nie nadaje się do wykorzystania wskutek zbytnej ilości domieszek, przeciętną miąższość zdanej do użytku warstwy należy liczyć nie wyżej 1 m, po potrąceniu mało rozłożonej wierzchnicy i podłoża, zwykle zanieczyszczonego. Przy tem założeniu, 1 ha zawiera $10\ 000 \times 1 = 10\ 000\ m^3$ masy surowej, czyli około 1250 t masy o 25% wilgoci, licząc, że 1 m^3 daje $0,125\ t = \frac{1}{8}\ t$ masy wysuszonej na powietrzu.

TABELA IV.

Spożycie węgla kamiennego w Państwie Polskiem w latach 1923—1928
(Tabela ta nie uwzględnia zużycia własnego kopalń).

Rodzaj odbiorców	1923		1924		1925		1926		1927		1928	
	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%
1 Koleje żelazne	5122	16,31	3125	11,31	3252	13,53	3137	10,11	4288	12,80	4125	11,29
2 Wojskowość	221	0,70	283	1,02	164	0,67	144	0,46	251	0,75	237	0,65
3 Inne inst. państw.	87	0,28	97	0,85	66	0,27	101	0,33	97	0,29	99	0,27
4 Żegluga	66	0,21	169	0,61	190	0,79	27	0,09	31	0,09	24	0,07
5 Koksownie	1679	5,35	1300	4,7	1184	4,95	1498	4,84	2128	6,39	2491	6,81
6 Kopalnie rud i kopalnie nie mające węgla własnego	535	1,70	218	0,79	115	0,47	86	0,27	114	0,34	156	0,43
7 Przemysł naftowy	238	0,76	245	0,89	194	0,81	230	0,74	259	0,78	252	0,69
8 " solny	105	0,33	105	0,38	105	0,43	108	0,35	108	0,32	132	0,36
9 " metalurg. żelazny	1550	4,94	1258	4,55	1205	5,04	1290	4,17	1706	5,12	1772	4,84
10 " " innych metali	564	1,80	678	2,45	993	4,15	1024	3,33	1023	3,07	1022	2,80
11 " mechan. i metalowy	392	1,25	233	0,84	268	1,17	135	0,43	148	0,44	175	0,48
12 " cukrowniczy	485	1,54	407	1,47	412	1,73	551	1,78	585	1,76	668	1,83
13 " włókienniczy	753	2,40	447	1,62	597	2,50	739	2,38	999	3,00	923	2,53
14 " cement. i ceram. (cementownie, cegielnie i wapienniki)	614	1,96	402	1,46	268	1,17	135	0,43	1005	3,00	1365	3,74
15 Przemysł garbarski i przetw. zwierz.	23	0,07	24	0,09	18	0,07	23	0,07	30	0,09	37	0,10
16 Rolnictwo i przetwory rolne (browary, młyny i gorzelnie)	400	1,27	484	1,75	675	2,82	766	2,47	585	1,36	668	1,83
17 Przemysł chemiczny	401	1,28	313	1,13	445	1,86	481	1,55	577	1,73	578	1,58
18 " papierniczy	207	0,66	182	0,66	219	0,91	293	0,94	298	0,89	330	0,90
19 Inne gałęzie przemysłu	843	2,68	727	2,64	752	3,14	1279	4,13	1680	5,04	1812	4,98
20 Gazownie, elektrownie i tramw. bezpośrednio oraz za pośrednictwem miast	1158	3,69	1075	3,89	—	—	331	1,07	1020	3,06	1050	2,87
21 Opał domowy oraz składy węgla dla użytku domowego	1217	3,87	1359	4,92	1668	6,96	1879	6,06	2334	7,01	2503	6,86
22 Pośrednicy	2185	6,96	2995	10,73	2941	12,28	2040	6,56	2480	7,45	2700	7,39
23 Wywóz zagranicę	12 560	39,99	11 532	41,7	8230	34,38	14 707	47,42	11 576	34,74	13 398	36,70
	31 406	100,00	27 658	100,00	23 961	100,00	31 004	100,00	33 320	100,00	36 517	100,00

Pomimo obfitości pokładów, zwłaszcza w Wielkopolsce i zachodniej części Królestwa, węgiel brunatny, jako źródło energii, nie odgrywa narazie w Polsce większej roli.

W porównaniu do węgla kamiennego, wydobywanie węgla brunatnego stanowi zaledwie 0,25%.

