

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- Przyczynek historyczny do zagadnienia rekrystalizacji, nap. J. Czochrański, Inż. naczelny.
- O ciemnych pasmach na powierzchni wyrobów stalowych, obrobionych narzędziami tnącymi, nap. I. Feszczenko-Czopiński, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.
- W sprawie zakładu wodociągowego dla przedmieścia Pragi w Warszawie, nap. L. Gembarzewski, Inżynier.
- Płace premjowe wyrażone w jednostkach produkcji, nap. E. Hauswald, Profesor Politechniki Lwowskiej.
- Przegląd pism technicznych.
- Nekrologja.
- Nowe wydawnictwa.
- Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

- Contribution historique à l'étude du problème de la récrystallisation, par M. J. Czochrański, Ingénieur principal.
- Sur les raies sombres à la surface des objets en acier, usinés au moyen des outils coupants, par M. I. Feszczenko-Czopiński, Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie.
- Sur les projets de la construction de l'usine d'alimentation en eau du faubourg Praga à Varsovie, par M. L. Gembarzewski, Ingénieur.
- Salaires en fonction des unités de la production, par M. E. Hauswald, Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.
- Revue documentaire.
- Nécrologie.
- Bibliographie.
- Bulletin du Comité Polonais de l'Energie

Przyczynek historyczny do zagadnienia rekrystalizacji.¹⁾

Napisał Jan Czochrański, Frankfurt n/M.

Wstęp.

Za założyciela nowoczesnej metalografii uważany jest słusznie Sorby. Pierwsze swe prace podstawowe¹⁾ o żelazie i stali wykonał on w r. 1864, jednakże pozostały one w zapomnieniu prawie przez 20 lat, kiedy to znani badacze zajęli się dalszym ich prowadzeniem. Niezależnie od tych prac, powstawała inna dziedzina metalografii, której historją mało się dobad interesowano. Dziedzina ta omawia zmianę struktury metali, zachodzącą pod działaniem wpływów termicznych, poza zmianami faz, zmianami polimorficznymi i zjawiskiem krystalizacji. Jako rzucającą się w oczy oznakę tego przebiegu, wymienimy przede wszystkim grubokryształiczość, która zarówno dziś, jak i przedtem dawała podstawy do wyciągania ważnych wniosków. Każdy technolog zatem powinienby się żywo interesować możliwością poznania istoty tego zjawiska. Rozwój dotychczasowy tej nadzwyczaj ważnej gałęzi metalografii przedstawiał się jak następuje.

Zjawiska rekrystalizacji.

Już o parę lat wcześniej od Sorby'ego komunikuje (w r. 1858) Nogués²⁾ Akademii Paryskiej

¹⁾ Zestawienia sprawozdawcze prac ogłoszonych do końca 1921 r. Odczyt wygłoszony w Zw. Inżynierów w Berlinie.

²⁾ Sorby (1864). On a new method of illustrating the structure of various kinds of steel by nature printing. Proc. Sheffield Lit. Phil. Soc., Brit. Assoc. Rep., II., str. 189.

³⁾ Nogués (1858). Influence des hautes températures sur l'état moléculaire de certains corps. Comptes rendus 47 str. 832.

o interesującym wypadku zmiany budowy metalu. napewno zresztą nie pierwszym. Zauważył on mianowicie, że druty siatki platynowej o grubości 2—3 mm, wystawione na wielokrotne działanie redukującego płomienia gazu świetlnego, wykazują budowę krystaliczną. Ze metale mają budowę krystaliczną, było już i wówczas rzeczą dobrze znaną, zjawisko jednak pozornie ponownej krystalizacji zdawało się dość rzadkiem, aby wywołać zainteresowanie niem kół naukowych. Nogués ustalił przy tej sposobności, że drut jest skryształizowany nie tylko na swej powierzchni zewnętrznej, lecz również w całym przekroju i zaznaczył, że występowanie tego zjawiska jest faktem niewątpliwym. Na podstawie swych spostrzeżeń, potrafił on nawet ustalić system kryształów. Co najważniejsza, to że wyciągnął on ze swych obserwacji wnioszek, iż wysoka temperatura oddziaływa na budowę molekularną platyny, co jest zresztą tylko do pewnego stopnia słuszne.

Od czasu tego pierwszego spostrzeżenia, w ciągu następnych 20 lat nie zaszedł zdaje się żaden postęp w zakresie wiadomości o przekształcaniu się struktury metali. Dopiero w r. 1881 zdawał sprawozdanie Liebermann w niemieckim Tow. Chemicznem o spostrzeżeniach nieznanego wówczas w kołach naukowych badacza-metalografa S. Kalischer'a³⁾.

³⁾ Kalischer (1881). Ueber den Einfluss der Wärme auf die Molekularstruktur des Zinns. Ber. d. Deutschen Chem. Ges., rok 14, t. 2, str. 2747.

Kalischer zanurzał w pewnym celu paski cynkowe, pokryte z jednej strony grafitem, do roztworu siarczanu miedzi. Próbkę, dla lepszego przystawania masy grafitowej, były uprzednio lekko ogrzewane. Na wolnej od grafitu stronie pasków zauważył K. że wykazują one — po wytrawieniu — budowę krystaliczną.

Sądził on początkowo, że tę zmianę budowy należy przypisać zjawiskom galwanicznym. Dopiero gdy spostrzegł utratę dźwięczności metalu, wpadł na myśl, że to ciepło, którego działaniu poddawano próbki, było przyczyną omawianego objawu. Następnie ustalił, że jeśli próbki nie były nagrzewane uprzednio, to żadnego śladu krystalizacji nie dostrzegano.

Kalischer określił dalej zakres temperatur, w których cynk ulega przekształceniu budowy krystalicznej, i stwierdził już, że krystalizacja zachodzi w szerokim zakresie temperatur. Jako najniższą granicę wyznacza on temperaturę 150°, choć czasem niezbędne jest nagrzanie do t-ry od 160 do 170°. Atoli z innych spostrzeżeń (skrzywienie przy zginaniu) wyciąga wniosek, że krystalizacja zaczyna się jeszcze wcześniej niż staje się widoczną na powierzchni zewnętrznej i podaje jako temperaturę najniższą 130°C.

Ślady krystalizacji stwierdził on potem w żelazie, natomiast nie podobnego nie mógł doszukać w miedzi i glinie, uważał jednak swe obserwacje za nieukończoną.

Niektóre jego wzmianki pozwalają przypuszczać, że zauważał on również pewien wzrost wielkości ziarn, następujący wraz ze wzrostem temperatury. Twierdzi on, że zaczynając od 150—170° krystalizacja staje się coraz wyraźniejszą, przy wszystkich temperaturach wyższych od tej granicy, aż do punktu topliwości, i że przy zastosowaniu wyższych temperatur kryształy zdają się być ukształtowane ostrzej, stają się niejako zindywidualizowane.

Ten wpływ wysokich temperatur na wielkość ziarn potwierdzają też później Charpy (1893)¹⁾, Osmond (1893)²⁾ i Heyn (1900)³⁾, przyczem ten ostatni ustala w r. 1902⁴⁾ wzrost wielkości ziarn kryształów miedzi w stosunku 1 : 1000.

Kalischerowi udaje się następnie wykryć nowy fakt, mianowicie zauważa on, iż objaw ten występuje tylko w cynku walcowanym. I jakkolwiek nie stawia on tego spostrzeżenia wyraźnie jako bezwarunkowy postulat, to jednak następujące okoliczności świadczą niedwuznacznie o takim właśnie zrozumieniu powyższego zjawiska. Mianowicie nie zadawał się on, jak Nogués, prostym stwierdzeniem faktu, że cynk zmienia swą budowę cząsteczkową pod działaniem ciepła, że wykazuje budowę krystaliczną, lecz daje jednocześnie wyjaśnienie pochodzenia tego zjawiska. Mówi on, iż

¹⁾ Charpy (1893). Influence de la température de recuit sur les propriétés mécaniques et la structure du laiton. Comptes rendus, str. 1131.

²⁾ Osmond (1893). Microscopic metallography. Trans. of the Am. Inst. of Mining Eng., t. XXII, str. 243.

³⁾ Heyn (1900). Die Umwandlung des Kleingelütes bei Eisen und Kupfer durch Formänderung im kaltem Zustande und darauffolgendes Ausglühen, Z. d. V. D. I., str. 433 i 503.

⁴⁾ Heyn (1902) Krankheitsercheinungen in Eisen und Kupfer. Z. d. V. D. I. t. II, str. 1115.

przebieg mógłby być tak pojęty, że cynk traci podczas walcowania swą budowę kryształiczną, utworzoną w czasie krzepnięcia, i odzyskuje ją ponownie, jeśli zostanie nagrzany do temperatury wyższej, niż t-ry poprzedzającego walcowania. Dalej, że zjawisko ponownej krystalizacji występuje tylko w tych metalach, które swą strukturę krystaliczną straciły podczas walcowania.

Następnie dochodzi Kalischer do podstawowego wniosku, że cynk może się krystalizować w szerokim zakresie temperatur i że powstające kryształy są tem ostrzej zakreślone (a więc oczywiście tem większe), im wyższa jest zastosowana temperatura.

Uogólnienie.

Stwierdzeniem tych faktów nie zakończył Kalischer swych badań, jak to czynili jego poprzednicy, lecz już w r. 1882⁷⁾ ogłasza wyniki dalszych doświadczeń. Rozszerza on swe obserwacje na wszystkie niemal metale techniczne, mianowicie na kadm, cynę, żelazo, miedź, miedź-cynk, miedź-cynę, ołów, srebro, złoto, platynę, nowe srebro nikiel, aluminium, kobalt i magnez.

Zupełnie podobne objawy, jak dla cynku, stwierdza dla srebra i złota, natomiast dla innych metali nie dochodzi do żadnych określonych wyników. Ujmuje uzyskane wyniki w słowa następujące:

„Stanem naturalnym metali — jest stan krystaliczny, może on być im wszakże odebrany pod wpływem działania mechanicznego, jednym łatwo, innym trudno, niektórym wcale, a następnie przywrócony ponownie, pod działaniem ciepła.”

Praca ta nie wykazuje więc w porównaniu z pierwszą żadnego postępu w kierunku teoretycznym, wzgl. tylko ten, że rozszerza na inne metale wyniki, otrzymane początkowo dla cynku. Wszystkie spostrzeżenia zasadnicze zawiera już pierwsza praca.

Godne uwagi są natomiast wyjątkowo dokładne dane innego rodzaju, jakie znajdujemy w obu pracach. Oto stwierdza autor, że krystalizacja pociąga za sobą ogólną zmianę wszystkich własności fizycznych, i ustala, iż ciężar właśc. wzrasta o 0,04%, a przewodność — o ok. 3%. Dokładne też dane znajdujemy o wytrawianiu z pomocą prądu elektrycznego. Jest rzeczą oczywistą, że Kalischer pierwszy zastosował tę metodę. Sądzi on również, że należy oczekiwać zmian także w zakresie własności elektromotorycznych i termoelektrycznych oraz przewodności cieplnej i ciepła właściwego, których dowiedzenie zastrzega sobie na później.

Ledebur⁸⁾ zauważył w r. 1883, że wzrost ziarn pozostaje nie tyle w zależności od wysokości temperatury, ile od czasu jej działania. Kalischer mówi tylko o zgrubieniu ziarn ze wzrostem temperatury (1881). Wpływ czasu wyzarzania ustala później Sauveur⁹⁾ m. in. Sauveur⁹⁾, a również Stead¹⁰⁾ (1893) (8—10-krotny wzrost ziarn) i Heyn⁵⁾

⁷⁾ Kalischer (1882). Ueber die Molekularstruktur der Metalle. Ber. d. D. Chem. Ges., roczn. 15, str. 702.

⁸⁾ Ledebur (1883). Freiburger Jahrbuch, str. 19.

⁹⁾ Sauveur (1893). Microstructure of Steel. Trans. of the Am. Inst. of Mining Eng., tom XXII, str. 546.

(1900). G. Charpy¹¹⁾ (1910) sądzi, że przy odpowiedniej temperaturze i dostatecznie długim czasie rekrytalizacji może się próbką zamienić w kubicu na jeden jedyny kryształ.

Ledebur⁸⁾, jak również później Braune¹²⁾ (1885) i Wedding¹³⁾ (1885) stwierdzają występowanie krystalizacji po wyżarzaniu także w żelazie, Charpy¹⁾ (1893) — w mosiądzu walcowanym (zmniejszenie wysokości o 75%), czego się nie udało osiągnąć Kalischerowi.

Do badań swych stosował Ledebur żelazo kowalne o budowie włóknistej i stwierdził, że struktura włóknista przekształciła się na nierównomiernie gruboziarnistą, co może być tylko tak zrozumiane, że kryształy utraciły przy przekształceniu swą wysmukłość; potwierdza to w r. 1893 także Sauveur⁹⁾ i w r. 1898 Stead¹⁰⁾, a potem — na przekonujących obrazach (1913) Moellendorff i Czochralski¹⁴⁾. Również Kerpely¹⁵⁾ zauważył jeszcze w r. 1876, że kryształy stają się wysmukłe (wydłużone) przy odkształceniu. W r. 1853 zdaje się to już spostrzegać Janoyer¹⁶⁾ przy badaniu przełomu, a potem potwierdzają to również w r. 1885 Wedding¹³⁾, w 1898 Stead¹⁰⁾ na bardzo odwęglonym żelazie, w r. 1894 Behrens¹⁷⁾ na mosiądzu i miedzi, w 1900 Heyn⁵⁾ — na miedzi.

Wedding¹³⁾ dochodzi w r. 1885 do przekonania, że przy małym wydłużeniu kryształy nie są rozrywane, zaś przy dużym wydłużeniu należy się liczyć z rozpadem kryształów o postaci włóknistej; tegoż zdania jest też (1894) Behrens¹⁷⁾ i zwłaszcza (1913) Moellendorff i Czochralski¹⁴⁾.

Sorby²¹⁾ używa w r. 1885 do oznaczenia zmiany struktury, zachodzącej przy rozciąganiu i wyrzaniu, wyrazu „rekrytalizacja“, o ile można wnieść z dostępnej nam literatury — po raz pierwszy. Sądzi on, że przebieg ten odegrywa główną rolę przy obróbce żelaza.

Sauveur⁹⁾ stwierdza w r. 1893, że wydłużenie ziarn jest tem większe, im w niższej temperaturze zachodzi obróbka, a więc i działanie wydłużenia cieplnego na strukturę.

Rekrytalizację cyny udało się spostrzec Behrens'owi w r. 1894. Poza tem dał on pewne dane liczbowe o granicach temperatury, w których może zachodzić rekrytalizacja. Najniższa temperatu-

ra dla cyny wynosi 110°, Ewing i Rosenhain²²⁾ podają w r. 1900 jako tę temperaturę 150°.

O innych metalach posiadamy dane następujące:

Ewing i Rosenhain (1902)²³⁾ ustalają, że rekrytalizacja ołowiu zachodzi już w zwykłej temperaturze, co potwierdza w r. 1903 Humfrey²⁴⁾.

O cynku czyni podobne spostrzeżenie Campbell²⁵⁾ w r. 1902. Rekrytalizacja ma się rozpoczynać w zwykłej temperaturze, gdy tymczasem Kalischer³⁾ (1881) podaje jako tę temperaturę 130°, Behrens¹⁷⁾ (1894) 220°, Timofeef^{30a)} (1914) 66° do temp. zwykłej, Fraenkel³⁰⁾ (1919) — 100°.

Dla cynku elektrolitycznego podaje Heyn⁵⁾ (1912) jako najniższą temperaturę rekrytalizacji 220°, dla mniej czystego — 500°.

Dla żelaza podaje Stead¹⁰⁾ 600° jako t-rę najniższą, Heyn⁵⁾ (1900) 616°, Arnold²⁷⁾ (1894) 750°, Chappel²⁸⁾ (1915) 350°. Przy 400° mogą być jeszcze — wedł. Stead'a — dostrzegane zmiany strukturalne w żelazie, zaś przy 730—750° występuje maksimum wielkości ziarn, co potwierdza też Charpy¹⁾ w r. 1910.

Heyn⁵⁾ omawia w wyczerpującej pracy w r. 1900, łącznie ze znanymi już spostrzeżeniami, przebieg rekrytalizacji, przyczem praca jego odznacza się cennym ujęciem różnych zależności, przeprowadzonym w sposób systematyczny, w oparciu o dane liczbowe. W r. 1902 ustala on⁶⁾, w uzupełnieniu swego pierwszego badania, niektóre dalsze objawy rekrytalizacji, przytaczając znów odnośne dane liczbowe. Ważne jest m. in. stwierdzenie, że szybkość ochładzania od temperatury żarzenia nie ma znaczenia dla miedzi, w przeciwieństwie do żelaza.

Ewing i Rosenhain^{22/23)} stwierdzają w r. 1900 i 1902, że struktura lanej cyny pozostaje bez zmian we wszystkich temperaturach aż do punktu topliwości, wówczas gdy Moellendorff i Czochralski są jeszcze w r. 1913 tego zdania — jak i większość innych badaczy, — że nawet kryształy nieodkształcone tego metalu rosną podczas żarzenia. Jednak w r. 1916 potwierdza również Czochralski²⁰⁾ liczbowo dane Ewing'a i Rosenhain'a. To samo spostrzega w 1919 także Fraenkel³⁰⁾ na cynku, a później na próbkach bardzo czystego złota (ogłasza to dopiero w 1922 r. w Z. anorg. Chemie, t. 122,

¹⁰⁾ Stead (1898). The crystalline structure of Iron & Steel. The Journ. of the Iron & Steel Inst., T. I. str. 145.

¹¹⁾ Charpy (1910). Sur la maladie de l'érouissage dans l'acier. Rev. de Mét., str. 655.

¹²⁾ Braune (1885). Gefügeveränderungen von Eisen und Stahl. Berg. u. Hüttenmänn. Ztg., str. 247.

¹³⁾ Wedding (1885). Eigenschaften hammerbaren Eisens auf der Basis seiner mikroskopischen Struktur. Berg. u. Hüttenmänn. Ztg., str. 255.

¹⁴⁾ v. Moellendorff i Czochralski. (1913). Technologische Schlüsse aus der Kristallographie der Metalle. Z. d. V. D. I., str. 931.

¹⁵⁾ v. Kerpely (1876). Die Textur des Eisens. Berg. u. Hüttenmänn. Ztg., str. 351.

¹⁶⁾ Janoyer (1853). Berg. u. Hüttenmänn. Ztg., str. 53.

¹⁷⁾ Behrens (1894). Das mikroskopische Gefüge der Metalle und Legierungen. (książka), str. 70 i 106.

²⁰⁾ Robin (1913). Recherches sur le développement des grains des métaux par recuit après érouissage. Rev. d. Mét., str. 722.

²¹⁾ Sorby (1885). Mikroskopische Struktur von Eisen und Stahl. Berg. u. Hüttenmänn. Ztg., str. 255.

²²⁾ Ewing i Rosenhain (1900). The Crystalline Structure of Metals. Phil. Trans. 193 A., str. 353.

²³⁾ Ewing i Rosenhain (1902). The Crystalline Structure of Metals. Metallographist V., str. 81.

²⁴⁾ Humfrey (1903). Effects of Strain on the crystalline structure of Lead. Phil. Trans. A. 200, str. 225.

²⁵⁾ Campbell (1902). Crystallisation produced in solid Metal by Pressure. Structure of Metals & binary alloys. Metallographist V., str. 57 i 306.

³⁰⁾ Heyn (1912) (książka). Materialienkunde 2 A., str. 213 i nast.

²⁷⁾ Arnold (1894). The Physical Influence of Elements on Iron. Iron & Steel Inst., I, str. 107.

²⁸⁾ Chappel (1915/16). Die Rückkristallisation von deformiertem Eisen. Ferrum XIII, str. 6.

²⁹⁾ Czochralski (1916). Metallographische Untersuchungen am Zinn und ihre fundamentale Bedeutung für die Theorie der Formänderung bildsamer Metalle. Int. Z. für Metallographie, str. 1.

³⁰⁾ Fraenkel (1919). Die Verfestigung der Metalle durch mechanische Beanspruchung. (książka).

str. 295). Dalej ustalają Ewing i Rosenhain, zgodnie z poprzednimi spostrzeżeniami Kalischer'a⁷⁾ z r. 1882, że dla rekrytalizacji metali przy wyżarzaniu konieczne jest uprzednie odkształcenie, co szczególnie podnoszą też w r. 1915 Chappel²⁸⁾, a w r. 1916 Czochralski²⁹⁾.

Później (1907) dochodzi też Campbell³¹⁾ i Portevin³²⁾ (1909) (por. pracę Grard'a³³⁾ do wniosku, że odkształcenie musi poprzedzać rekrytalizację.

Campbell sądzi jednak, jak również Robin³⁰⁾ w r. 1913, że grubość próbek także wywiera wpływ, natomiast Portevin³²⁾ reprezentuje pogląd, że grubość nie oddziałuje wcale, co potwierdza doświadczalnie Czochralski²⁹⁾ w r. 1916.

H. Le Chatelier bada w r. 1911 zjawisko rekrytalizacji na odciskach kulki i wypowiada zdanie, że największe kryształy powstają w żelazie w tych miejscach, gdzie zachodzi największy stopień odkształcenia.

Sauveur³⁵⁾ powtarza w r. 1912 przeprowadzone przez H. Le Chatelier'a próby rekrytalizacji na odciskach kulki. Dalej wykonywa także doświadczenia z próbkami zginanymi i skręcanymi. Dochodzi do wniosku, że wzrost ziarn następuje tylko w wąskim zakresie odkształcenia. Naprężenie $35,15 \text{ kg/mm}^2$ wywołuje dobrze uwytłaniający się wzrost kryształów, wówczas gdy tylko nieznaźnie mniejsze lub większe, mianowicie $33,39 \text{ kg/mm}^2$ i $36,90 \text{ kg/mm}^2$ — nie wywołują wcale wzrostu. W wynikach tych widzi ich autor dowód wąskich granic krytycznego zakresu odkształceń. Postępowej więc zależności wielkości ziarn od odkształcenia nie uznaje Sauveur, tak samo jak H. Le Chatelier.

Według danych Cohen'a i Hasslinger'a³⁶⁾ z r. 1910, rekrytalizacja ma zachodzić poza granicami odkształcenia, natomiast Robin³⁷⁾, a na podstawie jego danych również Humfrey²⁴⁾ (1903) są przeciwnego zdania.

Heyn²⁸⁾ stwierdza w r. 1912, że czas wyżarzania oddziałuje tylko początkowo szczególnie silnie i że jego wpływ staje się stopniowo coraz mniejszy, tak że krzywe, wyrażające zależność wielkości ziarn od czasu wyżarzania, zbliżają się asymptotycznie do pewnej wartości granicznej. Gdy stan ten

jest osiągnięty, to dalsze powiększenie ziarn może być osiągnięte tylko w drodze podwyższenia temperatury żarzenia. Robin atoli³⁰⁾ (1913) ustala na licznych materiałach (cyna, ołów, cynk, glin, miedź i żelazo) minimum wielkości ziarn w określonych temperaturach, co zresztą zdaje się opierać na mylnych obserwacjach.

Dalej ogłasza Heyn, że rekrytalizacja zaczyna się w tem niższej temperaturze, im wyższy był stopień odkształcenia, co też potwierdzają Chappel²⁸⁾ w r. 1915 i Czochralski²⁹⁾ w 1916.

Tammann³⁸⁾ dostrzegł w r. 1912 przyczynę rekrytalizacji w naprężeniach powierzchniowych wydłużonych kryształów i przypuszcza, że siatka przestrzenna kryształów pozostaje przy odkształceniu nietkniętą. Zakłada on, że przebiegowi rekrytalizacji towarzyszy z jednej strony tworzenie się bardzo małych, nieorientowanych kryształów, co już wielu badaczy dostrzegało, z drugiej zaś strony przebieg polega na powstawaniu wielkich kryształów. Ten do pewnego stopnia paradoksalny pogląd dzielają do r. 1916 prawie wszyscy badacze.

Moellendorff i Czochralski¹⁴⁾ (1913) sądzą, w przeciwieństwie do Tammann'a³⁸⁾ (1912), że podczas odkształcenia zachodzi przemieszczenie najdrobniejszych cząstek i że przemieszczone najdrobniejsze cząstki, przy dostatecznym ruchu pod działaniem ciepła, odzyskują swe właściwe położenie krystalograficzne, co potwierdza — jak im się zdaje — zanikanie odbić światła od płaszczyzn poszczególnych kryształów i zdolność do wytrawiania figur krystalicznych. Poza tem potwierdza tą pracą w sposób pouczający znane już fakty i spostrzeżenia.

W r. 1914 sądzi Robin, że rekrytalizacja zaczyna się na granicach ziarn i paskach bliźniaczych, co również potwierdza w r. 1915 Chappel²⁸⁾, Rassow i Velde³⁹⁾ w 1920 oraz Carpenter i Elam⁴⁰⁾ w r. 1921.

M. Schwarz⁴¹⁾ zauważa w r. 1915 na miedzi, że często małe kryształy mogą wyprzeć duże, gdy tymczasem panowało dotychczas odwrotne zdanie.

Poza tem zajmuje się autor tej pracy rekrytalizacją pojedynczych kryształów, w zupełnie podobny sposób, jak Humfrey²⁴⁾ w swej pracy o ołowiu z r. 1903.

C. Chappel²⁸⁾ (październik—listopad 1915) omawia w wyczerpującej rozprawie rekrytalizację żelaza. Znaczenie tej pracy polega na tem, że uznaje ona konkretne postępy, jaki zachodzi nie tylko pomiędzy temperaturą, czasem wyżarzania i wielkością ziarna, lecz również zależność pomiędzy

^{28a)} Timofeef (1914). Sur la récrystallisation du zinc écroui. Rev. d. Mét., XI, str. 127.

³¹⁾ Campbell (1917). Ueber die Gefüge der Metalle, deren Veränderungen durch Bearbeitung und Wärmebehandlung. Metallurgie, str. 801.

³²⁾ Portevin (1909). Influence des Traitements Thermiques sur les alliages de cuivre. Rev. d. Mét., str. 814

³³⁾ Grard (1909). Sur la maladie de l'écroutissage dans l'acier. Rev. d. Mét., str. 655.

³⁴⁾ H. Le Chatelier (1911). Notes de Métallographie, Aciers de M. Charpy cristallisés par recuit après écroutissage. Rev. d. Mét., str. 367.

³⁵⁾ Sauveur (1912). Bemerkungen über das Wachsen der Ferritkristalle unterhalb ihres thermischen Umwandlungspunktes. Int. Verb. f. d. Materialprüf. der Techn. VI. Kongress.

³⁶⁾ Cohen i Hasslinger (1910). Physikalisch-chemische Studien am Zinn. Ztschr. f. phys. Chemie, XVIII, str. 214.

³⁷⁾ Robin (1914). Solidification, réseaux cellulaires et croissance des grains dans les métaux. Rev. d. Mét., str. 489.

³⁸⁾ Tammann (1912). Ueber die Aenderung der Eigenschaften bei der Bearbeitung von Metallen. Zft. f. Elektrochemie, str. 584.

³⁹⁾ Rassow i Velde (1920). Das Rekristallisationsdiagramm des Kupfers. Zeitschr. f. Metallkunde, str. 369.

⁴⁰⁾ Carpenter i Elam (1921). Die Rekristallisation des Aluminiums beim Erhitzen. Eng., str. 302.

⁴¹⁾ M. v. Schwarz (1915). Metallographische Studien. Int. Zeitschr. d. Metallogr. tom VII, str. 124.

stopniem odkształcenia i wielkością ziarna metalu rekrytalizowanego. Dalej stwierdza on, że rekrytalizacja odbywa się we wszystkich kierunkach próbki, w których nastąpiło przekroczenie granicy plastyczności; potwierdza to bezpośrednio potem Czochrański³⁹⁾, a w dalszej pracy łącznie z nim — Deutsch⁴²⁾.

Również zauważa Chappel rozwój kryształów od ośrodków amikroskopijnych, sądzi jednak wciąż jeszcze, że rekrytalizacja jest wynikiem dwóch przeciwnych dążeń, mianowicie rozpadu ziarn i ich wzrostu. Odrzuca on teorię naprężeń powierzchniowych i wypowiada przypuszczenie, że przyczyną rekrytalizacji jest wysokie napięcie pomiędzy cząstkami elementarnymi. Stan ten nazywa „Metakristalin“, nie łącząc jednak z tą nazwą określonego pojęcia. Praca ta stanowi nowy rozdział w tej dziedzinie metallografji.

(W miesiąc później (styczeń 1916 r.) potwierdza Czochrański w pracy niezależnej wyniki Chappell'a na cynie i buduje pierwszy wykres rekrytalizacji. Treść tej pracy dotyczy również poznania zależności pomiędzy wielkością ziarna a stopniem odkształcenia. Przebieg rekrytalizacji objaśnia autor na zupełnie analogicznym do krystalizacji zjawisku, przy którym wielkość ziarn rekrytalizowanych (RKG) ma to samo znaczenie co wielkość ziarn (KG) przy krystalizacji, a liczbie ziarn rekrytalizowanych (RKZ) — odpowiada liczba kryształów podczas krystalizacji (KZ). W pracy ogłoszonej w r. 1917 daje Czochrański⁴³⁾ nowy wykres przestrzenny zależności RKG od stopnia odkształcenia i temperatury oraz drugi — zależności liczby ziarn od tych samych czynników.

Rekrytalizacja nigdy nie zachodzi od razu w całej masie przemieszczonych kryształów, jeno zawsze rozpoczyna się od poszczególnych ośrodków (zarodków). Paradoksalne do pewnego stopnia ujęcie, że istota rekrytalizacji polega na rozpadzie ziarn i wzroście ziarn, znajduje w ten sposób proste wyjaśnienie.

Stead⁴⁰⁾ wypowiadał podobny pogląd już w r. 1898; twierdził bowiem, że reorganizacja ziarn zaczyna się w pojedynczych ośrodkach, które stopniowo wzrastają w danej temperaturze; atoli z tego spostrzeżenia autor nie wyprowadził dalszych wniosków.

Tammann⁴⁴⁾ podaje (1918 r.) pewne dane zasadnicze o nowym ujęciu przebiegu rekrytalizacji, prawie dosłownie, nie uwzględniając jednak ogłoszonej na 2 lata przedtem pracy Czochrańskiego.

³⁹⁾ Deutsch (1916). Die Mechanik des Fließens und die Metallographie. Int. Zeitschr. d. Metallogr.

⁴⁰⁾ Czochrański (1917). Veränderung der Korngrösse und der Korngliederung in Metallen. Z. d. V. D. I., str. 345.

⁴¹⁾ Tammann (1918). Ueber die Rekristallisation in Metallen. Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wissensch. Math. phys. Klasse, Göttg.

Oberhoffer⁴⁵⁾ buduje w r. 1919, na podobieństwo wykresu rekrytalizacji cyny — nowy wykres dla żelaza elektrolitycznego i potwierdza naogół słuszność opracowanego dla cyny schematu rekrytalizacji. Stosując jednak dłuższy czas żarzenia, otrzymuje odchylenia, ważne z punktu widzenia technologicznego i wymagające jeszcze wyjaśnienia.

Rassow i Velde^{39 i 40)} zestawiają w r. 1920 i 1921 nowe wykresy rekrytalizacji dla miedzi i glinu technicznego, które potwierdzają całkowicie wyniki uzyskane dla cyny.

Rzut oka wstecz.

Jeżeli rzucimy okiem na przytoczoną obszerą literaturę, to możemy stwierdzić z jednej strony, że zależności zachodzące pomiędzy wielkością ziarn, temperaturą rekrytalizacji i czasem były już wcześniej ujęte dokładnie. Na pierwszym miejscu, ze względu na badanie temperatury rekrytalizacji, należy postawić nast. nazwiska: Kalischer, Ledebur, Charpy, Heyn i in., pod względem czasu rekrytalizacji — Ledebur, Sauveur, Stead, Heyn, Charpy i in.

Natomiast, z drugiej strony, zależność wielkości ziarn od trzeciego, równie ważnego czynnika, mianowicie stopnia odkształcenia nie została z żadnej strony wzięta pod uwagę; owszem, pomiędzy innymi Kalischer, Ewing i Rosenhain, H. Le Chatelier, Sauveur i Robin zrobili początek w tym kierunku, żaden jednak autor nie pomyślał o zależności postępowej wielkości ziarn, od stopnia odkształcenia. Ewing i Rosenhain (1902) mówią nawet, że ustalenie ścisłej zależności jest niemożliwe. Największe przybliżenie do tej możliwości daje założenie doskonałego zgniotu, jakie czynią H. Le Chatelier, Sauveur i — wedł. ich danych — Humfrey.

Pierwszy krok ku poznaniu znaczenia stopnia odkształcenia, jako pierwszorzędnego czynnika, czynią dopiero Chappel i autor. Dopiero przez poznanie tego czynnika stało się możliwe wprowadzenie porządku w bezład danych, które stwierdzały minimum wielkości ziarn to przy niskich, to przy średnich, to przy wysokich temperaturach, to znów przy doskonałym stopniu zgniotu, to wreszcie przy określonej grubości próbek, a zatem prowadziły do przeczących sobie wyników. Wszystko to stało się zrozumiałe, gdy się wzięło pod uwagę pominięty dotąd czynnik, stopień odkształcenia. Wówczas więc, gdy technolog nie miał przedtem żadnego środka, zapomocą którego mógłby oddziaływać planowo na wielkość ziarn, to obecnie, przez nową zdobycz wiedzy, uzyskał tę możliwość.

⁴⁵⁾ Oberhoffer i Oertel (1919). Die Rekristallisation des Eisens; Stahl. u. Eisen, str. 1061.

⁴⁶⁾ Rassow i Velde (1921). Das Rekristallisationsdiagramm d. Aluminiums. Zeitschr. f. Metallk., str. 557.

O ciemnych pasmach na powierzchni wyrobów stalowych, obrobionych narzędziami tnącymi.

Napisał I. Feszczenko-Czopiński, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

Powierznię obtoczonego przedmiotu nie zawsze otrzymuje się z pod noża tokarki (strugarki) czy stałą. Praktyka warsztatów mechanicznych od czasu do czasu daje nam dowody, że na gładko obtoczonej powierzchni wyrobów walcowanych lub tłoczonych, żelaznych i stalowych, często zjawiają się szczeliny, plamy i pasma ciemnawe, lub — jak je nazywają w niektórych fabrykach — „cienie“.

Pasma te mogą występować bądź w postaci długich, dość szerokich warstewek, idących prawie przez całą długość przedmiotu (patrz rys. 1), bądź to w postaci szeregu przerywanych, krótszych lub dłuższych pasemek, które na niewytrawionej powierzchni są stosunkowo mało wyraźne, a na po-

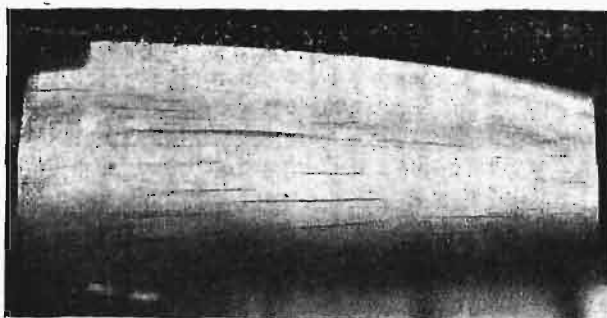


Rys. 1.

wierzchni wytrawionej odczynnikiem Heyn'a stają się liczniejsze, wyraźniejsze i głębsze (rys. 2).

Co jest przyczyną powstawania tego rodzaju ciemnawych pasm (cieni), wyciągniętych w kierunku walcowania lub tłoczenia?

Na to można dać odpowiedź krótką i kategoryczną. Przyczyną tego rodzaju zjawisk mogą być objawy niejednorodności roztworu stałego i związane z tem skupienia zanieczyszczeń, wyciągnięte w kierunku działania sił zgniatających.



Rys. 2.

Niejednorodność w budowie metalu powstaje skutkiem procesu krzepnięcia bloku (selective freezing). Stal w stanie płynnym jest roztworem domieszek (zanieczyszczeń); po skrzepnięciu jest mieszaniną kryształów roztworów stałych różnych domieszek stali (węgla, fosforu, krzemu, manganu, tlenu i azotu) w żelazie, lecz do pewnych zawartości maksymalnych (granicznych). Ilości domieszek, przekraczające te zawartości graniczne, wydzielają się podczas krzepnięcia w postaci osobnej fazy stałej.

Wydzielające się podczas krzepnięcia kryształy roztworu stałego różnią się jeden od drugiego

swym składem chemicznym, i to w tem większym stopniu, im większą zawartość węgla i fosforu posiada dany materiał, im powolniejsza była szybkość stygnięcia bloku i im większy jest przekrój poprzeczny bloku. Wszystko to tworzy tak zwaną „naturalną” niejednorodność budowy bloku metalicznego, a całe to zjawisko niejednorodności budowy określa się terminem „likwacji”, lub „segregacji”. Największą zdolność do likwidacji wykazuje fosfor, następnie węgiel, a w końcu krzem i mangan.

Rozmieszczenie siarki w całej objętości bloku jest może najwięcej niejednorodne, a mechanizm likwacji siarki jest najwięcej skomplikowany. Siarka prawie nie rozpuszcza się w twardym żelazie. Również mało możemy powiedzieć i o stopniu rozpuszczalności siarki w płynnym żelazie, chociaż zasadniczo fakt ten jest do pewnego stopnia niewątpliwy. Obecnie przyjmujemy, że siarczki, których ciężar właściwy jest mniejszy od żelaza i których wzór chemiczny w razie obecności w kąpieli metalicznej manganu musi być oznaczony przez (Fe, Mn) S, nie są rozpuszczalne w żelazie i rozmieszczenie ich jest niezależne od innych domieszek. Siarczki znajdują się w płynnym żelazie w postaci drobniutkich kuleczek, rozproszonych po całej objętości metalu i starających się podnieść do góry.

Jakkolwiekby było odlenione żelazo płynne, to jednak część tlenu pozostaje zawsze w kąpieli w stanie rozpuszczonym. Również i przy odlewaniu strumień stali spotyka się z powietrzem i w dalszym ciągu metal pochłania tlen. Rozpuszczalność tlenu w płynnym żelazie jest znaczna. W twardym żelazie, w fazie γ , graniczna rozpuszczalność tlenu wynosi około 0,32%. Ilości tlenu, przewyższające tę rozpuszczalność graniczną, układają się w stali w postaci Fe O, podobnie do siarczków, na granicach ziarn. Rozpuszczalność graniczna tlenu w żelazie α jest znacznie mniejsza i według badaczy angielskich F. S. Tritton'a i D. Hanson'a wynosi około 0,05%¹⁾, a według badaczy niemieckich A. Wimmer'a²⁾ i prof. P. Oberhoffer'a³⁾ jest jeszcze mniejsza. Graniczna rozpuszczalność tlenu w fazie α żelaza zmniejsza się w dalszym ciągu w miarę obniżenia temperatury. Wydzielające się przy tem dodatkowe ilości tlenu w postaci drobnych kropek Fe O mieszczą się przeważnie wewnątrz kryształów. Większe skupienia żużli, czy to w postaci Fe O (przeważnie w miejscach byłych pęcherzy), czy też w postaci siarczków, znajdujące się na granicach ziarn, przybierają wskutek obróbki mechanicznej (walcowania) kształt cienkich lub nieco grubszych nici (włosków), które stają się przewa-

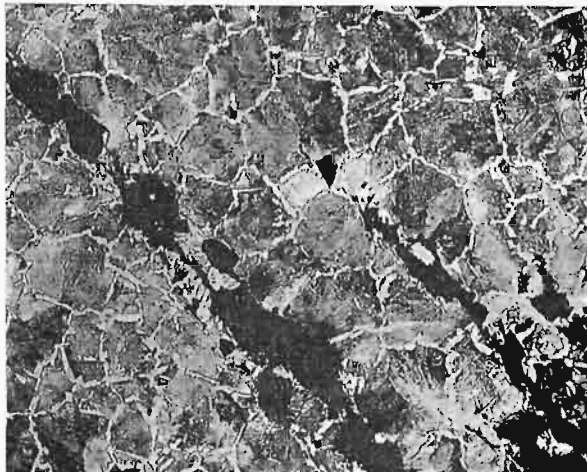
¹⁾ Iron and Steel Inst., CX, II, 85—121.