A zatem można przypuszczać, że cały obszar torfowisk, podany wyżej, zawiera $2\ 380\ 000 \times 1250 = 3$ miljardy tonn masy o 25% wilgoci.

Torfowiska polskie mają przeważnie charakter nizinny i, jak wykazały dokonane analizy, masa torfowa należy do gatunków średnich, prawdopo-

T A B E L A V.

Wywóz węgla polskiego w latach 1922—1926.

Tysiące tonn.

	L a t a													
	1922		1923		1924		1925		1926		1927		1928	
	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%	tys. tonn	%
Do Anglii	—	—	—	—	—	—	—	—	2985	20,30	1	0,01	—	—
„ Austrii	2806	23,46	2790	22,21	2857	24,78	2690	32,69	2591	15,42	2745	23,71	2944	21,96
„ Belgii	—	—	—	—	—	—	—	—	23,5	0,16	96	0,83	80	0,60
„ Bułgarii	—	—	—	—	1,1	0,01	0,5	—	1,9	0,01	—	—	1	0,01
„ Czechosłowacji	200	1,68	742	5,92	545	4,81	636	7,73	554	3,77	501	4,32	1001	7,47
„ Danii	8	0,07	17,8	0,14	9	0,08	721	8,76	604	4,11	1374	11,86	1605	11,97
„ Estonii	—	—	—	—	—	—	0,85	0,01	1,6	0,01	5	0,04	8	0,06
„ Finlandii	—	—	—	—	—	—	7,9	0,09	239	1,63	238	2,06	551	4,11
„ Francji	—	—	—	—	0,4	—	11,8	0,14	326	2,22	—	—	62	0,47
„ W m. Gdańska	359,8	3,02	240	1,91	338	2,93	407	4,94	480	3,27	366	3,16	310	2,31
„ Holandii	—	—	—	—	—	—	5,5	0,07	1,85	0,07	—	—	62	0,47
„ Irlandii	—	—	—	—	—	—	—	—	4,2	0,03	—	—	—	—
„ Islandii	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6	0,02	2	0,02	—	—
„ Jugosławii	6,9	0,05	21	0,17	59,7	0,52	126	1,53	222	1,51	367	3,17	282	2,11
„ Kłajpedy	49	0,40	16	0,13	19	0,17	19,7	0,24	37,7	0,26	40	0,34	72	0,54
„ Litwy	12	0,10	5,5	0,04	1,4	0,01	16,3	0,20	52	0,35	84	0,73	86	0,65
„ Luxemburga	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16	—	—	—	—	—
„ Łotwy	4	0,03	2,95	0,02	14	0,12	99	1,2	327	2,22	369	3,19	465	3,47
„ Niemiec	8151	68,12	8043	64,03	6777	58,76	2709	32,92	38	0,25	14	0,12	9	0,07
„ Norwegii	—	—	—	—	—	—	0,6	0,01	163	1,11	230	1,99	592	4,41
„ Rosji	—	—	—	—	—	—	—	—	466	3,17	35	0,30	17	0,13
„ Rumunii	6,9	0,05	121	0,97	138	1,2	79	0,96	140	0,95	148	1,28	180	1,34
„ Szwajcarii	36	0,29	154	1,23	62	0,54	48	0,59	232	1,58	194	1,68	140	1,04
„ Szwecji	50	0,42	25	0,20	0,4	—	344	4,18	2268	15,42	2514	21,71	2814	20,99
„ Węgier	286	2,22	375	2,98	686	5,94	721	8,76	604	4,11	661	5,71	711	5,30
„ Włoch	10,8	0,09	6	0,05	14	0,12	87	1,08	999	6,79	1166	10,07	503	3,75
„ innych krajów	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	0,01	20	0,17	53	0,40
Węgiel okrętowy	—	—	—	—	—	—	—	—	967	6,57	232	2,00	521	3,89
Eksport ogólny, tys. t.	11 967	100%	12 560	100%	11 532	100%	8 230	100%	14 707	100%	11 579	100%	13 407	100%

T A B E L A VI.

Eksploracja węgla brunatnego w Polsce

R o k	Ilość kopalń	Produkcja w tonnach
1913	8	192 488
1920	14	248 477
1921	18	270 415
1922	17	219 983
1923	15	171 035
1924	9	88 688
1925	5	65 675
1926	4	76 026
1927	3	115 871
1928	3	110 967

dobnie z przeciętną wartością opałową około 3000 Kal/kg przy 25% wilgoci.