²⁾ Werkstoffausschuss des Vereines d. Eisenhüttenleute, Nr. 50.

³⁾ „Das technische Eisen”. Berlin, J. Springer, 1925, 185—186.

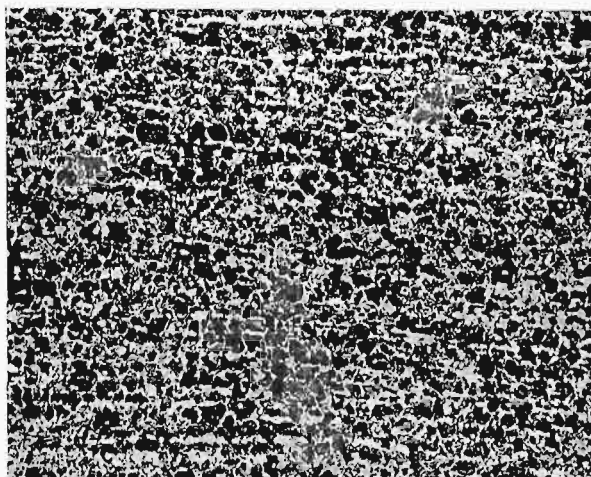
źnie ośrodkami krystalizacji ferrytu przy przemianie allotropowej $\gamma \rightarrow \alpha$ i są powodem powstawania warstwowości w wyżarzonych materiałach walcowanych.

Wahania zawartości siarki w jednym i tym samym bloku mogą, według określeń Talbot'a, wynosić do 337%; fosforu do 279%, węgla do 150%; manganu do 35%. Wüst i Felsler podają nieco węższe granice tych wahań, mianowicie: dla



Rys. 3.

siarki 130%; fosforu 66%; węgla 26%. Najnowsze badania Sub-Committee of the Iron and Steel Institute⁴⁾, przeprowadzone na stalach półtwardych w warunkach fabrycznego stygnięcia bloków, uzależniają te wahania całkowicie od wielkości bloku i dla bloków o ciężarze od 1,25 t do 172 t podają takie granice wahań:

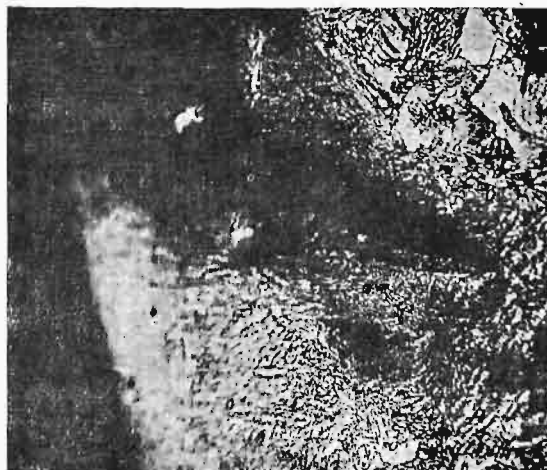


Rys. 4.

	Przebieg	Zawartości			Wahania w %
		Max.	Min.		
Węgiel dla bloku o wadze	1,25 t	0,52	0,54	0,48	12
" " " " "	175,0	0,33	0,55	0,19	109
Mangan " " " "	1,25 "	0,84	0,84	0,79	6
" " " " "	175,0 "	0,79	0,92	0,73	11
Krzem " " " "	1,25 "	0,21	0,21	0,20	4
" " " " "	175,0 "	0,13	0,14	0,11	23
Siarka " " " "	1,25 "	0,037	0,040	0,032	22
" " " " "	175,0 "	0,030	0,080	0,018	206
Fosfor " " " "	1,25 "	0,036	0,038	0,032	17
" " " " "	175,0 "	0,033	0,090	0,023	203

⁴⁾ Iron and Steel Inst., CXIII. 1926. I. 39—114.

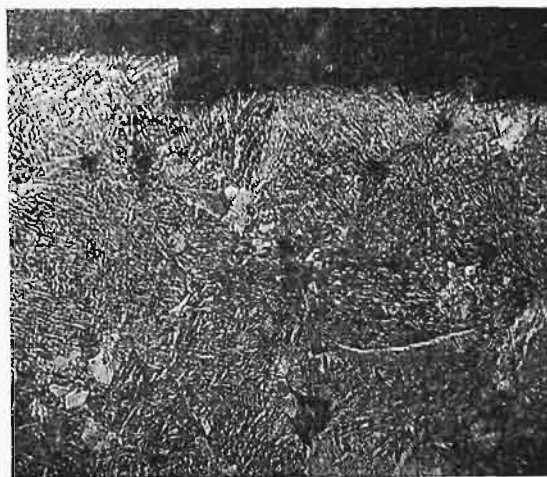
Niezależnie od tego, czy wahania w składzie chemicznym będą większe czy mniejsze, występuje niejednorodność chemiczna, a stąd i strukturalna, bloków w płaszczyznach przekrojów podłużnych i poprzecznych. Stopień niejednorodności zwiększa się w miarę zbliżania się do górnej części bloku, gdzie normalnie znajduje się jama usadowa. Bodaj czy nie największy wpływ na stopień niejednorodności materiału wywołuje stopień odtle-



Rys. 5.

niania materiału w stanie płynnym jeszcze w piecu martenowskim. Dobrze odtleniony metal nadaje się do otrzymania bloku stalowego z minimalną jamą usadową.

Wpływ bliskości jamy usadowej na stopień niejednorodności strukturalnej może być bardzo wielki. Rys. 1 przedstawia podobny defekt po-



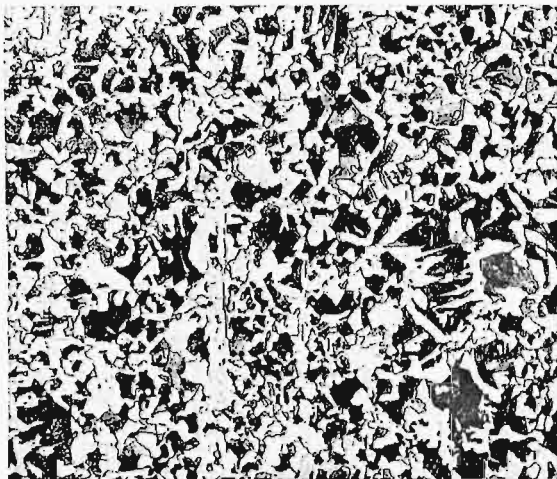
Rys. 6.

wierzchniowy, spowodowany bliskością jamy usadowej w materiale stali półtwardej o składzie chemicznym: C=0,51%; Mn=0,94%; Si=0,182%; P=0,095%; S=0,045%; Cu=0,181%. Materiał ten, wywalcowany przy zbyt wysokich temperaturach, posiada budowę gruboziarnistą, a mikrografija rys. 3 w powiększeniu 65X przedstawia budowę materiału w okolicach końca tego pasma ciemnego, które przedstawiono na rys. 1. Widzimy na tej fotografii (rys. 3), że nie są to pęknięcia. Są to wtrącenia międzymetaliczne, które podczas prze-

miany alotropowej $\gamma \rightarrow \alpha$ stały się ośrodkami krystalizacji dla ferrytu.

Normalizowanie takiej próbki przez dość długie wyżarzanie nieco wyżej punktu Ac_{2-3} , który dla powyższej stali leży około 736° , wytwarza wybitną budowę warstwową w kierunku tak zwanych pasm, t. j. w kierunku walcowania. Właściwości mecha-

staci wtrąceń międzykrystalicznych (tlenków, siarczków i t. p.). Te ostatnie objawy likwacji posiadają wyraźnie makroskopowy charakter, a z tego powodu obecność ich w materiale doprowadza do powstawania ciemnych pasm na gładkiej, obtoczonej powierzchni, o których wspominaliśmy wyżej, lecz z tą różnicą, że pochodzenie ich może być



Rys. 7.

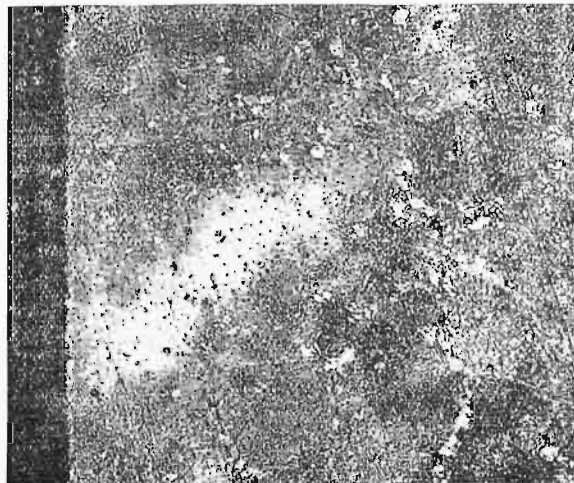
niczne (próba na rozerwanie o długości pomiarowej 200 mm i średnicy 20 mm):

1) próbki posiadającej wspomniane wyżej pasmo i 2) próbki wziętej ze zdrowego końca tego samego materiału o stosunkowo jednorodnej budowie były następujące:

	1	2	
Granica proporcjonalności (P) kg/mm^2	29,6	29,0	
" płynności (Q) "	39,4	40,6	
Wytrzymałość (R) "	78,6	74,6	
Wydłużenie (A) w %	13,7	16,3	
Przewężenie (C) "	18,8	35,5	
Stosunek Q:R	50,0	54,4	
Twardość w skali Brinell'a (B) kg/mm^2	241—235	235—229	
Odporność na uderzenie (U) kg/mm^2 przy $^\circ C$	— 15	0,9	1,3
	0	1,3	1,5
	+ 15	1,3	1,8
	+ 50	2,4	3,6
	+ 100	3,9	4,7
	+ 150	5,5	5,8

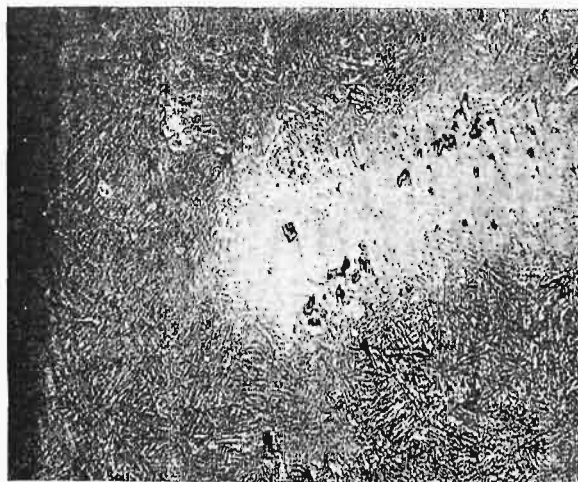
Jak widzimy z przytoczonych wyżej porównań, obecność w próbce pasma żużli, które wtrągnięto do wnętrza próbki (o średnicy 20 mm) nie głębiej jak na 3—4 mm, lecz niewątpliwie pochodzenie swe zawdzięcza bliskości jamy usadowej, obniżyła nieco ciągliwość materiału i znacznie zmniejszyła jego przewężenie (prawie o 50%). Również i kruchość materiału jest nieco zwiększona. Porównanie stopnia kruchości na próbkach z nacięciem prostopadłym do włókien w temperaturach od -15° do $+150^\circ$ wskazuje jasno, że zakres kruchości na zimno został wskutek obecności tego pasma likwatów przesunięty w prawo, w stronę wyższych temperatur. Im głębsze byłoby to pasmo, tem niewątpliwie w większym stopniu byłby przesunięty w prawo zakres kruchości na zimno.

Nóż tokarki (strugarki) odczuwa niejednorodność strukturalną, spowodowaną tak likwidacją wewnętrzną (wewnętrzno-krystaliczną), powstającą wskutek różnicy w składzie chemicznym sąsiadujących kryształów mieszanych, jak i likwidacją zewnętrzną (międzykrystaliczną), występującą w po-



Rys. 8.

albo: 1) wybitnie pierwotne, t. j. spowodowane przebiegiem pierwotnej krystalizacji (przeście fazy płynnej w fazę stałą i związane z tem powstanie likwatów. Wtedy cienie te są przyczyną powstania w materiale wybitnej warstwowości o charakterze makroskopowym i mikroskopowym; lub 2) pochodzeniem wtórnym, spowodowanym różnicą stopnia rozpuszczalności tlenu w żelazie γ i α . Wtedy, w czasie przemiany alotropowej, nadmierne ilości tlenu wydzielają się w postaci tlenków (kropel) przeważnie na granicach ziarn ferrytu, a często mogą znajdować się i wewnątrz kryształów; lub wresz-

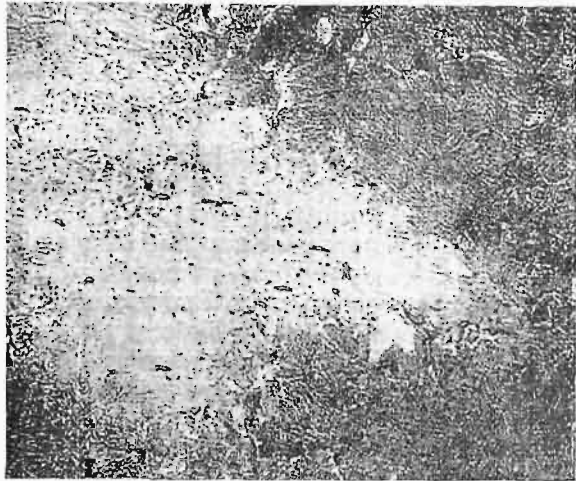


Rys. 9.

cie — 3) nadmierne ilości tlenu (tlenków), które wydzielają się w postaci kropel mikroskopowych z kryształów żelaza w temperaturach poniżej przemiany alotropowej $\gamma \rightarrow \alpha$, wskutek obniżenia się stopnia rozpuszczalności w miarę obniżania temperatury, i posiadają prawie wyłącznie charakter wewnętrzno-krystaliczny.

Na powierzchni polerowanej (szlifowanej) te

wtórne i późniejsze wydzielenia tlenków występują w postaci mniejszych lub nieco większych ciemnowych kropeł i mogą służyć jako punkt wyjścia, według twierdzeń A. Wimmera, do jakościowego określania zawartości tlenu, obecnego w danym materiale. Lecz również i na powierzchni obocznej (nie szlifowanej) obserwujemy podobne zjawie-



Rys. 10.

sko, tylko nie tak wyraźnie, jak na powierzchni polerowanej. Nóż tokarki, napotykając kruche żużelki, wykrusza je i pozostawia ślad w postaci schodków lub zadziorów. Pod mikroskopem zjawisko takie przedstawia się w sposób podobny, jak to podano na mikrofotografii na rys. 5 (pow. 350), gdzie nóż tokarki wykruszył kruchy żużel i utworzył w tym miejscu szczelinę, a za tą szczeliną pozostał występujące wzniesienie. Rys. 6 (pow. 150) przedstawia coś podobnego, lecz z mniejszym efektem, co spowodowała mniejsza zawartość żużli, znajdujących się w tym miejscu.



Rys. 11.

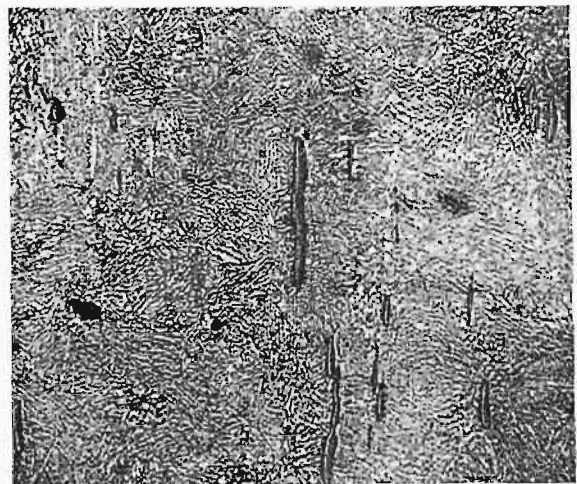
Makrofotografia rys. 2 przedstawia część obocznej powierzchni tłoczonego wyrobu stalowego ze stali półtwardej o składzie chemicznym: C=0,37%; Si=0,28%; Mn=0,80%; S=0,033%; P=0,023%, po wytrawieniu odczynnikami Heyn'a. Również i reakcja Baumanna (na siarkę) wywołała podobne, choć nieco słabsze zjawisko. Zawartości fosforu w tej stali, jak to wyraźnie wy-

plywa z podanej wyżej analizy chemicznej, są minimalne; jest to dowodem, że odczynnik Heyn'a i Bauer'a działa również i na tlenki, co sprawdzono drogą analizy metalograficznej.

Mikrofotogr. rys. 7 (pow. 65) przedstawia budowę tego materiału. Oprócz większych wtrąceń żużlowych pochodzenia pierwotnego, wyciągniętych w kierunku tłoczenia i występujących w postaci długich, cieniotkich włókien, widzimy również liczne drobniutkie krople żużlowe. Zjawiska segregacji występują wyraźnie na powierzchni szlifów materiałów hartowanych i odpuszczonych (ulepszonych termicznie). Rys. 8 (pow. 65) i 9 (pow. 150) przedstawiają takie kolonie likwatów o charakterze tlenków (siarczków). Pewna część powierzchni szlifów pozostała słabiej wytrawiona i znacznie odróżnia się swą budową od budowy otoczenia (sorbitycznej). Ta część wypełniona jest znaczną ilością kropeł żużlowych (tlenków, siarczków). Rys. 10 (pow. 350) przedstawia podobne miejsce, posiadające olbrzymią ilość drobniutkich likwatów, z których większe są nieco wyciągnięte w kierunku walcowania (pochodzenia pierwotnego), a tło tej jasnej plamy posiada budowę perlityczno-ferrytyczną.

Podłużne szlify z tegoż materiału wyglądają w powiększeniu tak, jak to przedstawiono na rys. 11 (pow. 65) i 12 (pow. 350). Kiedy nóż tokarki natrafia na taką jasną plamę (patrz rys. 8, 9, 10 i 11), napełnioną drobnymi lub nieco większymi wtrąceniami żużla, czy to w postaci kropeł, czy też w postaci nieco wyciągniętych pasemek, to wykrusza całą okolice, bogatszą w zanieczyszczenia (likваты), a z tego powodu znacznie twardszą i znacznie kruchszą, niż otaczająca osnowa metaliczna.

Na pierwszym z przytoczonych powyżej przykładów, wziętych wprost z praktyki codziennej



Rys. 12.

warsztatu mechanicznego (rys. 1), ciemnawe pasmo jest śladem jamy usadowej. Diagnostą dla drugiego przykładu będzie twierdzenie, że materiał wyszedł z pieca martenowskiego źle odtleniony, co spowodowało wyraźną segregację tlenków (a częściowo i siarczków) w pewnych miejscach objętości bloku według znanych reguł krzepnięcia stali. W tym wypadku obecność większych skupień se-

gregatów mogłaby być odniesiona, jak i w pierwszym wypadku, również na konto bliskości jamy usadowej; to znaczy, że można byłoby przypuścić, że dany obiekt powstał z materiału górnej części

bloku, gdzie zjawiska likwacji są zawsze wyraźniejsze. Lecz drobnokulkowa postać wtrąceń międzymetalicznych i rozmieszczenie ich w kolonjach przemawia za pierwszym przypuszczeniem.

W sprawie zakładu wodociągowego dla przedmieścia Pragi w Warszawie.

Napisał *L. Gembarski* Inż. technolog.

Z okazji Zjazdu międzynarodowego lekarzy wojskowych i urzędzenia Wystawy Sanitarnej-higienicznej w Warszawie, Dyrekcja wodociągów i kanalizacji m. Warszawy wydała specjalną broszurę p. t. „Krótki opis urządzeń i działalności wodociągów i kanalizacji m. st. Warszawy 1884¹⁾ — 1927.” Na ostatniej stronie tej broszury powiedziano: „Dla części Warszawy, leżącej na prawym brzegu Wisły, Dyrekcja poszukuje innego źródła wody niż Wisła, i w toku są badania wody gruntowej w okolicach Grochowa, które, jak dotychczas, dają nadzieję na otrzymanie dostatecznej ilości wody, i po odżeźnieniu, zupełnie zadawalniającej jakości.” Ponieważ jest to pierwsze oficjalne powiadomienie szerszego ogółu, że w sprawie wodociągów dla Pragi istnieją obecnie nowe projekty, gdyż dotychczas pojawiały się o tem tylko wzmianki w pismach codziennych i nie wiadomo było, skąd one pochodziły, więc dopiero teraz można się bliżej zastanowić nad celowością i możliwością czerpania wody ze wskazanego miejsca do zaopatrzenia w nią przedmieść prawobrzeżnych.

Mieszkańcy Pragi, położonej w piaszczystej nizinie, pod którą przepływają wody podziemne, dążące do Wisły, od najdawniejszych czasów czerpały wodę z licznych studzien, lub wprost z rzeki. Trwało to do r. 1868, do wybuchu pożaru przy ul. Żabkowskiej, podczas którego spaliła się prawie cała wschodnia część Pragi. Wówczas postanowiono wybudować wodociąg, przeznaczony wyłącznie dla Pragi (Warszawa posiadała wodociąg od 1855 r.) i projekt urzeczywistniono w krótkim czasie. Ustawiono na brzegu Wisły, na placu, zwanym wówczas Mikołajewskim, między ul. Szeroką i Brukową, pompy, wprowadzane w ruch kieratem konnym i lokomobilą; pompy tłoczyły wodę do zbiornika mrowanego o pojemności 90 m³ i w razie pożaru do wieży ciśnienia. Od zakładu przeprowadzono rury wodociągowe pod ulicami Brukową, Jagiellońską (dawną Petersburską), Targową, Żabkowską, Szeroką i Namiesznikowską, ogólnej długości 4,5 km. Z rurami było połączonych 12 źródeł ulicznych i 28 hydrantów pożarowych. W zbiorniku poziom wody utrzymywano o 6,70 m powyżej powierzchni placu, a + 11,60 m nad 0 Wisły przy moście Kierbedzia. Ze zbiornika przepompowywano wodę do wieży ciśnienia na wysokość + 18,3 m. Wodociąg praski filtrów nie posiadał, dostarczał średnio dziennie 380 m³ wody.

Przy projektowaniu nowych wodociągów dla Warszawy, postanowiono zaopatrywać Pragę w wo-

dę filtrowaną z głównej centrali warszawskiej. W projekcie W. Lindley'a z 1878 r. nie wskazano, jaką ilość przeznaczano dla Pragi, wogóle tylko powiedziano, że lewobrzeżne powiśle i Praga otrzymywać będą 15% całej ilości wody filtrowanej, a więc około 13 000 m³ na dobę. Przypuszczać należy, że mniej więcej połowa tej ilości miała być oddana Pradze, gdzie ciśnienie w rurach miało dochodzić 15 m ponad poziom ulic (na lewobrzeżnym powiślu 20 m). Wodę projektowano przeprowadzić za pośrednictwem dwóch rur o średnicy 300 mm, zawieszonych pod mostem Kierbedzia, które W. H. Lindley, przy dalszym opracowywaniu wodociągu praskiego, zamienił na 400 mm. Pierwszą rurę ukończono w r. 1896 i odtąd Praga została pozbawiona własnego zakładu wodociągowego, po 27-letnim jego istnieniu.

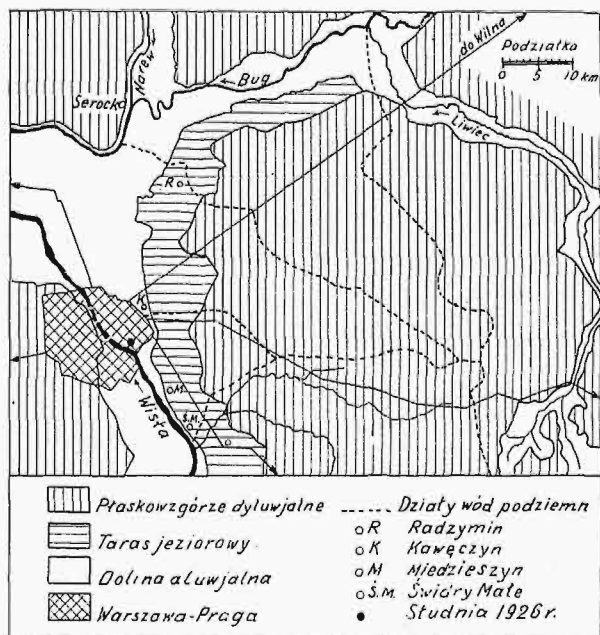
Rok 1915, w którym wskutek działań wojennych był zburzony częściowo most Kierbedzia, a z nim i dwie rury wodociągowe, przez co Praga była pozbawiona przez 6 tygodni dostatecznej ilości wody (dostarczano tylko około 1000 m³ z prowizorycznej stacyjki wodociągowej, urządzonej przy ul. Żabkowskiej w dawniejszych składach monopolu spirytusowego), wykazał konieczność budowy zakładu wodociągowego, przeznaczonego wyłącznie dla Pragi i miejscowości przyległych. Jeszcze podczas okupacji niemieckiej ówczesny wydział wodociągów i kanalizacji Magistratu zastanawiał się nad tą sprawą. Jako źródła wody, brano pod uwagę trzy alternatywy: 1) wodę gruntową płytszą, z obszarów, leżących na północ i wschód od Pragi, 2) wodę podziemną z głębszych warstw, 180—200 m i 3) wodę rzeczną, wślana. Ponieważ cały teren, zawarty między Wisłą, Narwią, Bugiem, Liwcem i Świdrem, nie był zbadany nie tylko hydrologicznie, lecz nawet geologicznie, roboty musiały być rozpoczęte od ułożenia map geologicznych i hydrologicznych. Magistrat powierzył w r. 1918 przeprowadzenie odpowiednich studiów prof. Dr. Janowi Lewińskiemu, który, współpracując z geologami Janem Samsonowiczem, Stanisławem Lenciewiczem i Franciszkiem Hirsbergiem, złożył po ukończeniu pracy b. obszerny i starannie ułożony memoriał w danej kwestji, ogłoszony następnie w r. 1921 w miesięczniku „Roboty Publiczne”, p. t. „Badania hydrologiczne okolicy Warszawy.” Do studiów wydział wodociągów Magistratu dał do dyspozycji prof. J. Lewińskiego mapy topograficzne w skali 1 : 25 000.

Wskazany powyżej obszar, obejmujący około 3000 km², został szczegółowo skartowany i opisany pod względem geologicznym, a wyniki uwidoczniono na mapie geologicznej w skali 1 : 100 000.

¹⁾ Budowę wodociągów i kanalizacji rozpoczęto w 1882 r.; nowy wodociąg zaczął dostarczać wodę do miasta w r. 1886.

Jednocześnie na całym terenie przeprowadzono badania hydrologiczne, przyczem wykonano przeszło 2600 pomiarów poziomu wód gruntowych, zbadano wszystkie studnie, ich wydajność i charakter. Wyniki tych badań przedstawiono na mapie hydrologicznej w skali 1 : 100 000, wskazując izohypsy powierzchni wód gruntowych co 5 m, zaś w dolinie Wisły co 3 m, oraz działy wód podziemnych, i w wyczerpującym opisie. Mapy te, stanowiące cenny dorobek dla krajoznawstwa, dotychczas nie są wydane.

Cały rozpatrywany teren składa się z dwóch odrębnych części: płaskowzgórza dyluwjalnego i wyerodowanych w niem wielkich dolin rzecznych (rys. 1). Płaskowzgórze dyluwjalne stanowi jednolitą płytę z regularnym i stałym spadkiem ku północnemu zachodowi. W dnach dolin Wisły, Narwi i Bugu wyróżnić można trzy tarasy: najniższy, łąkowy, zalewany co rok, pokryty łąkami i bagnami. Nad nim wznosi się drugi, również jeszcze zalewany, lecz tylko podczas najwyższych powodzi; zajmuje on większą część, oznaczonej na mapie jako aluwja, doliny Wisły, lecz rozgraniczenie tych tarasów musiało być zaniedbane²⁾. Nadzwyczaj charakterystycznie odznacza się taras dyluwjalny najwyższy, obrzeżający całe terytorjum płaskowzgórza dyluwjalnego od strony północno-zachodniej, przedstawiający się jako resztki osadów jeziora zaporowego, powstałego w epoce lodowcowej; wskutek zatamowania przez lody wolnego odpływu wód, skierowanych ku północy. Zachowany pas utworów jeziorowych posiada średnią szerokość 4—5 km, zwęża się na skrajnym wschodzie do



Rys. 1.

3 km, rozszerza się zaś do 10 km wprost Marek i Ząbek.

Pod względem hydrologicznym, teren badany rozdziela się na trzy obszary o różnym charakterze:

²⁾ Taras ten jest oznaczony na mapce dołączonej do zbiorowego dzieła p. t. Przewodnik geologiczny po Warszawie i okolicy" J. Lewińskiego, A. Łuniewskiego St. Małkowskiego, J. Samszonowicza i Warszawa, 1927 r.

rze: 1) płaskowzgórze dyluwjalne (I), 2) taras jeziorowy dyluwjalny (II) i 3) dolina aluwjalna (III). Wszystkie te trzy obszary są objęte w jeden system krążenia wód podziemnych, skierowany ku korytom rzek.

I. Płaskowzgórze dyluwjalne może być w całości uważane, jako teren trudno przepuszczalny, ze znacznym, intensywnym powierzchniowym odpływem wód. Wogóle posiada płytki poziom wodonośny, głębsze poziomy wodonośne są nieregularne i nieobfite. Wody wszystkie, szczególnie z poziomu płytkiego, są bardzo twarde (do 32° niem.).

II. Taras jeziorowy można podzielić na odcinki w zależności od składu petrograficznego: 1) odcinek południowy może być uważany, począwszy od Wawra, jako teren piaszczysty, dobrze przepuszczający, poziom wód gruntowych w nim zależy od poziomu Wisły, ku której wody spływają; 2) odcinek północny — od okolic Kawęczyna wzdłuż dawnej doliny Wisły i Bugu, prawie do ujścia Liwca, składa się z seryj utworów piaszczystych, pokrytych warstwą nieprzepuszczalną ilów, wskutek czego posiada dwa poziomy wodonośne. Miejscowe wody zbierają się w piaskach na powierzchni ilów jeziorowych i tworzą płytki poziom wodonośny. Drugi poziom, głębszy, powstaje w piaskach pod łąkami jeziorowymi i wody tego poziomu pochodzą z płaskowzgórza dyluwjalnego, które stanowi dla niego obszar infiltracyjny, chociaż jest prawdopodobne, że do tych wód dołącza się pewna ilość wód, infiltrująca wprost z utworów jeziorowych, gdyż na krawędzi mają charakter piaszczysty. Wody tego poziomu są średnio twarde (11 — 15° niem.), zawierają widoczne ilości żelaza, nieco gipsu, mało chloru. Do cechy tych wód należy zaliczyć żółtawe ich zabarwienie. Według prof. J. Lewińskiego, „zabarwienie to stąd pochodzi, że obszar infiltracyjny na płaskowzgórzu dyluwjalnym jest często zabagniony i storfiały, a wypłokane przez wodę barwniki nie ulegają rozkładowi wobec tego, iż wody tego poziomu są w utworach jeziorowych na ogromnej przestrzeni oddzielone od atmosfery przez utwory nieprzepuszczalne i nie mogą podlegać utlenieniu.”

III. Dolina aluwjalna — dawniejsze dno Wisły, Narwi i Bugu — składa się z utworów nieprawidłowo uwarstwionych: zmiennych utworów ilasto-piaszczystych, piaszczystych i nawet żwirowych. Utwory aluwjalne są łatwo przepuszczalne i zawierają stosunkowo znaczne ilości wód, gdyż przez nie odpływa do koryta rzek całkowita ilość wód podziemnych z płaskowzgórza dyluwjalnego i przybývają opady atmosferyczne z powierzchni tarasu jeziorowego i własnej. Pomimo wielkiej ilości wody, spadek powierzchni wód gruntowych jest mały. Wobec przepuszczalności wszystkich utworów, wody doliny aluwjalnej są narażone na intensywne zanieczyszczenie z powierzchni, a już z samych bagien i torfów są obciążone substancjami organicznymi. Poziom wód gruntowych w dolinie aluwjalnej ulega dość znacznym wahaniom, zależnie od stanu Wisły.

Opisawszy badany obszar pod względem geologicznym i hydrologicznym, prof. J. Lewiński wprowadza następujące wnioski (w skróceniu):

I. Płaskowzgórza dyluwjalne, jako teren ujęcia wody, w żadnej swej części nie może być brane pod rozwagę, z powodu nieprawidłowości, małych rozmiarów i ubóstwa poziomów wodonośnych.

II. W tarasie dyluwjalnym możliwe jest poszukiwanie warunków odpowiednich do pobierania wody do projektowanego zakładu wodociągowego, gdyż w jego warstwach piaszczystych ześrodkowują się wody podziemne, dopływające z płaskowzgórza dyluwjalnego w sposób, umożliwiający ich ujęcie, a zarazem poziom wodonośny zalega na większej głębokości od powierzchni lub jest od niej oddzielony przez warstwę nieprzepuszczalnych ilów, a skutkiem tego nie jest narażony na zanieczyszczenie, jak wody doliny aluwialnej. Taras dyluwjalny można podzielić ze względów hydrologicznych, stosownie do działów wód podziemnych, na 4 odcinki:

a) Teren nadbużański, długości około 28 km, ze zlewnią około 500 km², a więc na 1 km utworów jeziorowych przypada mniej niż 20 km² obszaru infiltracyjnego. Ta okoliczność, wraz ze znaczną odległością od Pragi, czyni odcinek ten nieodpowiednim dla danego celu.

b) Terytorjum Radzymin-Kawęczyn, o powierzchni około 350—400 km², z większą wydajnością na 1 km długości, z którego można by otrzymać z zupełnym prawdopodobieństwem około 9 000 000 m³ wody w ciągu roku, czyli 25 000 m³/24h, nadaje się do celów wodociągowych, chociaż wody gruntowe są zabarwione.

c) Teren między Wawrem i Falenicą posiada kształt trójkąta, ograniczonego dwiema liniami, staniczącymi działy wód podziemnych, a bok trzeciej przedstawia krawędź tarasu niemal wszędzie podmywanego przez Wisłę (o ile nie jest obwałowana); przez ten bok odpływają do Wisły wszystkie wody infiltracyjne w granicach obszaru. Długość tego boku wynosi około 20 km, wysokość trójkąta prawie tyleż. Utwory, z których ten teren się składa, są w całości piaszczyste, wskutek czego występuje tu tylko jeden poziom wód gruntowych, składających się z odpływu wód podziemnych z płaskowzgórza dyluwjalnego, zasilonych bezpośrednią infiltracją w utwory samego tarasu. Linja ujęcia z rozmaitych powodów powinna się znajdować na samym brzegu tarasu, na przestrzeni od Miedzyszyna do Świdrów Małych, na długości około 6 km. Możliwą do osiągnięcia wydajność tego terenu oblicza prof. J. Lewiński na 9 000 000 m³ rocznie, lecz uważa, że większa odległość od Pragi, znacznie mniejszy obszar infiltracyjny, niż poprzedni, prawdopodobieństwo większych wahań rocznych, wreszcie możliwość zanieczyszczenia wód podziemnych bezpośrednio z powierzchni, wobec łatwej przepuszczalności w tym odcinku utworów tarasowych, czyni obszar ten znacznie mniej odpowiednim dla zaopatrzenia wodociągu, niż obszar oznaczony p. b.).

d) Teren na południe od Świdra — wobec małych rozmiarów powierzchni infiltracyjnej — wielkich nadziei dla wodociągu rokować nie może.

III. Dolina aluwjalna „aczkolwiek jej piaszczysto-gliniaste utwory osiągają miejscami grubość bardzo znaczną, do 30 m, i zawierają bar-

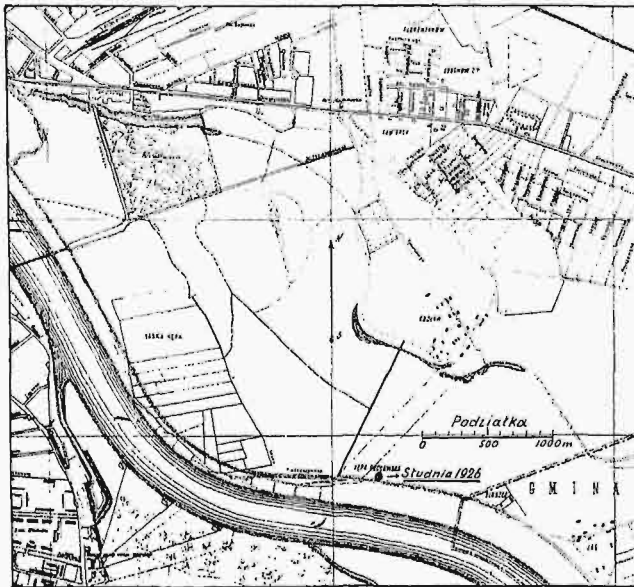
dzo znaczne ilości wody (stosunkowo, przyp. L. G.), nie przedstawia jednak warunków pomyślnych dla pobierania wody dla wodociągu praskiego, ponieważ wody te, zbliżone do powierzchni gruntu, już to gęsto zaludnionego, już bagnistego i torfiastego, ulegają bardzo łatwo zanieczyszczeniu i nie mogą budzić zaufania pod względem sanitarnym."

Oprócz zbadania możliwości zaopatrzenia w wodę Pragi z opisanego obszaru, prof. J. Lewiński przedstawił jeszcze pogląd swój na możliwość ujęcia wód głębokich, co również obszernie motywował na zasadzie swych dawniejszych studiów geologicznych, i uważa, że „olbrzymie zapasy wody, nagromadzone w niezmiernie rozległym i grubym wodonoścu, zapewniają stałą i równomierną wydajność poziomą", lecz dalsze studia, przedsięwzięte przez ówczesny wydział wodociągów Magistratu w r. 1919 i 1920, wykonane przez inż. Kazimierza Wiszowatego, b. docenta Politechniki Petersburskiej, wykazały niemożliwość otrzymania większej ilości tej wody, a również i analizy chemiczne, podające znaczną zawartość wolnego CO₂, szkodliwie działającego na rury, spowodowały, że wydział wodociągów zaniechał myśli zaopatrzenia Pragi w wodę podziemną, płytszą lub głębszą.

Zwrócić się trzeba było do czerpania wody z Wisły, której własności są już znane, a ilość jej, można powiedzieć, dla danego celu, nieograniczona. Ponieważ woda wiślana musi być przed oddaniem do użytku odpowiednio oczyszczona, a zainstalowane do wodociągów warszawskich filtry powolne, angielskie, chociaż spełniają należycie swoje przeznaczenie, są w każdym razie urządzeniem drogiem i wymagającym znacznych obszarów na ich pomieszczenie, a również dużych urządzeń, klarujących wodę przedwstępnie, postanowiono nie wzorować się na nich, lecz w projektowanym zakładzie wodociągowym praskim oczyszczać wodę za pomocą filtrów pośpiesznych, amerykańskich, z koagulacją i chlorowaniem, w razie potrzeby, znakomicie się nadających do oczyszczania wód ze zmienną zawartością zawiesin, co charakteryzuje wodę wiślana. W tym celu w r. 1921 zawieszono korespondencję z jednym z inżynierów amerykańskich w Minneapolis, od którego otrzymano szczegółowe rysunki zakładu wodociągowego w tem mieście. Również zwrócono się w tej sprawie do konsula w Buffalo inż. St. Manduka, który przysłał wykaz poważniejszych firm amerykańskich, projektujących zakłady wodociągowe, a dzięki uprzejmości dr. Fr. Fronczaka, kierownika służby zdrowia w Buffalo, znanego i w Polsce ze swej działalności w 1919 r., otrzymał wydział rysunki zakładu, oczyszczającego wodę w Buffalo. Wskutek stałej dewaluacji marki polskiej i niemożności określenia jakichkolwiek kosztów, korespondencję musiano przerwać, odkładając sprawę do czasu polepszenia się stanu finansowego miasta.