Polska nie posiada dotychczas przedsiębiorstw, wyzyskujących torf na większą skalę w elektrowniach okręgowych lub w innych zakładach przemysłowych. Wobec znacznej odległości dzielnic wschodnich od zagłębia węglowego, istniejące tam większe torfowiska, po kilka tysięcy ha w jednym obrębie, nadają się do urządzenia elektrowni z zastosowaniem torfu, a zawartość azotu, przekraczająca niekiedy 2% w stanie bezwodnym, może być korzystną dla zastosowania odgazowania z wydzielaniem związków azotowych.

DRZEWO.

Ogólny obszar lasów wynosi obecnie ok. 9 000 000 ha, stanowiących 23% całej powierzchni kraju i 0,3 ha na 1-go mieszkańca. Z ilości tej do Skarbu należy 31,6% (2 873 386 ha), do gmin i różnych instytucyj — 4%, a pozostałe — do osób prywatnych.

Wydajność lasów jest obecnie zbyt mała, wskutek wyniszczenia podczas wojny. Statystyka urzędowa oblicza w przybliżeniu ogólną produkcję roczną na całą przestrzeń — 23 060 400 m³, czyli tylko około 2,58 m³ z 1 ha i 0,85 m³ na 1 mieszkańca. Dzięki zastosowaniu środków ochronnych i prawidłowej gospodarki, wydajność lasów będzie stopniowo wzrastała.

Jeśli przypuścić, że 70% wydajności ogólnej stanowi drzewo użytkowe, t. j. około 16 142 280 m³, pozostała ilość — 6 918 120 m³ przypada na drzewo opałowe. Przyjmując ciężar 1 m³ drzewa suchego przeciętnie po 0,6 t i wartość opałową 1 kg — po 3000 kaloryj, czyli odpowiadającą wartości 0,5 kg węgla kamiennego przeciętnego gatunku istniejącego w Polsce, otrzymamy, że roczna wydajność drzewa opałowego wynosi około 0,6 × 6 918 120 = 4 150 872 t, które odpowiadają pod względem wartości opałowej około 2 milionom tonn węgla kamiennego.

Eksport drzewa wynosił:

w roku 1920 w tonnach	102 200
" " 1921 " "	812 000
" " 1922 " "	1 320 000
" " 1923 " "	2 722 000
" " 1924 " "	1 969 000
" " 1925 " "	3 243 000
" " 1926 " "	4 970 047
" " 1927 " "	6 426 438
" " 1928 " "	4 888 878

ROPA I GAZ ZIEMNY.

Ropa.

Tereny naftowe i zasoby ropy. Geolog prof. Grzybowski obliczył długość przypuszczalnych stref naftowych w Polsce na 550 km, a przyjmując ich szerokość 300 m, doszedł do wniosku, iż obszar naftonosnych terenów w Polsce wynosi 16 500 ha. Przyposzczając dalej, że na każdym hektarze wywiercone będą 2 szyby z wydajnością 300 cystern przez cały czas eksploatacji, doszedł prof. Grzybowski do wniosku, że w Polsce jest jeszcze ukrytych w ziemi co najmniej 85 milionów t ropy.

Ogólna ilość ropy wydobytej dotąd w Polsce, od początku istnienia przemysłu naftowego, wyniosła około 29 milionów t.

TABELA VII.

Wydobycie ropy w tonnach (1884—1928 r.)
(w przybliżeniu).

Rok	Tonn	Rok	Tonn
1884	2 300	1907	1 175 970
1885	8 800	1908	1 721 590
1886	43 100	1909	2 053 150
1887	40 000	1910	1 761 420
1888	64 900	1911	1 453 030
1889	71 700	1912	1 186 500
1890	91 600	1913	1 071 040
1891	87 700	1914	878 020
1892	89 900	1915	730 090
1893	96 300	1916	919 090
1894	132 000	1917	849 730
1895	214 800	1918	822 940
1896	339 700	1919	831 701
1897	309 600	1920	765 024
1898	323 100	1921	705 595
1899	321 600	1922	712 430
1900	326 300	1923	737 182
1901	452 200	1924	770 792
1902	576 000	1925	811 928
1903	713 300	1926	790 086
1904	827 100	1927	722 596
1905	801 800	1928	742 996
1906	760 440	1929	

Około 90% wydobywania Okręgu Górniczego w Drohobycz, zaś około 80% całego wydobywania w Polsce, daje dziś jeszcze Zagłębie Borysławskie (Okręg Drohobycki), do którego to zagłębia nale-

TABELA VIII.