Zdawałoby się, że w tym kierunku powinnyby się rozwijać w dalszym ciągu zamierzenia odnośnie do zakładu praskiego obecnej dyrekcji wodociągów, gdyż cały materiał, zebrany starannie przez prof. J. Lewińskiego, a wykazujący, jak to widać z przytoczonego powyżej zwięzłego streszczenia, nieodpowiedniość, tak pod względem jakościowym, jak i pod względem ilościowym, ujmowania

wody gruntowej, powinienby powstrzymać od zbytecznych doświadczeń, oddalających znowu budowę zakładu praskiego. Jednak, podług podanego we wstępie wyjątku z broszury — postanowiono zwrócić się znowu do wody gruntowej i przed dwoma laty przystąpiono do budowy próbnej studni murowanej, która, jak wzmiankują pisma codzienne, ma posiadać średnicę 10 m i ma być opuszczona do głębokości około 10 m. Studnię umieszczono w odległości 3 km powyżej mostu Poniatowskiego, 0,3 km od wschodniej granicy Pragi (rys. 2), na Kępie Gocławskiej, w dolinie aluwialnej, do której spływają wody z płaskowzgórza dyluwialnego i tarasu jeziorowego przepuszczalnego, z powyżej opisanego trójkątnego obszaru, w którym prof. J. Lewiński znalazł możliwość ujęcia wody tylko na krawędzi tarasu, na długości 6 km między Miedziszynem a Świdrami Małymi. Warunki, w jakich się znajduje ta studnia, są tem gorsze, że otrzymywać będzie wodę, przepływającą pod Gocławiem i dalej na północo-wschód położonym Grochovem, a więc jeszcze dodatkowo zanieczyszczoną. Zwykle przy ujmowaniu wód gruntowych starają się teren, pod którym przepływa ta woda, możliwie zabezpieczyć od zanieczyszczeń i tworzą t. zw. teren ochronny. Jako przykład starannego wyboru miejsca czerpania wody podziemnej, może służyć Frankfurt, którego trzy zakłady wodociągowe są położo-



Rys. 2.

ne w lesie miejskim, otoczonym od strony dopływu wody innymi lasami. Pierwszy zakład był zbudowany w 1884 r., ostatni w 1895. Najbliższe sąsiedztwo osiedla znajduje się w odległości 4 km, inne w odległości kilkunasu.

Również wodociąg w Bydgoszczy otrzymuje wodę podziemną, przepływającą pod lasem. Jak niebezpieczne jest czerpanie wody gruntowej do wodociągów miejskich z miejscowości nieochronionych, daje przykład Hannover (z ujmowaniem w Ricklingen), gdzie w r. z., wskutek zanieczyszczenia wody gruntowej, w ciągu 14 dni zapadło na choroby żołądkowe 30 — 40.000 mieszkańców, poczem nastąpiła epidemia tyfusu, która trwała cały miesiąc i spowodowała 2 650 wypadków zacho-

z nich 260 śmiertelnych.³⁾ Dodać należy, że chociaż czerpie się tam wodę gruntową, to jednakże analizy bakteriologiczne wykonywane się codziennie, a pomimo tego doszło do katastrofy. Po zauważeniu większej ilości bakterij, zaczęto zwiększać dawki chloru, lecz ponieważ zarazki tyfusowe okazują swoje działanie na organizm ludzki po 2 — 3 tygodniach od chwili ich przyjęcia, więc najwidoczniej tyfus wystąpił wskutek infekcji wody gruntowej, co zresztą stwierdzono urzędownie.

Co się tyczy wydajności studni na Kępie Gocławskiej, to więcej niż 3 000 m³/24 h oczekiwać nie należy, zatem już dla teraźniejszych potrzeb Pragi (obecnie Praga zużywa normalnie około 8 000 m³) byłyby nieodzowne conajmniej 3 studnie, w odległości jedna od drugiej ok. 500 m. Jeżeli się będzie obniżało przez pompowanie zwierciadło wody w studni do tego stopnia, że nastąpi infiltracja wody wiślanej, to wydajność się podniesie, lecz może nastąpić także samo zjawisko, co i w wodociągu krakowskim, gdzie zauważono (1921 r.), że „nawet grubość stu kilkunastu (113 — 116) m nie zdola oczyścić wody mechanicznie, tak, że z mętnej Wisły woda w studniach najbliższych jest także mętna“⁴⁾. Jeżeli przechodzą zawiesiny, to tem łatwiej przejdą bakterje i trzebawy wodę ze studni oczyszczając na filtrach.

Studnia omawiana znajduje się między wałem Miedziszynskim i projektowanym kanałem obwodowym, który ma okrążyć Pragę, zaczynając się między osadą Bluszc i wsią Lasem (rys. 2), a kończąc się przy porcie w Żeraniu. Po wykonaniu tego kanału, prawdopodobnie wody podziemne, dążące ku Wiśle, wpływać będą do niego. Wówczas do studni dostawałaby się woda z Wisły i z kanału.

Analiz chemicznych wody ze studni nie opublikowano, lecz widoczne jest z przytoczonego urywka broszury, że woda jest żelazista i będzie musiała być odżelazniana. Nie wiadomo, w jaki to sposób ma nastąpić, lecz bez względu na to trzeba wodę dodatkowo podnosić⁵⁾. Gdyby zastosować rozpylanie wody, to następnie wypadnie ją oczyszczając, a więc urządzić filtry np. tak, jak uczyniono to w Poznaniu, gdzie woda po odżelaznieniu przechodzi przez filtry pośpieszne.

Z powyższego wynika, że budowy studni na Kępie Gocławskiej, jako części zakładu wodociągowego, nie można uzasadnić ani sanitarnymi własnościami wody, ani jej obfitością, ani prostotą urządzenia, a więc i taniością.

Pozostaje zatem teraz, jak i w 1921 r., tylko budowa zakładu wodociągowego dla Pragi, czerpiącego wodę wiślaną, oczyszczając ją zapomocą filtrów pośpiesznych, jak postępuje się np. od 1924 r. w Stuttgarcie, gdzie wodę ujmują z Nekar, pomimo istnienia przewodu, doprowadzającego wodę źródlaną z odległości przeszło 100 km.

Co się tyczy ilości wody, na jaką powinien być obliczony zakład, to przypuszczam, że przewidzieć należy 100 do 120 000 m³/24h normalnie, uwzględniając, iż z niego można byłoby zasilać, jak

³⁾ Inż. E. Smiżek: „Tyfowa epidemia v Hannoveru“ — Plyn a voda, 1926 r. Nr. 10.

⁴⁾ Dr. Wiktor Kuźniar: „Wodociąg krakowski z projektu wodociągu tatrzańskiego“ — Przegl. Gaz. i Wod., 1926 r. Nr. 12.

⁵⁾ Odżelaziacze z materiałami, włączonemi w przewod wloczący, powodują większe ciśnienie w przewodzie.

to już poprzednio podałem, lewobrzeżne powieśle. Ciśnienie w rurach powinno być przynajmniej takie, ażeby słupek wody nad poziom ulicy dochodził do wysokości 30 m⁹). Konieczność wyższego ciśnienia, niż możliwe teraz osiągnąć 20 m na powieślu, zapatrywaniem w wodę ze stacji filtrów okrężną drogą grawitacyjnie, jest oczywista i dowodzenia nie potrzebuje. Przy budowie mostu ks. J. Poniatowskiego przewidziano, że będzie można zawiesić pod nim dwie rury wodociągowe o średnicy 500 mm, co w połączeniu z dwiema rurami pod mostem Kerbedzia w zupełności gwarantowałoby dopływ odpowiedniej ilości wody na potrzeby tego terenu. Za-

kład wypadaloby zaprojektować w ten sposób ażeby można go było budować serjami. Na początek wystarczyłoby zbudować go na 25 do 30 000 m³/24h normalnie. Zakład możnaby umieścić w tem samym miejscu, gdzie znajduje się próbna studnia. Pod budowę potrzebny byłby plac o powierzchni 3—4 ha.

Ponieważ już teraz, chcąc otrzymać dostateczne ciśnienie w prańskiej sieci rur wodociagowych, trzeba ją zasilać z sieci górnego miasta, t. j. podnosić całą ilość wody, przeznaczoną dla Pragi, o 20 m wyżej, niż tego wymagają warunki, przeto sprawa budowy prawdziwego zakładu wodociagowego dla Pragi jest pilna.

Płace premjowe wyrażone w jednostkach produkcji.

Napisał Edwin Hauswald, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Systemy płac premjowych opierają się, jak wiadomo, na mierze czasowej, a to na stosunku czasu t , do wykonania zadanej ilości jednostek wyrobu rzeczywiście zużytego, do czasu wyznaczonego T . Takie ujęcie sprawy jest uzasadnione tem, że czas zużyty t wpływa na zmianę kosztów wytwarzania każdej jednostki, a zależność tę można dogodnie przedstawić wykresami oraz wzorami algebraicznymi. (Hauswald: Koszt wytwarzania, Przgl. Techn., 1924 i książka pod tą nazwą).

Do ogólniejszych rozważań wprowadzić można zamiast okresów czasowych t i T ich stosunek $u = t/T$, który nazywam stosunkowem „zużyciem czasu“ (ang. „time factor“ albo „time ratio“; niem. Zeitfaktor), albo też według Emersona stosunek $T/t = s$, zwany „sprawnością“, odpowiadający też ilościowo pojęciu wydajności stosunkowej (w).

W praktyce napotykamy nieraz przypadki, w których wygodniej byłoby obliczać wynagrodzenia premjowe wprost na podstawie ilości wyrobów x , wytworzonych w ciągu dnia lub miesiąca, oraz ilości normalnej lub wzorcowej n . Wymaga to pewnego przeobrażenia wzorów, utrudnionego przeciwnymi sobie kierunkami zmian ilości wyrobów i okresów czasowych.

Rozważania do tego potrzebne wykonamy najpierw przy pomocy określonych przykładów, potem zaś ogólnie.

1. Do prawidłowego wykonania 4 jednostek (sztuk) pewnego wyrobu wyznaczono czas normalny $T = 12$ godzin, wobec czego na jednostkę przypadłyby $12/4 = 3$ godziny. Jeżeli jednak robotę tę wykonano w czasie faktycznym, czyli „zużytym“ $t = 8$ h, zaoszczędzono na całym zleceniu 4 godziny, zużywając na jednostkę tylko 2 godziny.

Wynagrodzenie czyste czasowe C , przy stawce godzinnej $c = 1$ zł., wypadłoby $C = ct = 1 \cdot 8 = 8$ zł. Przy akordzie, opartym na podanym już czasie

wyznaczonym $T = 12$ h, wynagrodzenie byłoby znacznie wyższe od poprzedniego, mianowicie $A = cT = 1 \cdot 12 = 12$ zł.

Przejście od rachunku czasów do wynagrodzenia za ilość wytworzonych jednostek jest przy systemie akordowym łatwe i znane, gdyż system ten był dawniej znany, niż akord czasowy i nazywa się nawet sposobem „płacy od sztuki“ (ang. piece rate, niem. Stücklohn).

Jeżeli n oznacza liczbę zadanych jednostek, zaś a płacę za jednostkę, to kwota akordowa

$$A = cT = na \dots \dots \dots (1)$$

Dla porównania zastosujemy teraz płacę premjową Halseya z czynnikiem premjowym $m = 1/2$, nie zmieniając narazie podanego czasu normalnego (12 h), chociaż właściwości sposobu akordowego i premjowego wymagają, jak to wykazałem w „Prze-gładzie Organizacji“ 1927, 193, różnych czasów T i T' .

Przepis obliczania wynagrodzenia Halseya wypowiadamy zwykle tak:

„Wynagrodzenie składa się ze zwykłej płacy za czas faktycznie zużyty i z premji za czas zaoszczędzony ($T - t$), którego stawka premjowa wynosi połowę stawki zwykłej“.

W naszym przykładzie, czas zaoszczędzony ($T - t$) = 12 - 8 = 4 h; stawka premjowa

$$k = c/2 = 50 \text{ gr.}$$

Całkowite wynagrodzenie składa się więc z części czasowej i premji:

$$P = ct + k(T - t) = 8 + 2 = 10 \text{ zł.} \dots \dots (2)$$

2. Przepis o wynagrodzeniu premjowem prze-robimy teraz w ten sposób, aby zamiast czasów T i t , użyć można ilości jednostek wytworzonych x oraz wyznaczonych jako norma n , w odniesieniu do tego samego okresu czasowego, np. jednego 8-godzinnego dnia.

Przepis będzie wtedy opiewał:

„Za wykonanie w 8 godzinach roboty, obejmującej n jednostek, należy się płaca czasowa C oraz, w razie zwiększenia wytwórczości ponad normę, premja czyli dopłata, wynosząca za każdą dalszą jednostkę p złotych (np. $p = 1$ zł.).

Kwota p jest zwykle połową kwoty $a' = \frac{C}{n}$.

⁹) Pompując wodę do wieży ciśnieni na wysokość + 64 m nad 0 Wisły, otrzymuje się ciśnienie w warszawskiej górnej sieci mniej więcej 20 m nad poziom ulicy. Przy zamawianiu w 1921 r. elektropomp wirnikowych dla stacji filtrów, wydział wodociągów miał na widoku konieczność zwiększenia ciśnienia o 5 — 6 m i do tego zastosowano silniki elektryczne. Jednakże wodę podniosi się nadal do + 64 m, jak przed 40 laty.

Gdyby produkcja dzienna była $x = 6$ jednostek, zamiast $n = 4$, należałoby się wynagrodzenie:

$$P = n a' + (x - n) p = 4 \cdot 2 + (6 - 4) 1 = 10 \text{ zł.}$$

$$\text{Normalny koszt jednostki } a' = \frac{c t}{n} = \frac{8}{4} = 2 \text{ zł.}$$

Skutkiem zwiększenia wydajności, wypada teraz niższy koszt pracy na jednostkę, mianowicie $b = \frac{10}{6} = 1,67$, równocześnie zaś zarobek godzinny (z) robotnika zwiększył się w porównaniu z zarobkiem czasowym o 25%.

3. Wywód ogólny dla systemów premjowych.

System premjowy można uważać, jako typ wspólny dla wynagrodzenia czasowego, akordowego i premjowego Halseya, jeżeli tylko przyjmujemy odpowiednie wartości spólczynnika premjowego m . Ogólnie więc wynagrodzenie składa się z dwu części, to jest płacy za czas zużyty i dopłaty za czas zaoszczędzony, co wyraża wzór:

$$P = c t + m c (T - t) \quad (3)$$

$$\text{Dla płacy czasowej } m = 0; P = C = c t \quad (4)$$

$$\text{„ „ akordowej } m = 1; P = A = c T \quad (5)$$

$$\text{„ „ Halseya } m = 1/2; P' = c t + \frac{c}{2}(T' - t) \quad (6)$$

Gdyby czas wyznaczony T' był dla tych sposobów równy, to dla czasu t równego wyznaczonemu T otrzymalibyśmy za wykonanie n sztuk ten sam koszt pracy $c T = n a$, gdzie a jest płacą akordową za jednostkę.

Ponieważ jednak przy dobrym prowadzeniu zakładu czas zużyty t będzie zwykle krótszy od wyznaczonego, więc wynagrodzenia wypadną też różnie, a wynagrodzenie czasowe $C = c t$ trzeba będzie tak przeliczyć, aby w miejsce czasu t weszły ilości wytworzone.

Jeżeli się tedy żadaną ilość n wykona w czasie $t < T$, to w okresie normalnym T możnaby przy tej samej „prędkości“ lub „sprawności“ wytwarzania wykonać $x = n + q$ jednostek. Czas potrzebny do wykonania jednostki będzie w obu razach równy:

$$t = \frac{T}{x} = \frac{t}{n} \quad (7)$$

Z tego równania wynika nader ważny i dogodny związek

$$\left(\frac{T}{t}\right) = \left(\frac{x}{n}\right) \quad (8)$$

w którym stosunek $T/t = s$ wyraża „sprawność“ odniesioną do okresów czasowych, drugi zaś wyraz x/n , będący stosunkiem rzeczywistej produkcji x do wyznaczonej n , jest dogodną miarą wydajności produkcji. W kilku swych referatach z r. 1923 i 1924 nazwałem ten stosunek wydajnością stosunkową, albo krótko „wydajnością“.

Ostatnio omawiane równanie wyraża nam następujące twierdzenie podstawowe:

„Sprawność odniesiona do okresów czasowych równa jest liczebnie stosunkowej wydajności“.

Korzystając z tego twierdzenia, możemy wyrazić

$$t = \frac{n}{x} T \quad (9)$$

$$c t = c T \frac{n}{x} = (n a) \frac{n}{x} = A \frac{n}{x} \quad (10)$$

$$\text{Stąd: } P = A \frac{n}{x} + m A \left(1 - \frac{n}{x}\right) \quad (11)$$

Pierwszy człon równa się płacy za czas t , drugi zaś premji. W szczególności otrzymamy dla akordu, ($m = 1$): $P = A = n a$,

$$\text{premji Halseya, } (m = 1/2): P' = \frac{A'}{2} \left(\frac{n'}{x} + 1\right) \quad (12)$$

A' możnaby uważać za akord premjowy $= n' a'$, zwykle nieco większy od akordu zwykłego.

4. Wzory dla zarobków.

Dla robotników ważniejsze są wzory, podające wielkość zarobków z , przypadających na godzinę zajęcia przy ustalonej zwykle umową taryfową stawce podstawowej c za godzinę obecności. Zarobek otrzymamy z odnośnego wyrażenia P , zwanego kosztem pracy, dzieląc go przez ilość godzin zużytych t .

Ogólne mamy więc:

$$\text{zarobek } Z = \frac{P}{t} = c + m c \left(\frac{T}{t} - 1\right) \quad (13)$$

$$\text{albo: } Z = c + m c \left(\frac{x}{n} - 1\right) \quad (14)$$

$$\text{Dla pracy czasowej } (m = 0): Z_0 = c \quad (15)$$

$$\text{„ „ akordowej } (m = 1): Z = c \frac{x}{n} \quad (16)$$

$$\text{„ „ premjowej } (m = 1/2):$$

$$Z' = c + \frac{c}{2} \left(\frac{x}{n'} - 1\right) \quad (17)$$

$$\text{albo: } Z' = \frac{c}{2} \left(\frac{x}{n'} + 1\right) \quad (18)$$

Do celów praktycznych można wzory powyższe uprościć przez wprowadzenie wydajności

$$w = \frac{x}{n} \quad (19)$$

Wtedy wzór (11) zmieni się na:

$$P = \frac{n a}{w} + m A \left(1 - \frac{1}{w}\right) \quad (20)$$

6. Zastosowanie do systemu Gantt'a.

Doskonały pod wielu względami system wyznaczania zadań i wynagradzania Gantt'a opiera się wprost na czasie podstawowym T_0 , otrzymalnym z dokładnych pomiarów.

Czas ten jest zawsze krótszy od zwykłego akordu czasowego. Wynagrodzenie składa się z płacy za czas zużyty i premji o stałej wielkości

$$D = m c T_0 \quad (21)$$

przyznawanej tylko wtedy, gdy czas zużyty $t \leq T_0$. P_g wyraża się wzorem:

$$P_g = c t + m c T_0 \quad (22)$$

$$\text{zarobek zaś } Z_g = c + m c \frac{T_0}{t} \quad (23)$$

W jednostkach produkcji mamy:

$$P_g = n a \left(\frac{n}{x} + m u\right) \quad (24)$$

Przykład. Przyjmujemy $T = \frac{1}{5}$, $T = uT$, czynnik premijowy $m = \frac{1}{4}$,

$$P = na \left(\frac{n}{x} + \frac{1}{5} \right), \text{ ważne tylko dla } x \geq n.$$

Przy wartościach: $n = 100$, $a = 1$ zł. i różnych produkcjach fabrycznych $x = 80, 100, 125$ i t. d., otrzymamy liczby podane w tabeli, przyczem zarobki wyrażono stosunkiem Z/c . Gdyby produkcja x wypadła mniejsza od n , wówczas pozostaje tylko płaca czasowa.

$x =$	80	100	125	150	200
$P =$	100	120	100	86	70
Z/c	0,8	1,2	1,25	1,3	1,4

7. System Rowana.

Przy dobrem ustaleniu akordów czasowych, system ten ma wielkie zastosowanie i jest łatwo zrozumiały, gdyż jego premia rośnie w tym samym stosunku, co uzyskana ekonomia czasowa, będąca „stosunkiem czasu zaoszczędzonego do wyznaczonego“:

$$\epsilon = \frac{T-t}{T} \dots \dots \dots (25)$$

(Por. Przegl. Techn., 1923).

$$P'' = ct + ct \frac{T''-t}{T''} = ct \left(2 - \frac{t}{T''} \right) \dots \dots (26)$$

Po analogicznych jak przedtem podstawieniach, otrzymamy:

$$P'' = A \frac{n''}{x} \left(2 - \frac{n''}{x} \right), \dots \dots (27)$$

ważne dla $x > n''$.

Wprowadzie system Rowana daje nawet dla mniejszych wartości x samoczynną regulację płacy, ale zwykle się jej nie stosuje. Mojem zdaniem, najlepiej będzie wprowadzić dla wydajności $x/n < 1$ stałe wynagrodzenie akordowe $A = na$. (Por.: Księga pamiątkowa Tow. Politechnicznego z r. 1927).

I tu można wzory uprościć przez podstawienia $w'' = n''/x$, albo też $w'' = x/n''$, co prowadzi do wzorów:

$$P'' = A w'' (2 - w'') \dots \dots \dots (28)$$

$$P'' = \frac{A}{w''} \left(2 - \frac{1}{w''} \right) \dots \dots \dots (29)$$

Zmiany kosztów pracy według tego systemu, przy różnych produkcjach x , ilości normalnej $n = 100$, akordzie $A = na = 100$, widzimy w następującej tabeli.

8. Koszty pracy i zarobki według Rowana.

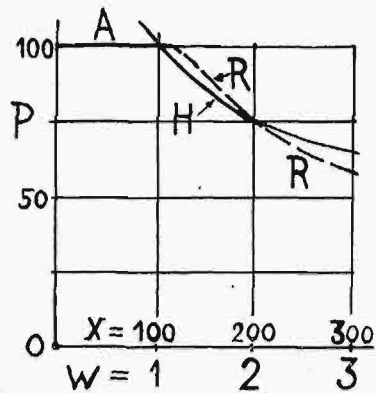
Produkcja normalna $n = 100$, norm. koszt $a = 1$ zł.						
Ilość $x =$	80	100	125	150	200	300
Koszt $p'' =$ za n jedn.	94	100	96	89	75	55,5
Zarobek stosunkowy $Z/c =$	0,75	1	1,2	1,33	1,5	1,67

9. Wykresy,

Dobry pogląd na zmienność kosztów pracy i zarobków stosunkowych (Z/c) przy różnych systemach płac dają wykresy na rys. 1 i 2.

Na osi X odcinamy różne ilości produkcji x oraz pod spodem odpowiednie wartości wydajności $w = \frac{x}{n} = \frac{x}{100}$.

Na osi rzędnych odcinamy na rys. 1 koszty pracy za n sztuk dla akordu (A), Halseya (H) i Rowana (R).

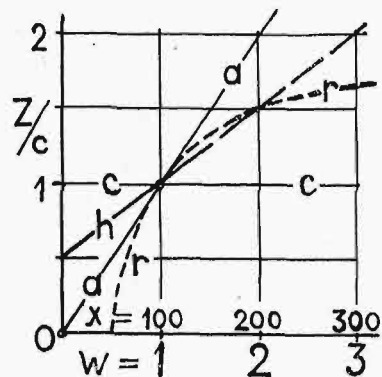


Rys. 1.

Koszt pracy w zależności od wydajności w .

Na rys. 2 zaś zarobki stosunkowe, t. zn. (Z/c) oznaczone przez (c) dla płacy czasowej, a akordowej, (h) Halseya i (r) Rowana.

Zestawienie tych wykresów jest tylko przybliżone, gdyż zgodność zarobków występuje tu przy jednej i tej samej produkcji, względnie tej samej dla wszystkich systemów wydajności, co nie odpowiada warunkom używania tych sposobów w praktyce. Wyjaśnienie tych odchyień



Rys. 2. Zarobki stosunkowe (Z/c) różnych systemów w zależności od wydajności w .

podaję w artykule pod nazwą „Porównanie różnych systemów płac”. (Przegl. Organizacji 1927, 193 i t. d.)

10. Wyrównanie zarobków.

Wyrównanie zarobków różnych systemów jest możliwe i pożądane dla czasu t , średnio do wykonania danej roboty zużywanego, albo też dla średnio osiągniętej produkcji x_1 .

Z warunku równości zarobków $Z = Z' = Z''$

i czasu akordowego T , jako podstawy porównawczej, wynika odpowiedni czas premjowy (Halseya):

$$T' = 2T - t \dots \dots \dots (30)$$

i Rowana:

$$T'' = \frac{t^2}{2t - T} \dots \dots \dots (31)$$

Jeżeli zaś zarobki wyrażone będą liczbami x i n , to wspomniane wyrównanie płac nastąpi przy wartościach norm n' i n'' , odpowiadających liczbie n systemu akordowego, wziętej jako podstawa porównania.

Normalna produkcja winna wtedy wynieść dla Halseya:

$$n' = \frac{xn}{2x - n} \dots \dots \dots (32)$$

dla Rowana

$$n'' = \left(2 - \frac{x}{n}\right) x \dots \dots \dots (33)$$

Gdy $n = 120$, a $x_1 = \frac{5}{4}n$, to wypada

$$n' = 100; n'' = 112,5.$$

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Wyznaczanie wytrzymałości budowli na podstawie badań ich modeli.

W związku z zagadnieniami regulacji rzek i wyzyskania sił wodnych, wykonywa się powszechnie liczne jazzy, których obliczenie wytrzymałościowe jest częstokroć zadaniem trudnym, a czasem nawet niemożliwym. Budowa jazów o przekroju trójkątnym, aczkolwiek nieekonomiczna, pozwala na obliczenie ich muru, z wyjątkiem części przylegającej do podstawy, t. zn. tej, w której właśnie występują największe naprężenia. Tu jednak przychodzi z pomocą metoda doświadczalna (podwójnego załamania światła), pozwalająca na zbadanie naprężeń na modelu. Metoda ta może być atoli stosowana naogół tylko do zagadnień 2-wymiarowych, wobec czego do jazów może być użyta tylko w wypadku budowy ustrojów opartych na przeciwdziałaniu parciu wody własnym ciężarem muru, prostolinjowego, o stałej wytrzymałości.

Zwracając uwagę na powyższe okoliczności, pp. prof. Meisnager i Veyrier zaznaczają w komunikacie do Akademii Paryskiej, że ponieważ jazzy i przegrody łukowe, osi łuku prostopadłej, oparte na brzegach doliny, a zwłaszcza przegrody wielosklepieniowe, są o wiele dogodniejsze ekonomicznie, dają bowiem do 25% oszczędności na kosztach budowy, przeto podjęli odpowiednie badania takich budowli, na podstawie modeli tych ustrojów.

Do badań tych wzięto modele rozważanych budowli, wykonane z materiału mniej wytrzymałego, i poddano je działaniu cieczy o większej niż woda gęstości. Jeśli ciężar ustroju może być pominięty, to można na podstawie takiego modelu, wykonanego w dowolnej skali, wyznaczyć w odpowiedniej skali pewność tegoż w stos. do pewności budowli. Jeżeli więc naprz. model wytrzymał obciążenie przy spólcz. zmniejszenia 3, to znaczy, że i budowla projektowana ma pewność 3.

Autorzy zwracają uwagę, że metoda ta nadaje się do zastosowania do wielu in. ustrojów, prócz jazów, naprz. do: okrętów, rurociągów ściśkanych z zewnątrz i t. d.

Metoda opiera się na założeniach nast.: zmiana danej cieczy na inną o gęstości 1 razy większej, powoduje proporcjonalną zmianę obciążenia każdego punktu; model zmniejszony linijowo, w stos. n , będzie miał to samo obciążenie, co pierwowzór, przy użyciu cieczy o gęstości n razy większej; model o wymiarach równych pierwowzorowi, wykonany z tworzywa m razy słabszego, ulegnie zburzeniu przy obciążeniu m razy mniejszym (jakk wykazały doświadczenia, założenie to — ściśle dla ciała płaskiego — pozostaje jeszcze dość ściśle praktycznie i dla ciała 3-wymiarowego); jeżeli

zostanie zmieniona skala wymiarów, gęstość cieczy i wytrzymałość tworzywa, to wyężenie zmieni się w stosunku $1/n$, a wytrzymałość — w stos. $1/m$. Jeżeli niebezpieczeństwo załamania się modelu ma być k -krotne w stos. do budowli, to zn. że pewność względna modelu ma być k , to powinno być $1/n = k/m$.

Autorzy przypuszczają, że opracowane przez nich na podstawie tych badań nowe typy jazów, pozwolą na oszczędzenie we Francji, w ciągu dwu lat, 100 milionów franków na projektowanych na ten okres budowlach. (Techn. Mod., 1927, str. 479).

FIZYKA TECHNICZNA.

Fale ultra-dźwiękowe i ich zastosowanie do sondowania i do sygnalizacji.

Od kilku lat sprawa komunikacji podwodnej stała się szczególnie aktualną i zśrodkowała uwagę wielu techników i fizyków, ze względu na jej znaczenie praktyczne przy pomiarach głębokości mórz i w zastosowaniu do sygnalizacji. Atoli trudności w rozwiązaniu tego zagadnienia polegały na tem, że: 1) fale elektromagnetyczne (radio) nie mogą być przesyłane pod wodą; 2) zwykłe fale głosowe nie posiadają wcale własności kierunkowych, lecz rozchodzą się kulisto na wszystkie strony; 3) fale te zostają szybko pochłaniane przez ośrodek, tak że są słyszalne na stosunkowo niedużej tylko odległości. Z drugiej wszakże strony, fizyka uczy, iż jeśli długość fali λ jest bardzo mała w stosunku do średnicy tarczy wzbudzającej drgania, to fale takie uzyskują pożądane własności kierunkowe, ponieważ prawie cała energia drgań (do 90%) zśrodkowuje się, jak wykazuje teoria, wewnątrz wąskiego stożka, o kącie wierzchołkowym α tem mniejszym, im mniejszy jest stosunek $\frac{\lambda}{a}$ (kąć tego stożka α wyraża równanie $\sin \alpha = 1,2 \frac{\lambda}{a}$). Stąd też wynika i słyszalność takich fal na dalsze odległości.

Próby wszakże oparcia się na tem prawie w zastosowaniu do zwykłych fal głosowych nie rozwiązują zagadnienia, ponieważ wymagałoby to olbrzymich rozmiarów przyrządu nadawczego, dla uzyskania należytego stosunku $\frac{\lambda}{d}$. To też staje się jasnym, że w danym wypadku możliwe jest tylko wyzyskanie nadzwyczaj krótkich fal dźwiękowych, o częstotliwości powyżej 20 000 okr./sek, czyli takich, których ucho nasze nie może już usłyszeć (słyszalne są dźwięki do 10 000 okr./sek). Praktyka wykazuje, że odpowiednie wyniki daje się uzyskać przy $\sin \alpha = 1/3$, skąd wypada długość fali $\frac{d}{6}$.

Techniczne rozwiązanie zadania wytwarzania takich fal opracował w sposób nadzwyczaj udatny znany fizyk, prof. dr. P. Langevin w Paryżu, opierając się na pomysły inż. Szyłowskiego, który dla uzyskania tych niezwykle krótkich fal dźwiękowych, t. zw. fal ultra-dźwiękowych (ultra-sonores) zaproponował wyzyskać własności piezo-elektryczne kwarcu. Wyrazem tych własności jest — jak wiadomo — zjawisko następujące. Jeśli wytniemy płytkę z kryształu kwarcu, prostopadłe do jego osi podwójnej symetrii, i umieścimy tę płytkę pomiędzy dwiema płytkami kondensatora, w którym wywołamy drgania elektryczne, to płytka kwarcowa rozszerza się i ściska okresowo, odpowiednio do częstości prądu zasilającego kondensator. Odwrotnie, ściskanie płytki kwarcowej powoduje jej polaryzowanie się elektryczne.

Zjawiska te nadawały się b. dobrze do wyzyskania ich w celu budowy przyrządu, który byłby zarazem nadajnikiem i odbiornikiem fal ultra-dźwiękowych, co jest ważne szczególnie w razie zastosowania ultra-dźwięków do pomiarów odległości (głębokości dna morskiego lub t. p.).

Zrealizowanie praktyczne pomysłu powyższego przez wymienionego wyżej uczonego było nadzwyczaj ciekawym przykładem zastosowania zasad czysto-teoretycznych do celów technicznych. Na podstawie więc np. założeń teoretycznych, doszedł prof. Langevin do tego, że działanie jego przyrządu nadawczego mogło być wzmożone 25-krotnie

przez rezonans pomiędzy drganiami własnymi płytki a polem elektromagnetycznym, zasilającej przyrząd. Dla uzyskania rezonansu potrzeba, aby ogólna grubość płytki kwarcowej (właściwie złożonej z mozaiki kwarcowej o grubości 2mm) oraz otaczających ją dwu tarcz stalowych (o grub. ok. 3 cm) stanowiła połowę długości fali. W ten sposób, zamiast stosowania napięcia elektrycznego, idącego w dziesiątki tysięcy V (60 000 V i wyżej), co byłoby przyczyną kosztowności całego urządzenia, udało się uzyskać pożądanego jego działanie już przy 2500 V, z natężeniem wynoszącym

1 Watt na 1 cm² powierzchni emitującej.

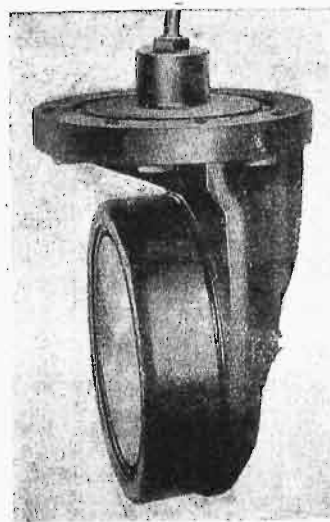
Rys. 1 i 2 podają przekrój i widok zewnętrzny nadajnika Langevin'a fal ultra-dźwiękowych.

Fale ultra-dźwiękowe rozchodzą się o wiele łatwiej w wodzie, niż w powietrzu, ponieważ w wodzie nie oddziałują na nie lepkość, która natomiast występuje w powietrzu. Tak więc np. fala o dług. 1 cm ulega absorpcji dopiero po 2 km w wodzie, zaś po 20 m w powietrzu. Fale te odbijają się (jak i zwykle) od spotykanych na drodze powierzchni o gęstości większej niż gęstość wody morskiej, wywołują zatem echo, które może być zanotowane przez ten sam aparat, który fale wysłał (przytem fale padające na odbiornik zastają go nastrojonym na tę samą częstość

drgań). Mierząc czas — od chwili wysłania fali do jej powrotu po odbiciu, możemy łatwo określić drogę d , jaką fale przeszły (do dna lub in. przeszkody) : $d = \frac{1500 \times t}{2}$.

Rys. 3 podaje schemat urządzenia do przesyłania ultra-dźwięków pionowo na dół, dla sondowania dna morskiego. Taki sposób son-

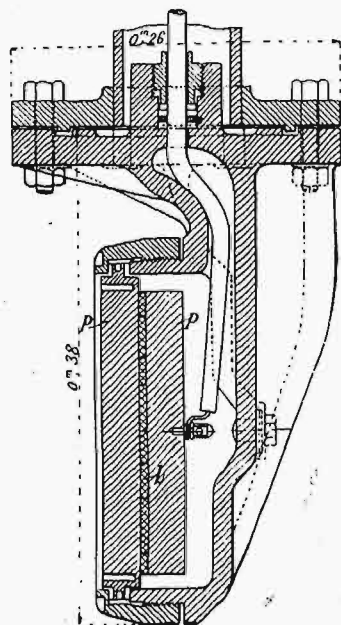
dowania ma tę wielką zaletę, że pomiary mogą być dokonywane bardzo szybko, a zatem i bardzo często, gdy tymczasem inne metody sondowania wymagają wiele czasu na odwijanie i opuszczanie liny z ciężarkiem, następnie wyciąganie tu- by i liny, jej mierzenie wreszcie.



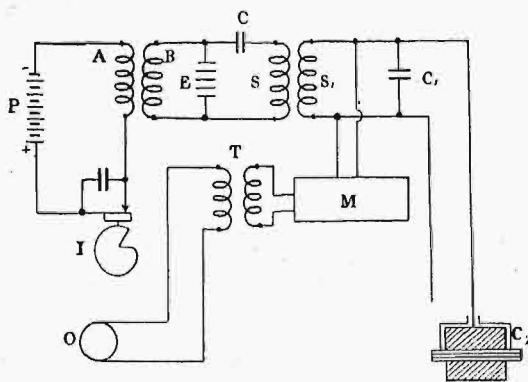
Rys. 2. Widok nadajnika fal ultra-dźwiękowych, wysyłającego fale poziomo.

Jaki widzimy z rys. 3, instalacja składa się z 3-ch obwodów zasadniczych: jednego, złożonego z uzwojenia pierwotnego cewki A i baterji ogniw P, przerywanego zapomocą kulaka I; drugiego (circuit de choc) utworzonego z uzwojenia wtórnego cewki, kondensato-

ra i uzwojenia S transformatora, i wreszcie trzeciego—obwodu drgającego, wytwarzającego ultra-dźwięki. Amplituda drgań po powierzchni nadającej fale ultra-dźwiękowe osiąga ok. 10⁻⁴ mm.



Rys. 1. Przekrój nadajnika fal ultra-dźwiękowych.



Rys. 3. Schemat instalacji do sondowania dna morskiego. A — B — cewka Ruhmkorff'a; I — przerywacz; E — iskrownik; S — S₁ — samoindukcja w obwodzie nadawczym; M — wzmacniacz; T — transformator; O — oscylograf; C₂ — konektor — nadajnik fal ultra-dźwiękowych.

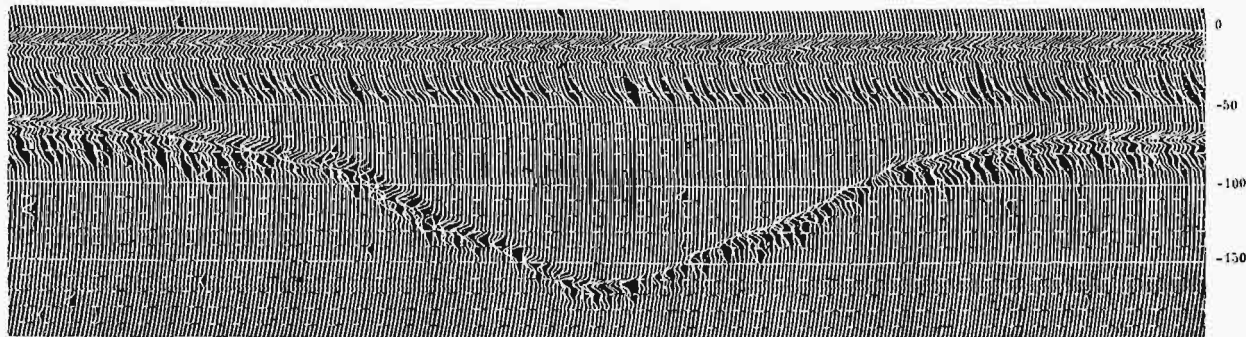
Przy każdym obrocie przerywacza kulakowego I, powstaje w drugim obwodzie pewna siła elektromotoryczna, szybko wzrastająca. Z chwilą gdy różnica potencjałów osiąga na zaciskach iskrownika E wartość dostateczną do wyładowania iskrowego, następuje wyładowanie kondensatora w kilku drganiach, powodujące szereg drgań zanikających w obwodzie drgającym, o czasie trwania ok. 1/1000 sek.

Wzmacniacz M, transformator T i oscylograf służą do notowania fal ultra-dźwiękowych, otrzymywanych przez aparat, jako echo.

Do instalacji sondowania należy jeszcze urządzenie do zapisywania mierzonych głębokości, w postaci wykresów, wzgl. ruchu punktu świetlnego. W tym celu skonstruowano mechanizm, wytwarzający ruch oświetlonego punktu po

skali, ze stałą szybkością. Na tej ruchomej linii świetlnej odznacza się chwile: 1) wysłania fal ultra-dźwiękowych; 2) otrzymania echa. Mechanizm ruchu tego punktu świetlnego jest zapomocą osobnego urządzenia zsynchronizowany z emisją fal ultra-dźwiękowych.

Ruchomy punkt świetlny wytwarza się zapomocą mechanizmu działającego w sposób następujący. Włókno żarzące się lampy jest umieszczone na osi cylindra otaczającego lampę i posiadającego szczelinę śrubową. Lusterko umie-



Rys. 4. Wykres z pomiarów głębokości morza zapomocą przyrządu Marti'ego.

szczone naprzeciw szczeliny odbija światło lampy na przeciwną skalę. Obracając ze stałą szybkością cylinder, wytwarzamy prostoliniowy ruch światelka odbitego od lusterka i padającego na wspomnianą skalę.