Wydobycie ropy w tonnach według okręgów (1919—1928)

Okręgi	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
Kraków	—	—	—	—	—	—	137	112	—	—
Jasło	51 722	49 315	50 571	56 042	56 179	57 121	64 640	70 216	72 661	76 281
Stanisławów	21 244	24 922	23 859	26 702	31 617	40 495	49 795	46 658	40 743	42 788
Drohobycz	758 853	690 784	630 356	630 356	648 605	673 176	697 356	679 100	609 192	623 927
Razem	831 701	765 021	704 870	713 100	736 401	770 792	811 928	796 086	722 596	742 996

TABELA IX.

Stan robót wiertniczych 1919—1928.

		1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925 *)	1926 *)	1927 *)	1928 *)
1	W wierceniu	167	221	265	235	231	160	106	138	131	121
2	W instrumentacji	55	57	80	77	63	53	48	42	37	37
3	W tłokowaniu	202	191	209	203	243	260	298	313	359	398
4	W łyżkowaniu	5	7	5	—	—	—	—	—	—	—
5	W pompowaniu	1404	1495	1497	1535	1562	1564	1529	1608	1724	1861
6	W wierceniu tłoków	—	—	42	77	80	99	88	66	78	56
7	Wybuchowe	26	26	17	20	21	27	24	21	21	17
8	Gazowe	43	83	87	121	142	141	159	152	150	119
9	W montowaniu	28	51	52	46	60	45	38	52	59	61
	Razem	1930	2132	2354	2314	2402	2349	2280	2398	2599	2670

*) Stan z mies. grudnia.

TABELA X.

Przeciętna roczna wydajność szybów
w tonnach (1919—1928)

1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
508,0	444,7	398,2	388,6	386,3	343,9	418,7	396,4	345,0	325,5

żą kopalnie w Borysławiu, Tustanowicach i Mrażnicy.

Przeciętna wydajność jest najniższa w okręgu Jasielskim, a największa w okręgu Drohobyckim, gdzie szyby borysławskie należą ciągle jeszcze do najwydajniejszych.

Przemysł rafineryjny naftowy. Polska posiada 38 czynnych rafinerij nafty, z któ-

TABELA XI.
Przerobiono ropy w tonnach (1920—1928)

1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
668 765	626 993	730 073	653 943	704 105	715 125	780 769	681 697	725 370

rych kilka w czasie istnienia Państwa Polskiego znacznie rozszerzono. Największa rafinerja w Polsce, w Drohobyczu, jest własnością Państwa Polskiego i jest zdolna przerobić rocznie do 250 000 t ropy.

Gaz ziemny (naftowy) jest idealnym materiałem opałowym z powodu swej czystości i równomiernej temperatury, jaką przy spalaniu wytwarza; płomień gazowy jest bezwonny i nie wydziela sadzy. Wartość opałowa gazu zależy od jego skła-

TABELA XII.
Wytworzono produktów naftowych w tonnach (1920—1928)

Produkt	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
Benzyna	76 903	61 741	79 840	82 217	91 095	96 570	93 240	90 282	96 749
Nafta	178 877	162 966	204 963	199 557	197 290	202 761	233 596	203 508	216 712
Olej gazowy	99 393	102 260	111 865	96 081	113 340	116 611	155 170	115 568	126 491
Smary	89 860	95 298	109 701	99 481	119 231	128 336	103 379	94 030	107 920
Parafina	21 418	22 477	35 431	27 097	34 012	33 955	39 615	36 790	40 086
Świece	—	—	1 382	1 346	511	1 326	578	643	163
Waselina	—	1 076	1 009	138	369	261	265	206	307
Asfalt	—	12 284	10 268	21 469	16 874	12 571	17 291	18 385	19 959
Koks	—	4 674	7 068						
Półprodukty i pozostałości	141 774	107 577	95 683	81 033	54 694	43 175	53 546	47 715	42 696
Smary stałe	—	957	—	917	1 116	1 516	2 484	2 281	2 664
Razem	608 225	571 670	658 310	610 335	628 532	647 842	709 964	618 295	663 983

Przeciętna wydajność przeróbki ropy wykazuje, iż przy przeróbce ropy w Polsce otrzymuje się średnio 11,80% benzyny, 29,21% nafty, 15,02% oleju gazowego, 15,13% olejów smarowych, 4,78% parafiny, 0,08% wazeliny, 1,88% asfaltu, 0,97% koksu, 12,31% półproduktów i pozostałości, 0,14% stałych smarów, 0,68% strat przy dystylacji i rafinowaniu. Odliczywszy straty i smary, otrzymuje się z ropy około 76% produktów do wytwarzania energii.

Gaz ziemny.

Gaz ziemny (naftowy) występuje w Polsce na całym prawie Podkarpaciu, zazwyczaj poprzedza on występowanie ropy i jest niejako zwyczajnym bliskości pokładów ropnych; w niektórych miejscowościach występuje w bardzo znacznych ilościach zupełnie samodzielnie, bez ropy, jak w okolicy Krosna, Kałusza i Daszawy.

TABELA XIV.

Produkcja gazów ziemnych w m³ według okręgów (1920—1928)

Rok	Jaśło	Drohobycz	Stanisławów	Razem
1920	99 025 856	282 289 075	23 657 070	404 973 001
1921	100 073 768	274 795 059	25 435 917	400 304 744
1922	88 959 049	290 332 972	24 024 819	403 316 840
1923	77 061 963	286 319 711	26 849 752	390 231 426
1924	65 000 000	298 000 000	75 000 000	438 000 000
1925	63 740 030	332 859 170	138 411 433	535 010 633
1926	57 946 378	344 723 477	78 697 270	481 367 125
1927	45 536 000	331 744 000	76 859 000	454 139 000
1928	44 063 000	353 271 000	62 152 000	459 486 000

du chemicznego; 1 m³ gazu (tak zwanego suchego), który składa się głównie z metanu, CH₄, posiada przeszło 9000 Kal.

W Boryslawiu powstało kilka fabryk gazoliny, które przez oziębianie doprowadzonego pod ciśnieniem gazu lub przez absorbcję zapomocą węgla, lub wreszcie metodą olejową wydzielają z niego płynną gazolinę, t. j. lekką benzynę o c. wł. 0,600—0,700; roczna produkcja tych fabryk wynosi ok. 32 000 t gazoliny. Ostatnim dorobkiem polskiego przemysłu gazolinowego jest produkcja „gazolu”, stanowiącego mieszaninę ciekłego butanu i propanu. 1 m³ gazolu w stanie gazowym waży 2 kg i ma wartość opału 25 000 Kal.

SIŁY WODNE.

Ogólna wartość polskich sił wodnych, obliczona na średnią wodę roczną (średnia arytmetyczna ze wszystkich objętości przepływu w normalnym roku) wynosi 3 653 000 KM, co stanowi ok. 10 KM na 1 km² i ok. 0,13 KM na głowę mieszkańca. Na poszczególne dorzecza rozkład tych sił jest następujący:

Dorzecze	Moc dla średniej wody rocznej:
Wisły od źródeł do uj. Sanu	580 000 KM
„ „ uj. Sanu do uj. Bugu	615 000 „
„ „ „ Bugu w dół	860 000 „ 2 055 000 KM
Dniestru	760 000 „
Dunaju	286 000 „
Niemna	223 000 „
Odry	153 000 „
Dniepru	145 000 „
Dźwiny	27 000 „
Redy	3 000 „

T A B E L A XIII.
Spozycie wewnętrzne i eksport produktów naftowych (1920—1928)
w tonnach.