Dla notowania teraz chwil wysyłki i odbioru fal, włącza się lusterko do galwanometru lub detektora, którego zaciski są połączone z nadajnikiem lub odbiornikiem, tak że każdy sygnał lub echo powoduje raptowne obrócenie się lusterka o pewien kąt i natychmiastowy powrót do normalnego położenia. Stąd na trajektorji świetlnej powstaje ząb, i dla pomiaru głębokości należy zmierzyć odległość (połowę) pomiędzy dwoma zębami na wykresie, który otrzymuje się — jak łatwo się domyślić — drogą fotograficzną, zapomocą zwierciadła, odbijającego ruch punktu świetlnego na skali na film światłoczuły.

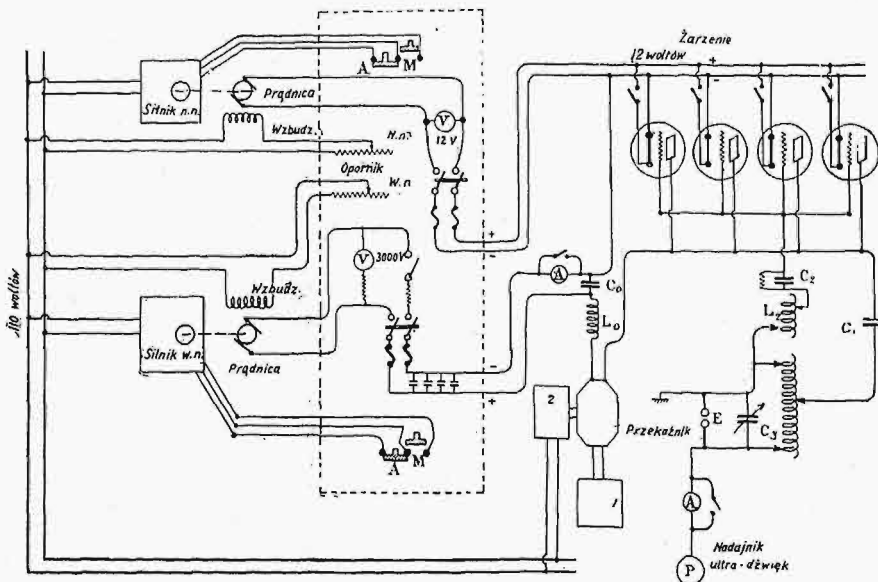
Nie mogąc przedłużyć tego opisu, zaznaczymy tylko krótko, że wynalazca opracował jeszcze cały szereg nadzwyczaj pomysłowych urządzeń: do zapewnienia stałej odległości górnego zęba trajektorji na filmie od krawędzi tegoż; do zapisywania głębokości bezpośrednio cyframi na papierze; do uprzedzania w chwili, gdy się dochodzi do głębokości granicznej i in. Podamy tylko widok otrzymywanego wykresu w przyrządzie Marti'ego (rys. 4), dającego wynik przeprowadzonych pomiarów (w ciągu 1/2 godz.).

Obok użycia do pomiarów głębokości, znalazły już fale ultra-dźwiękowe zastosowanie praktyczne i do sygnalizacji morskiej i właśnie niedawno został zainstalowany odpowiedni przyrząd w porcie Calais, we Francji, gdzie częste mgły ogromnie utrudniały terminowy a bardzo rozwinięty ruch statków osobowych i gdzie ani sygnały świetlne ani dźwiękowe, ani radjotelegraficzne, istniejące dotychczas, nie rozwiązywały wcale zagadnienia sygnalizacji, z ła- two zrozumiałych względów.

Załączony rys. 5 ilustruje schemat zainstalowanej w Calais stacji ultra-dźwiękowej o częstości drgań 40 000 okr./sek i napięciu 3000 V, o 4 lampach katodowych. Dla uruchomienia nadajnika, wystarczy nacisnąć guzik M, dla zatrzymania — guzik A — obydwa umieszczone w kabinie nadawczej. Nadajnik sam ustawiony jest w rurze uszczelnionej, przymocowanej do ścianki nabrzeża portu, pod wodą. Sygnał składa się z szeregu kresiek i pauz oraz z liter U, S., nadawanych w odp. okresach.

Odbiorniki ultra-dźwiękowy i radjo-telegraficzny, mieszczące się na statkach, dają możliwość odbioru sygnałów obu rodzajów na słuchawki (dla umożliwienia odbioru niesłyszalnych ultra-dźwięków, wprowadza się przyrząd przerywający emisję fal dźwiękowych odp. ilość razy na sekundę; na skutek zachodzącej wówczas interferencji, uzyskuje się drgania wypadkowe o dłuższej fali, które są słyszalne).

Zadaniem stacji sygnałowej jest danie możliwości statkom podpiływającym dokładnego oznaczania ich położenia,



Rys. 5. Schemat instalacji sygnalizacyjnej ultra-dźwiękowej w porcie Calais. 1 — nadajnik radjotelegraficzny; 2 — manipulator automatyczny.

t. zn. kierunku ruchu i odległości od nabrzeża portu. W tym celu nadawane są jednocześnie 2 sygnały: jeden radjotelegraficzny, drugi ultra-dźwiękowy. Okres czasu oddzielający odbiór obu sygnałów na statku daje bezpośrednio odległość jego od nabrzeża portu. Okres ten jest odczytywany na chronografie. Chronograf zostaje automatycznie puszcza- ny w ruch z chwilą nadejścia sygnału radjotelegraficznego, a gdy tylko otrzymany zostanie sygnał ultra-dźwiękowy, chronograf zostaje wyłączony, tak że wskazówka jego po-

daje w tej chwili bezpośrednio szukaną odległość. Włączenie i wyłączenie chronografu odbywa się; pierwsze za pomocą odbiornika radiowego o 3-ach lampach, drugie — wzmacniacza 8-lampowego oraz przekładni elektromagnetycznej w mechanizmie wskazówki.

Dla odszukania kierunku statku, używa się słuchawek, połączonych ze wzmacniaczem 8-lampowym. Obracając odbiornik ultra-dźwięków dokoła osi pionowej, szuka się miejsca, w którym otrzymywane z portu sygnały są najgłośniejsze (max. intensywności). W tej pozycji oś odbiornika wskazuje kierunek szukany.

Oficjalne badania instalacji dokonane zostały w czerwcu r. ub., przyczem okazało się, że można za jej pomocą mierzyć odległość do 3000 m, z dokładnością do 20 m.

(Le Génie Civ. t. 86 (1925), str. 38 i nast. oraz t. 90 (1927), str. 194).

KOLEJNICTWO.

Nowy defektoskop magnetyczny do badania szyn kolejowych.

Badanie elektromagnetyczne wyrobów metalowych, dla wykrycia ich wadliwości wewnętrznych, (niejednorodności budowy) jest już znane. Atoli odpowiednie przyrządy dotychczasowe, zapomocą których można zbadać jakość obróbki termicznej i mechanicznej stali (np. defektoskop magnetyczny Dudley'a i in.) mają tę wadę, że są dość duże, wymagają dłuższego czasu na badanie (25 min. na zbadanie jednej szyny) i dawane przez nie wykresy nie są o tyle wyraźne, by wskazywały łatwo wadliwości metalu.

Obecnie jednak został skonstruowany nowy przyrząd, bardzo prostej budowy, pozwalający wykonać omawiane badanie szyny w ciągu dwu minut. Przyrząd nadaje się jednak do badania tylko ciał o stałym przekroju.

Działanie przyrządu opiera się na zmianach natężenia pola magnetycznego, zachodzących w miejscach, gdzie zmienia się jednorodność budowy szyny. Przenikalność bowiem magnetyczna zmienia się w zależności od zawartości węgla, obróbki (mechanicznej i termicznej), zawartości domieszek w stali i t. d. Stąd, dopóki budowa szyny jest zupełnie jednorodna, pole magnetyczne wzbudzone przez poruszający się wzdłuż niej na małym wózku elektromagnes, jest stałe, natomiast w miejscach, gdzie zachodzi jakakolwiek zmiana budowy wewnętrznej, następuje zmiana pola magnetycznego, pod której wpływem wzbudza się prąd w poruszającej się wzdłuż szyny cewce. Prąd ten jest mierzony zapomocą galvanometru lusterkowego i przenoszony na film w postaci wykresu. Każda zmiana struktury uwidoczniana jest większym lub mniejszym odchyleniem wykresu od linii poziomej.

Do badania szyn stosuje się pole o natężeniu 10 gausów. Uzwojenie cewki badawczej jest wykonane tak, by nie oddziaływało nań pole prądów wirowych, lecz jedynie zmiany strumienia magnetycznego wzbudzanego przez elektromagnes. (Masuhiro Suzuki, Science Rep. Tohoku Imp. University, streszcz. w Techn. Mod., t. 19 (1927) str. 124).

SAMOCODY.

Nowy samochód elektryczny.

Wysiłki w kierunku udoskonalenia i rozwoju budowy samochodów o napędzie elektrycznym prowadzone są już od dawna w wielu krajach. Zagadnienie to ma bowiem nie tylko duże znaczenie techniczne, lecz ważne jest też ze względu na higienę miast. W ostatnich czasach przystąpiła do szerszej produkcji w tym zakresie fabryka J. S. Rasmussen i Sp. A., która zbudowała limuzynę 4-osobową o jednym silniku, z

przekładnią na oś tylną, przez dyferencjał. Pojazd osiąga szybkość 36—38 km/h i może odbywać jazdy do 120 km, bez ładowania akumulatorów. Te ostatnie, w ilości 40 szt., o pojemności 120 Ah, zasilają silnik o mocy 3,75 KM, przy napięciu 80 V i 4000 obr./min. Akumulatory mieszczą się pod maską i dają się łatwo zamieniać. Samochód nie posiada właściwego podwozia. Karoserja, z drzewa o dużej wytrzymałości, jest b. lekka i opiera się w 4-ch rogach na resorach pionowych, ustawionych na osiach. Pojazd jest wyposażony w 2 hamulce: jeden mechaniczny, drugi elektryczny.

Wytwórnia uzyskała zamówienie na 500 takich samochodów na taksówki do Berlina. (ETZ, 1926, str. 1377).

Nekrologja.

Ś. p. Inż. Stanisław Aleksander Ludwik Jelski, Naczelnik Wydz. Mech. Dyrekcji Dróg Wodnych w Wilnie, zmarł w dniu 12 czerwca r. b. w wieku lat 60.

Ś. p. Inż. Stanisław Jelski urodził się w dniu 26-go sierpnia 1867 r. w Słonimie ziemi Nowogródzkiej. Po ukończeniu nauk gimnazjalnych, odbywał studia w Instytucie Technologicznym w Petersburgu, które ukończył w roku 1890 z dyplomem inżyniera-technologa. Po ukończeniu studiów



pracował zawodowo w większych zakładach przemysłowych w Rosji. Od r. 1900 pracował w Stoczni Bałtyckiej w Petersburgu, a następnie w roku 1907 przeszedł do służby w Petersburskim Okręgu Komunikacji w dziale dróg wodnych.

Po powrocie do kraju w 1919 roku, oddał się pracy na drogach wodnych śródlądowych w Zarządzie Cywilnym Ziemi Wschodnich, w Dyrekcji Polskiej Żeglugi Państwowej, i od roku 1922 w Dyrekcji Dróg Wodnych w Wilnie, pozostając na stanowisku Naczelnika Wydziału Mechanicznego oraz inżyniera dozoru kotłów parowych na statkach rządowych, przynależnych do Dyrekcji Wileńskiej. Zawdzięczając gruntownej wiedzy fachowej, pracą swą w kraju wydatnie przysłużył się do wskrzeszenia po wojnie polskiej żeglugi śródlądowej.

Podczas pobytu na obczyźnie w Petersburgu, w okresie wojny światowej, poświęcał się pracy obywatelskiej, niosąc pomoc licznym rzeszom uchodźców Polaków i pracując w Polskim Towarzystwie Pomocy Ofiarom Wojny, początkowo jako członek Komitetu, a następnie jako wice-prezes tegoż Towarzystwa.

Cześć Jego Pamięci!

SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć :

O ujednostajnieniu metod oznaczania współczynników w formule Chèzy'ego, nap. Maksymiljan Matakiewicz, Prof. Polit. Lwowskiej.
Sprawozdania z posiedzeń Komisji i Prezydium P. K. Ea.

WARSZAWA

7 WRZEŚNIA

1927 r.

S O M M A I R E.

Sur la standardisation des méthodes de détermination des coefficients dans la formule de Chèzy, par M. M. Matakiewicz, Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.

Comptes rendus des séances des diverses Commissions du Comité.

O ujednostajnieniu metod oznaczania współczynników w formule Chèzy'ego.

Napisał Dr. Maksymiljan Matakiewicz, Prof. Politechniki Lwowskiej.

Przedewszystkiem należałoby się zastanowić, czy wogóle zasadniczy kształt formuły Chèzy'ego:

$$v = c\sqrt{rs}$$

ma być utrzymany. O ile chodzi o łożyska naturalne, a więc rzeki, autorzy nowszych, więcej zgodnych ze spostrzeżeniami formuł, dawno już ten kształt porzucili, a co się tyczy łożysk sztucznych, to również formuły nowsze mniej lub więcej odbiegają od tego kształtu.

Formuły na średnią prędkość przepływu, używane w praktyce technicznej, są formułami empirycznymi, opartymi na pomiarach bezpośrednich. Pomiaru te różną posiadają wartość, są dokładniejsze, o ile chodzi o łożyska sztuczne, mniej dokładne, o ile chodzi o łożyska naturalne. W każdym razie, dokładność tych pomiarów odbiega znacznie od dokładności fizykalnych doświadczeń, skutkiem czego uwzględnianie zbyt wielu czynników, jak na przykład lepkości (Viscosität), okazuje się niewskazane.

Wymagać należałoby jednak, aby dokładność tych pomiarów była do możliwych granic podniesiona. Nie wystarczy tu już poleganie na pomiarach przygodnie w celach praktycznych, przedewszystkiem w celu oznaczenia objętości przepływu, wykonywanych; do ustawiania i sprawdzania formuł mają przedewszystkiem wartość pomiary wykonywane ad hoc w celach teoretycznych, a więc w sposób możliwie ścisły. Uwaga ta odnosi się przede wszystkim do rzek, na których materiał doświadczalny bardzo wiele pozostawia do życzenia, również jednak i do kanałów, choć w mniejszym stopniu.

Przechodząc do omówienia danego tematu, zaznacza się, że z uwagi na pewne odrębne warunki, sprecyzować należy wnioski odrębne dla łożysk naturalnych, a odrębne dla łożysk sztucznych.

A. Łożyska naturalne.

Najważniejszymi źródłami błędów przy ustawianiu formuł empirycznych są: a) błędy w pomiarze i uwzględnieniu spadku, b) brak oznaczenia przy

miarach materiału dna i c) nieuwzględnienie ruchu materiału. Poprawa materiału doświadczalnego będzie tylko wtedy istotna, jeżeli wprowadzimy postęp przy wykonywaniu pomiarów, a mianowicie:

Co do a). Spadek musi być mierzony precyzyjnie, przy obu brzegach, nadto, z uwagi na występujący często ruch zmienny, należałoby tylko takie pomiary uwzględnić, przy których linja profilu podłużnego zwierciadła jest choć w przybliżeniu linją prostą. Sprawdzenie, że ruch jest jednostajny (o stałej średniej prędkości), może stanowić dawno znana metoda, polegająca na stwierdzeniu, że dwa profile poprzeczne, zdjęte powyżej i poniżej profilu pomiarowego, zgadzają się z nim choć w przybliżeniu.

Co do b). Należy żądać, aby przy pomiarach oznaczano materiał dna i brzegów, o ile możliwości na podstawie analizy mechanicznej a także, w razie pomiaru przy wyższym stanie, rodzaj pokrycia, względnie zarosnięcia obszarów przyległych właściwemu łożysku (Vorland, franc-bord), zalanych wodą.

Co do c). Nie umiemy dotychczas zupełnie wydatnić w naszych formułach tak ważnego wpływu, jakim jest niewątpliwie ruch materiału na odpływ wód. Trudno również żądać, aby przy pomiarze hydrometrycznym mierzono także ilość poruszanego materiału, gdyż sposób takiego pomiaru jest dotychczas niestabilny. Natomiast można żądać, aby przy każdym pomiarze oznaczano ciężar właściwy wody, przez co przynajmniej w przybliżeniu będzie można ocenić wpływ materiału unoszonego na prędkość przepływu.

Ze względów teoretycznych, należałoby przy pomiarze oznaczyć również temperaturę wody.

Co do kształtu formuły dla łożysk naturalnych, to zastanowić się tu wypada nad rzema typami, proponowanymi w nowszych czasach.

1. Formuła Gröger'a (1914).

$$0,2 \leq T < 2 \text{ m} \quad v = 23,78 t^{0,778} s^{0,458}$$

$$T > 2 \text{ m} \quad v = 22,11 t^{0,58} s^{0,43}$$

Formułę tę niewątpliwie starał się autor przysposować do szeregu pomiarów, jakie miał do dyspozycji, zarzucić jej jednak można niejednorodność, podział na dwa równania, niestosowalność poniżej głębokości 0,2 m, wreszcie ograniczenie do spadków poniżej 5⁰/₁₀₀.

2. Formuła Strickler'a (1923), oparta na formule Gauklera, względnie Chèzy'ego:

$$v = k r^{2/3} s^{1/2} = (k r^{1/6} \sqrt{r s} = c \sqrt{r s},$$

przyczem Strickler wprowadza

$$c = 21,1 \sqrt[6]{\rho}$$

gdzie ρ jest miarą szorstkości (średnica ziarna materiału rzeczynego, lub nierówności).

Formułę tę uznać należy w dzisiejszej jej formie, jako niepraktyczną. Niewątpliwie prędkość jest w ścisłym związku z grubością materiału dna, jednak materiał ten w tym samym profilu jest bardzo różnorodny i oznaczanie prędkości na podstawie „średniej grubości materiału” prowadzioby do grubych błędów.

3. Formuła Matakiewiczza (1925), uzasadnioną w broszurze autora p. t. „Ogólna formuła na średnią chyżość przepływu w łożyskach rzeczynych i kanałowych”. Ak. Nauk Techn., zeszyt 2¹⁾.

$$v = 35,4 t^{0,7} s^{0,493 + 10s}$$

Posiada ona najprostszymi możliwie kształt, dzięki oparciu się na znanej oddawna zasadzie, że ponieważ grubość materiału dna jest w ścisłym związku ze spadkiem, szorstkość może być zupełnie dobrze wyrażona w funkcji (w wykładniku) spadku. Nie posiada ta formuła żadnej obieralnej wartości, którą Strickler (po 26-letniej przerwie, od czasu Siedek'a, a nawet Laval'a) nanowo wprowadza. Jest tu związek tylko trzech czynników, t. j. prędkości v , średniej głębokości t i spadku jednostkowego s , a związek ten daje się łatwo ująć w tabelę, bądź to typu:

$$v = f(t) \cdot F(s) = (34 t^{0,7}) \cdot (1,04 s^{0,493 + 10s})$$

bądź też w jeszcze wygodniejszą tabelę cyfrową, gdzie dla danego t i s odczytujemy v ,²⁾ bądź wreszcie w prosty diagram.

Formuła ta sprawdzana na podstawie wykonanych pomiarów okazała, że nie tylko zgadza się z pomiarami wykonanymi przy średnich i wielkich głębokościach, ale również i przy bardzo małych (centimetry i milimetry).

Uzasadnia to druga broszura autora p. t. „Formuły na średnią prędkość przepływu i problem prędkości przy bardzo małych głębokościach”, w której nadto na podstawie doświadczeń udowodniono, że niekorzystne zapatrywania, jakim dały wyraz laboratorysta hydrologiczne w Berlinie i w Wiedniu, odnośnie do stosowalności formuł empirycznych do łożysk o małej głębokości, specjalnie zaś do laboratoryjnych koryt próbnych, nie są uzasadnione.⁴⁾

¹⁾ Wiąże się ona z pracami autora z r. 1910 i 1905

²⁾ str. 23 — 29 wspomnianej broszury.