Produkt	1920		1921		1922		1923		1924		1925		1926		1927		1928	
	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport	Spozycie wewn.	Eksport
Benzyna	50 829	22 279	20 924	45 638	20 239	55 335	20 924	60 901	15 797	78 304	24 826	66 540	17 169	77 688	50 465	62 186	69 405	61 758
Nafta	97 661	59 226	81 584	105 716	17 477	109 027	115 244	63 538	99 885	101 919	128 072	73 670	135 556	108 745	149 371	49 403	147 895	41 436
Olej gazowy	44 618	38 129	21 545	78 087	24 869	94 235	29 027	66 727	30 249	83 536	26 101	80 890	24 100	143 669	46 041	58 404	55 396	62 034
Smary	46 674	35 868	33 696	61 667	55 152	50 447	47 252	60 807	42 130	71 523	47 395	55 480	64 463	54 673	62 483	42 259	62 205	35 868
Parafina	10 137	9 334	8 450	14 134	7 478	23 143	9 420	24 360	7 670	25 544	8 539	23 680	7 345	31 460	15 091	22 576	5 619	34 444
Swiece	—	—	—	—	1 359	236	1 200	304	549	51	1 100	60	621	138	260	305	71	111
Waselina	—	—	733	723	727	28	328	38	318	124	330	40	294	—	287	—	308	—
Asfalt	—	—	4 113	7 475	17 579	4 326	5 320	3 923	1 434	3 553	2 469	3 940	7 762	15 490	6 937	12 531	7 104	6 542
Koks	—	—	866	3 423	2 191	5 392	686	6 178	1 132	6 180	2 660	7 310	2 715	9 489	2 049	8 085	1 369	8 058
Półprodukty	78 390	37 723	34 861	16 465	47 919	18 729	53 847	22 094	44 082	34 139	23 180	22 360	31 255	18 255	22 539	14 482	21 479	9 997
Smary stałe	—	—	1 326	321	864	400	1 102	35	975	116	1 380	130	2 222	135	2 185	172	2 357	229
	328 309	202 559	208 098	333 649	285 854	361 298	284 350	308 905	244 221	404 989	266 052	334 090	293 304	459 742	357 712	270 403	373 208	260 477

1) W r. 1928 wyprodukowano benzyny 13,3%.

Siły te, pod względem łatwości wyzyskania oraz ekonomicznego rozwiązania kwestji budowy i eksploatacji, podzielić można na trzy kategorie:

I kategoria wynosi	1 795 000 KM
II " "	444 000 "
III " "	1 413 000 "

Do kategorii I zaliczono rzeki do wyzyskania najbardziej się nadające, a których zasób sił wynosi ponad 100 KM na kilometr bieżący i które posiadają spadek jednostkowy większy od 0,5‰.

Do kategorii II zaliczono rzeki, które również posiadają spadek jednostkowy większy od 0,5‰, lecz zasób sił mniejszy od 100 KM na kilometr bieżący. Rzek tych jest najwięcej.

Wreszcie do III kategorii zaliczono rzeki o charakterze wybitnie nizinnym, posiadające spadek jednostkowy mniejszy od 0,5‰. Tu więc weszły przede wszystkim rzeki żeglowne i spławne.

Ponieważ te przybliżone obliczenia odnoszą się do sił brutto, ponieważ nadto do rozbudowy nadają się tylko siły wodne kategorii pierwszej i częściowo drugiej, przeto w rezultacie można ocenić zasoby sił wodnych Polski na 1 000 000 KM na wale turbiny przy przepływie średnim rocznym.

Według statystyki przedwojennej, na obecnym terytorjum Rzeczypospolitej Polskiej istniało około 9000 zakładów wodnych, których łączna moc instalowana wynosiła 125 000 KM. Skutkiem działań wojennych, znaczna ilość tych zakładów, bo na około 40 000 KM, została unieruchomiona, tak że po wojnie moc łączna spadła do 85 000 KM.

W tej liczbie zakładów wodnych ponad 100 KM liczono zaledwie 41 o ogólnej mocy instalowanej 14 674 KM. W r. 1928 wzrosła powyższa ilość do 52, zaś ich moc instalowana do 31 070 KM. Nadto w budowie znajduje się 5 zakładów o łącznej mocy 21 000 KM.

Ponieważ pewna ilość zniszczonych w czasie wojny zakładów została odbudowana, przeto obecnie zbliżamy się do stanu przedwojennego w procencie wyzyskanych sił wodnych do sił brutto, z tą różnicą, że zwiększyła się średnia moc zakładu, wobec wybudowania kilku większych jednostek.

Dokładną statystykę posiadamy narazie tylko z województwa Pomorskiego. Według tej statystyki, czynnych jest w 1929 r. 223 zakładów o mocy łącznej 26 683 KM. 1)

Według wielkości, dzielą się te zakłady na:

2 ponad 1000 KM o łącznej mocy	17 570 KM (66%)
16 " 100 " " " "	4 312 " (16%)
205 poniżej 100 " " " " "	4 801 " (18%)

GOSPODARKA ELEKTRYCZNA W POLSCE.

Na podstawie danych statystycznych, możemy przeprowadzić podział istniejących elektrowni, w zależności od ich charakteru, mocy i rodzaju silników zainstalowanych (p. tabele XV, XVI i XVII).

Tabela XVI podaje również liczby dotyczące produkcji rocznej energii elektrycznej, moc silników zainstalowanych i przypuszczalne zapotrzebowanie energii w najbliższej przyszłości.

1) Wraz z zakładem w Żurze, którego otwarcie spodziewane jest na koniec roku 1929.

T A B E L A XV.

Statystyka ogólna elektrowni w Polsce. Stan z r. 1927.

Województwa	Elektrownie			W tem elektrownie użyteczności publicznej										
	Ogółem	O wiadomej mocy	Instalowana moc w kW	Elektrownie			Prąd			Silniki napędowe				
				Ogółem	O wiadomej mocy	Instalowana moc w kW	Elektrownie uwzględnione	Stały	Zmienny	Elektrownie uwzględnione	Parowe	Spalinowe	Wodne	Mieszane
Polska . . .	742*)	715	932 658	414	358	344 079	388	280	92	388	152	166	15	55
Woj. Centralne . . .	370	360	317 922	217	207	151 453	207	150	47	207	84	92	8	23
„ Zachodnie . . .	111	108	68 861	65	62	36 923	62	48	9	62	20	22	5	15
„ Południowe . . .	128	118	127 170	71	62	62 842	62	36	22	62	13	36	2	11
„ Śląskie . . .	73	73	409 580	10	10	81 752	10	4	6	10	7	2	—	1
„ Wschodnie . . .	60	56	9 125	51	47	8 109	47	36	8	47	28	14	—	5

*) Poza tem istnieje 140 elektrowni użyteczności prywatnej, o mocy poniżej 100 kW. Łączna moc instalowana tych zakładów wynosi ok. 5100 kW.

T A B E L A XVI.

Produkcja i zapotrzebowanie energii elektrycznej w Polsce. Stan z r. 1927.

Elektrownie	Produkcja energii w Mio kWh					Moc instalowana maszyn w kW				
	Obecna			Przypuszczalne zapotrzebowanie roczne		Obecna			Przypuszczalne zapotrzebowanie	
	Ogółem	Na 1 mieszk.	Na 1 elektr.	Ogółem	Na 1 mieszk.	Ogółem	Na 1000 mieszk.	Na 1 elektr.	Ogółem	Na 1000 mieszk.
Wszystkie	2320	76,8	3,24	5200	192	932 658	30,9	1304,4	1,7	63
Użyteczności publicznej	877	29,0	2,26			344 079	11,4	886,8		
Użyteczności prywatnej, oddające prąd na cele publiczne	441	14,6	5,19			175 193	5,8	2061,0		
Użyteczności prywatnej	1002	33,2	4,14			413 386	13,7	1708,2		

*) Poza tem produkcja elektrowni użyteczności prywatnej o mocy poniżej 100 kW wynosi łącznie 4 500 000 kWh.

T A B E L A XVII.

Ogólny przegląd elektrowni w Polsce. Stan z r. 1927.

Elektrownie	Liczba i moc	Razem o wiąd. mocy	50 kW i mniej	51—100 kW	100—500 kW	501—1000 kW	1001—5000 kW	5001—10000 kW	10001—20000 kW	20001—35000 kW	powyżej 35000 kW
Wszystkie	Liczba i moc	715*) 932 658	208 5463	80 5762	242 52461	55 39769	78 176 717	32 227 750	13 168 656	5 129 960	2 126 120
Użyteczności publicznej	Okręgo- we	Liczba i moc	26 223 851	— 55	6 1171	2 1185	7 20 140	4 35 200	3 38 500	2 46 600	1 81 000
	Lokalne	Liczba i moc	370 190 844	174 4636	71 5181	94 20503	14 9530	11 28 059	1 10 100	3 41 900	1 25 860
Użyteczności prywatnej, oddające prąd na cele publiczne	Liczba i moc	77 104 577	34 827	8 526	16 3765	4 3158	6 12 335	6 43 370	3 40 596	— —	— —
Użyteczności prywatnej	Liczba i moc	242 413 386	— —	— —	126 27017	35 25846	54 116 183	21 139 180	4 47 660	2 57 500	— —

*) Poza tem istnieje 140 elektrowni użyteczności prywatnej, o mocy poniżej 100 kW.