³⁾ str. 30 — 32 broszury

⁴⁾ Ztschft. f. Bauwesen 1907 i Mittellungen der Versuchsanstalt f. Wasserbau, Wien 1916.

Możnaby, zgodnie z propozycją niektórych autorów, zastosować również prosty kształt:

$$v = A \sqrt[3]{s},$$

będący właściwie czystą formułą Chèzy'ego, jednak wtedy A przyjmuje dla każdego spadku wartość inną; zgodnie z formułą autora, wartości te wynoszą:

dla $s = 0,00001$	$A = 38,3$
0,00010	37,4
0,00100	34,7
0,00200	32,65
0,00300	31,0
0,00400	29,5
0,00500	28,2
0,00600	27,0
0,00700	25,9
0,00800	24,9
0,00900	23,95
0,01000	22,1

Prosty wykres funkcji $A = F(s)$, lub podobna do tej tabelka, tylko trochę rozszerzona, umożliwi miłośnikom formuły Chèzy'ego liczenie według tej formuły.

B. Łożyska sztuczne.

Jak widać z najnowszej literatury technicznej⁵⁾ aktualne wymogi praktyki sięgają dalej niż dawniej. Nie wystarczają już, znakomite zresztą, formuły Bazin'a i Darcy'ego, Gauguillet-Kutter'a i in., praktyka żąda ocenienia na nowo i sprecyzowania stopnia szorstkości różnych materiałów, z których się kanały wykonywa. Potrzeba więc oznaczenia nowych cyfr doświadczalnych, przy szczegółowym, a nawet drobiazgowym rozkategoryzowaniu materiałów. Potrzeba nowych badań, w celu oznaczenia tych cyfr, nie ulega wątpliwości, trzeba jednak przedtem postanowić, jaki kształt formuły ma być obrany, czy wziąć za podstawę jedną z dawniejszych, zawilszych formuł, czy też oprzeć się na którejś z formuł nowszych, o kształcie prostym?

Otóż długoletnie badania nad kształtem formuł przecież wiele rzeczy wyjaśniły i wiele względów, które dawni autorzy uważali za zasadnicze, uznajemy dzisiaj jako drugorzędne. Stąd nowsi autorzy skłaniają się raczej do obierania jak najprostszych formuł, kładąc natomiast główny nacisk na należyte uwydatnienie szorstkości. Z tych założeń wychodząc, uważam, że, o ile chodzi o łożyska sztuczne, nadają się przedewszystkiem do uwzględnienia w praktyce następujące dwa typy formuł:

1. $v = \lambda r^{0,7} s^{0,5}$, oraz
2. $v = 35,4 r^{0,7} s^m$.

Pierwsza stanowi typ bardzo zbliżony do formuły Chèzy, posiada współczynnik obieralny λ , zależny od szorstkości materiału. Formułę tę zalecało wielu autorów, ostatnio zaś Forchheimer (1923).

Druga formuła, ustawiona przez podpisanego sprawozdawcę i uzasadniona bliżej w cytowanej pracy „Ogólna formuła i t. d.”, posiada współczynnik stały, natomiast zmienny wykładnik m , zależny od szorstkości materiału, ale także i od spadku s . Wartości tego „wykładnika szorstkości” dla różnych ma-

⁵⁾ Patrz m. in. art. p. Hubie'go w Annales des Ponts et Chaussées 1927/I.

terjałów podałem w tabeli V-ej tej broszury, str. 52. Formułę tę można przedstawić również w kształcie:

$$v = f(r) \cdot F(s) = (1,04 r^{0.7}) \cdot (1,04 s^m)$$

i sporządzić tabele wykresne lub cyfrowe dla $f(r)$, oraz $F(s)$.

Umieszczenie zmiennej $m^6)$ w wykładniku powoduje wielką czułość formuły.

Celem dostatecznego scharakteryzowania i rozkategoryzowania materiałów pod względem stopnia szorstkości, należałoby przeprowadzić pomiary specjalne w łóżyskach sztucznych, przy których uwzględnić należy i jaknajdokładniej opisać:

Sprawozdania z posiedzeń.

PODKOMISJA TORFOWA.

Protokół posiedzenia w dniu 30-go kwietnia 1927 r.

Przewodniczył p. inż. Ł. Tolłoczko.

Obecni członkowie Podkomisji, pp.: Inż. St. Czarnocki, Inż. Z. Przybyłski, Dr. M. Ptaszyński, Dr. A. Różycki, kpt. A. Trembiński, Inż. St. Turczynowicz.

Zebrań otworzył o godz. 7 m. 15 przewodniczący Komisji p. Inż. Ł. Tolłoczko, wyjaśniając cele i zadania Podkomisji Torfowej. Przechodząc następnie do sprawy ukonstytuowania się Podkomisji Torfowej Komitetu Energetycznego, przewodniczący zawiadomił zebranych o tem, iż wyznaczony został na przewodniczącego Podkomisji, że zaś na sekretarza postanowiono zaprosić Inż. Jamuszkiewicza.

W dalszym ciągu przewodniczący wezwał zebranych do przeprowadzenia dyskusji w sprawie dróg i metod, które należałoby zastosować w celu posunięcia naprzód w Polsce sprawy torfowej, wspominając o konieczności opracowania referatu o sprawie torfowej dla przyszłego kongresu sekcyjnego Konferencji Energetycznej w Londynie. W dyskusji wzięli udział pp.: Olszewski, Pawłowski, Ptaszycki, Tolłoczko, Trembiński i Turczynowicz. W rezultacie dyskusji, przewodniczący prosił członków specjalistów Podkomisji, aby zechcieli wyłożyć na zebraniu Podkomisji zasady stosowane przez nich przy klasyfikacji torfowisk.

Zebrań zamknięto o godz. 10-tej, wyznaczając następną na dzień 11-go czerwca r. b., o godz. 6-ej pp. w lokalu Stowarzyszenia Techników.

KOMISJA NAFTOWO-GAZOWA.

Protokół posiedzenia częściowego Komisji odbytego dn. 2-go czerwca 1927 r. w Borystawiu.

Obecni: pp. Psarski, Szulistawski, Hoffman, Wójcicki, Witkiewicz (przewodniczący), Jamróz (sekretarz). Usprawiedliwili swoją nieobecność wyjazdem: Dr. Tolłoczko i inż. Boj.

1). Dyrektor Psarski oświadcza gotowość przeprowadzenia pomiarów w gazolinianii węglowej „Gracja” w „Premijerze” na temat: Bilans energetyczny jako funkcja produktu (ilości i jakości gazoliny). Prosi o pomoc dwóch studentów praktykantów, którzy otrzymają po ca 200 zł. miesięcznie. Studenci będą pracować przez miesiąc jako pomocnicy destylatora, względnie maszyniści, celem poznania ruchu, następnie w laboratorium firmy, poczem dopiero przystąpi się do pomiarów i właściwych obliczeń.

Prezydium Komisji: a) porozumie się z Dyrektorem Paraszczałkiem w sprawie odpowiedniego rozdziału praktyk, b) zwróci się do Firmy „Gazoliny” z prośbą o pozwolenie na przeprowadzenie analogicznych pomiarów w ich gazolinianii olejowej i kompresyjnej.

2). Inż. Hoffman oświadcza imieniem firmy „Galicja” gotowość przyjęcia z pomocą przy badaniu kombinowanego opalania węglem i gazem ziemnym (zależność sprawności kotła od obciążenia, kwestja komór i t. d.). Jest to sprawa pierwszorzędnej wagi dla ruchu naszych rafinerij. Prezydium Komisji: a) zaprosi do przeprowadzenia tych prac Dr. Niemczynowskiego, b) zwróci się pisemnie do firmy „Galicja” i „Polmin” w sprawie noclegów i t. d., c) wy-

6) zależnej od stopnia szorstkości materiału i spadku.

1. Skład mechaniczny, ewentualnie i chemiczny materiału, z którego kanał lub rzeka są wykonane.

2. Wiek kanału lub rury, przyczem należałoby badać tak urządzenia nowe, jak i po 1, 2 i kilku latach użyteczności.

3 Wygląd zewnętrzny materiału tworzącego ścianę, z oznaczeniem przy pomocy przvrządów optycznych wielkości występow średnich nierówności i ich kształtu.

Jako najpilniejszą sprawę, uważałoby należało zbadanie ścian betonowych, z zastosowaniem rozmaitego rodzaju wypraw cementowych.

stara się o pomoc przy pomiarach. Częściową pomoc przyrzeka inż. Wójcicki imieniem Stow. Dozoru Kottów.

3). Inż. Jamróz komunikuje, że Dyrektor Setkowicz w Rypnem pragnie zorganizować badania w kierunku analizy pracy kopalni t. zw. prowincjonalnej i zebrać materiał do taylorizacji zajęć wiertniczych. W dyskusji wyjaśniono tak trudności tematu, jak brak odpowiednich ludzi.

4). Z tych samych powodów projektowane badania w kierunku porównania kosztów eksploatacji wierceń nie dają się prawdopodobnie w bieżącym sezonie zorganizować.

5) Uchwalono zwrócić się do p. Dyr. Szynoka z prośbą o ogólny referat o gazolinianiach (statystyczny).

6). Uchwalono p. Ziółkowskiemu, który już dłuższy czas pracował nad badaniem spalania metanu, powierzyć opracowanie ogólnego referatu o pracach badawczych gazu ziemnego w Polsce i wystarać się o pewną remunerację dla niego.

PODKOMISJA WODNA.

Protokół posiedzenia z dnia 13 czerwca 1927 r.

Obecni: przewodniczący prof. M. Rybczyński oraz członkowie — prof. K. Pomianowski i inż. A. Rundo.

1. Po otwarciu posiedzenia (o godz. 13), przyjęto propozycję przewodniczącego, aby ze względu na szczupłe grono zebranych ograniczyć porządek dzienny do rozpatrzenia spraw bieżących, odkładając obrady nad kwestjami zasadniczymi, dotyczącymi zakresu działalności Komisji, jej ostatecznego ukonstytuowania się i t. p., do posiedzenia następnego.

2. Normalizacja danych, dotyczących sił wodnych.

Odezwa Wszechświatowej Konferencji Energetycznej z dnia 12.IV 1927 r. (P. K. En. 227/27) w sprawie normalizacji danych, dotyczących sił wodnych, podaje do wiadomości o ukonstytuowaniu się w St. Zjednoczonych Ameryki, z inicjatywy Międzynarodowego Komitetu Elektrotechnicznego, specjalnego Komitetu doradczego (Advisory Committee) w celu uzgodnienia w skali międzynarodowej metodyki obliczania energii wodnej.

Odezwa uprasza o nadsyłanie na ręce Sekretarza Międzynarodowej Rady Wykonawczej, dla doręczenia Prezesowi powyższego Komitetu, Mr. Nathan Grover — odnośnych danych i wniosków. W związku z powyższym znajduje się nadesłana przez Pol. Kom. Normalizacyjny (Nr. 610) odezwa Amer. Komitetu Normalizacyjnego (PS. 542-3-31-27), podająca do wiadomości o akceptowaniu przez powyższy Komitet, jako norm przepływu przy obliczeniu mocy hydraulicznej — wartości przepływu o 90 i 50 proc. ogólnego czasu trwania, z prośbą o rozpatrzenie powyższego wniosku i nadesłanie odnośnych uwag.

Prof. Pomianowski zaznacza, że opracowanie żądanych, wniosków winno być oparte na wynikach specjalnego studjum, dotyczącego charakterystycznych wartości przepływu typowych rzek polskich, zarówno górskich, jak i nizinnych.

Opracowanie odnośnego referatu powierza się p. inż. A. Rundo.

3. Obowiązujące w poszczególnych krajach ustawy z dziedziny prawa wodnego, odnoszące się do użytkowania sił wodnych.

Wobec uchwały Konferencji Energetycznej w Bazylei (Sekcja B), dotyczącej przedłożenia Centralnemu Biuru konferencji zbioru obowiązujących w poszczególnych krajach ustaw z dziedziny prawa wodnego, odnoszących się do zu-

zwytkowania sił wodnych (z załączeniem w miarę możliwości całkowitego dossier powyższych ustaw), postanowiono: zwrócić się do Dep. Wodnego M. R. P., z prośbą o przygotowanie wyciągu z Ustawy wodnej, dotyczącego zużytkowania sił wodnych.

4. Ujednostajnienie metod statystycznych, dotyczących dat energetycznych.

Po rozpatrzeniu odezwy Wszelchów, Konferencji Energetycznej z dnia 25 stycznia r. b. (P. K. En. 31 I.27 Nr. 28), komunikującej uchwałę Konferencji Bazylejskiej w sprawie przedłożenia wniosków odnośnie do najbardziej racjonalnej metody kompilacji materiałów statystycznych, dotyczących dat energetycznych, postanowiono: ze względu na ogólny charakter powyższej kwestji, rozpatrzyć ją w porozumieniu z pozostałymi sekcjami P. K. En.

5. Rozpatrzenie odezwy W. K. En. z dnia 14 stycznia r. b. (P. K. En. 21 I.27, Nr. 17).

Po zaznajomieniu się z treścią tej odezwy, komunikującej uchwały Konferencji Bazylejskiej (Sekcja A) odnośnie do:

a) projektowania, budowy i eksploatacji wielkich jazów — żądanie przedłużenia wniosków co do ukonstytuowania Międzynarodowego Komitetu do badań z powyższymi kwestjami związanymi, oraz wniosku co do wyznaczenia z ramienia P. K. En. delegata w pracach Komitetu,

b) powierzone opracowanie odnośnych wniosków p. prof. K. Pomianowskiemu, zaś udział polskiego delegata w pracach powyższego Komitetu uznano narazie za nieaktualny,

c) wpływu jazów i kanałów na ruch i osadzanie się rumowiska rzeczno — uchwalono

porozumieć się w tej sprawie z p. inż. T. Beckerem, kierownikiem budowy zakładu wodnego w Porąbce;

d) co do ustalenia jednolitej metody oznaczania stałego współczynnika we wzorze Chèzy na chyłość ruchu wody w przewodach (w związku z referatem na temat powyższy dr. A. Strickler'a na Konferencji w Bazylei, zdecydowano poprosić o opinię p. prof. M. Matakiewicza.

6. Kooptacja członków.

Przedłożone zostały wnioski co do rozszerzenia składu Komisji przez kooptację członków z grona wybitnych specjalistów w dziedzinie hydratechniki wogóle i w szczególności — wyzyskania sił wodnych.

Zaproponowano na członków pp.: Prof. Dr. Jana Łopuszańskiego, Prof. Dr. Maksymiljana Matakiewicza, Inż. Tadeusza Beckera (Porąbka) i Inż. A. Hofmana (Gródzki), z tem, aby zwrócić się do wymienionych osób z prośbą o przyjęcie udziału w pracach Komisji Wodnej P. K. En., w charakterze stałych jej członków.

Posiedzenie zamknięto o godz. 13 min. 15.

KOMISJA TRANSPORTOWA.

Protokół posiedzenia z dnia 6-go lipca 1927 r.

Obecni: przewodniczący, prof. M. Rybczyński, nac. wydz. Min. Komunikacji prof. Gieysztor, insp. Min. Rob. Publ. inż. A. Komopka, nac. wydz. dróg wodnych Min. Rob. Publ. J. Zaczek.

1. Program prac: Oprócz spraw nadesłanych Komisji przez biuro Komitetu, postanowiono poświęcić główną uwagę wzajemnemu stosunkowi różnych rodzajów komunikacji, z uwzględnieniem w pierwszej linii transportu źródeł energii. W sprawie stosunku transportów kolejowych i wodnych, podjęli się referatu pp. Gieysztor i Komopka, w sprawie stosunku ruchu automobilowego i kolejowego — pp. Gieysztor i Okęcki.

2. Sposób pracy ustalono następująco: rozdział referatów przeprowadzać będzie przewodniczący w porozumieniu z członkami komisji odnośnego działu komunikacji. Referat podany będzie do wiadomości członkom komisji, którzy mogą zażądać przeprowadzenia dyskusji na planum komisji. W razie braku takiego żądania, przewodniczący przesyła referat do Prezydium Komitetu, jako votum komisji.

3. Postanowiono uprosić prof. A. Rożańskiego o referat w sprawie nadesłanego do komisji przez inż. Peszkowskiego projektu kanału lateralnego wzdłuż Wisły.

4. Postanowiono zaprosić na członka komisji prof.

A. Rożańskiego z Krakowa, dalszą kooptację członków odroczone, do czasu, kiedy będą do rozdania aktualne referaty.

Naz tem zakończono.

POSIEDZENIE PREZYDJUM P. K. En.

Protokół z dnia 9 czerwca 1927.

Obecni: Pp. L. Toltoczko, B. Stefanowski, M. Rybczyński, R. Witkiewicz, Cz. Mikulski.

1. Protokół poprzedniego zebrania odczytano i przyjęto.

2. Komisja Wodna. Przewodniczący Komisji Prof. M. Rybczyński podał sprawozdanie z organizacji Komisji wodnej P. K. En. i zapoczątkowania jej prac (p. protokół I-go posiedzenia Komisji). Z zagadnień przekazanych przez organizację międzynarodową W. K. En., Komisja polska zajmie się następującymi:

a) oceną energii sił wodnych (referat opracuje p. prof. K. Pomianowski, łącznie ze specjalną podkomisją złożoną z pp. Herbicha, Rundo i Wójcickiego);

b) ujednostajnieniem współczynnika we wzorze Chèzy'ego (referuje p. prof. Matakiewicz).

Ze spraw o znaczeniu krajowym, projektowane jest:

a) wydawanie niektórych publikacji hydrograficznych,

b) studja projektów bieżących (kanał węglowy, kanał lateralny wzdłuż Wisły i t. p.).

3. Komisja Transportowa. W dalszym ciągu zakomunikował p. prof. Rybczyński stan organizacji i prac Komisji Transportowej. W dyskusji podniesiono konieczność rozpatrzenia całości komunikacji w Polsce (drogi kołowe, dr. żelazne, dr. wodne, transport elektryczności) z punktu widzenia potrzeb kraju, współzależności i współdziałania poszczególnych środków transportu oraz kosztów przewozu różnymi drogami. Wymieniono też projektowany skład osobowy Komisji Transportowej.

4. Komisja ropy i gazu ziemnego. Następnie wysłuchano sprawozdania przewodniczącego Komisji ropy i gazu, p. prof. R. Witkiewicza. W Komisji tej utworzono 6 sekcji, mających się zająć opracowaniem poszczególnych konkretnych tematów, mianowicie:

1) sekcja gazolinowa (bilans energetyczny gazolinarni, badania metod wytwarzania gazoliny z punktu widzenia energetycznego: węgiel aktywowany metoda kompresyjna i met. olejowa);

2) sekcja eksploatacyjna (porównanie kosztów eksploatacji terenów naftowych różnymi metodami)

3) sekcja kotłowa (opalenie wielkich kotłów węglem i gazem — optimum obciążenia, ustrój komory spalinywej i t. d.);

4) sekcja wyzyskania metanu obejmie opracowanie referatu, który omówi wykonane już w tym kierunku prace;

5) sekcja geologiczna oraz

6) " elektryczna.

Po wysłuchaniu sprawozdania, uchwalono — na wniosek p. prof. R. Witkiewicza — wypłacenie 450 zł. na wykonanie prac sekcji 4-tej, nadających się na najbliższy Zjazd W. K. En. w Londynie.

5. Sprawy bieżące. W końcu załatwiono kilka spraw bieżących; m. in. ustalono iż P. K. En. weźmie udział w Wystawie Wodnej w Bydgoszczy i prześle swe ekspozycje łącznie z wysyłaniem przez Dep. Wodny M. R. Publ. oraz wyznaczono cenę broszury o źródłach energii na zł. 3.

Kanały projektowane w Polsce pod względem komunikacyjnym i energetycznym.

(Sprostowanie).

Do art. powyższego wkładły się nast. omyłki druku: w Nr. 22, na str. 99 En, ostatnie 2 wiersze szpalty prawej winny się znajdować na końcu szpalty lewej;

w Nr. 23, na str. 107 En, w szpalcie lewej, w wierszu 8, zamiast 10 583 000 tkm, winno być: 10 583 000 000 tkm, a w wierszu nast., zamiast 15 000 000 tkm, winno być 15 000 000 000 tkm;

w tym samym N., na str. 109 En, w wierszu 37, opuszczono: „suma kosztów przewozu wodą przeszło 80 000 000 zł.”