Moc prądnic zainstalowanych w elektrowniach użyteczności publicznej stanowi 37% całości, reszta zaś przypada na elektrownie należące do zakładów przemysłowych, górniczych i t. p. Średni typ elektrowni użyteczności publicznej to zakład o mocy 887 kW. Zakładów okręgowych posiada Polska 26 o łącznej mocy 223 851 kW. Elektrownia użyteczności prywatnej posiada średnio 1708 kW mocy instalowanej, 95% energii elektrycznej wytwarza się w elektrowniach parowych.

Przewidywana moc potrzebnych elektrowni jest obliczana na około 1 700 000 kW z ogólną roczną produkcją 5,2 miljarda kWh, czyli około 63 watów i około 190 kWh na mieszkańca.

Zapotrzebowanie zaś energii przez poszczególne kategorie odbiorców przedstawia się następująco:

	kWh rocznie w milionach
1) przemysł górniczo-hutniczy (bez przem. naft.), . . .	1 400
2) koleje żelazne ok. 1 100 km	520
3) przemysł chemiczny	310
4) rolnictwo	226
5) oświetlenie	225
6) przemysł włókienniczy	160
7) „ przetwórczo-spożywczy	145
8) „ naftowy	115
9) „ cementowy	105
10) „ metalowy	62
11) „ drzewny	58
12) „ papierniczy	25
13) inne rodzaje przemysłu i przemysł drobny . . .	316
Razem około	3 700

WARUNKI TRANSPORTOWE POLSKI.

Polska rozporządza obecnie następującymi środkami transportu:

sieć kolejowa obejmowała w r. 1927

17 317 km dróg żelaznych normalnotorowych,
2 268 „ „ „ wąskotorowych,

na liniach tych kursowało dziennie

5 223 parowozów
11 653 wagonów osobowych } normalnotorowych
136 846 „ towarowych

oraz

131 parowozów
335 wagonów osobowych } wąskotorowych
i 8 102 „ towarowych

Koleje normalnotorowe przewiozły 159 385 853 pasażerów, czyniąc 6 435 185 565 pasażero-kilometrów oraz 64 838 929 tonn towarów, czyniąc 17 428 120 413 tonno-kilometrów.

Na liniach wąskotorowych przejechało 1 544 654 osób oraz przewieziono 4 605 825 tonn towarów.

Dróg kołowych liczy Polska 240 000 km, z tego jednak bitych tylko 44 500 km, w czym 13 320 km szos państwowych.

Statystykę ruchu towarowego przeprowadzono w r. 1926 na szosach państwowych, przyczem okazało się, że skuteczniono 440 000 000 tkm. Ruch ten nie przedstawia więc większego znaczenia.

Natomiast silnie się rozwijał w ostatnich latach ruch autobusowy pasażerski. W roku 1928 liczono 2041 linii autobusowych, kursujących na 20 281 km dróg.

Linje te przewożą dziennie 138 750 pasażerów, czyniąc 4 490 590 pasażero-kilometrów.

Ogółem korzystało w tym roku z komunikacji autobusowej 50 640 000 osób, czyniąc 1 638 690 000 pasażero-kilometrów.

W porównaniu z ruchem kolejowym stanowi to $\frac{1}{3}$ ilości pasażerów, zaś $\frac{1}{4}$ ilości pasażero-kilometrów.

Obrót w portach polskich wynosił w roku 1928:

w Gdańsku 7 054 519 tonn,

w Gdyni 1 974 676 „ . . .

Żegluga śródlądowa odbywała się na 1515 km rzek i kanałów żeglugi, nadto na 7053 km odbywał się spław drzewa.

Tabor żeglugi obejmuje 139 parowców o mocy 14 024 KM i 658 łodzi towarowych o pojemności 83 796 tonn.

Statystyka ruchu z r. 1926 wykazuje, że na drogach żeglownych przewieziono 1 080 297 tonn, wykonując 152 362 000 tkm, zaś na rzekach spławnych spławiono 956 326 tonn drzewa i wykonano 139 668 000 tkm.

Długość ropociągów wynosi 174 km.

Przetłoczono niemi w r. 1926, 527 000 t.

Długość gazociągów w międzymiastowych wynosi obecnie (1929 r.) 185 km.

W r. 1926 przetłoczono gazociągami gazu ziemnego 140 000 00 m³, co czyni w ekwiwalencie węgla 195 000 t.

Długość przewodów elektrycznych o wysokim napięciu wzrosła w r. 1929 do 450 km.

W r. 1926 na 271 km przewodów przesłano prądu elektrycznego w ekwiwalencie węgla 221 342 t.