

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Nowy tendrzak osobowy OKI 27 P.K.P. do ruchu podmiejskiego, nap. Inż. M. Odlanicki-Poczobut, Kolej miejska podziemna w Warszawie (metro-politain) (dok.), nap. J. Lenartowicz, Naczelny Inżynier Budowy Tramwajów Miejskich w Warszawie.

Wytrzymałość łańcuchów spawanych elektrycznie, nap. K. Kornfeld, Inżynier-metalurg.

Cienkościenne naczynia o kształcie powierzchni obrotowej, poddane ciśnieniu wewnętrznemu, nap. Z. Kłębowski Inżynier-mechanik.

Przegląd pism technicznych.

Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Nouvelle locomotive polonaise pour le trafic de banlieue par M. M. Odlanicki-Poczobut, Ingénieur-mécanicien.

Le projet du métropolitain à Varsovie (suite et fin), par M. J. Lenartowicz, Ingénieur en chef des Tramways municipaux de Varsovie.

Résistance des chaînes à soudeure électrique, par M. K. Kornfeld, Ingénieur métallurgiste.

Calcul d'un vaisseau de la forme d'une surface de révolution, aux parois minces, soumis à la pression intérieure, par, M. Z. Kłębowski, Ingénieur-mécanicien.

Revue documentaire.

Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

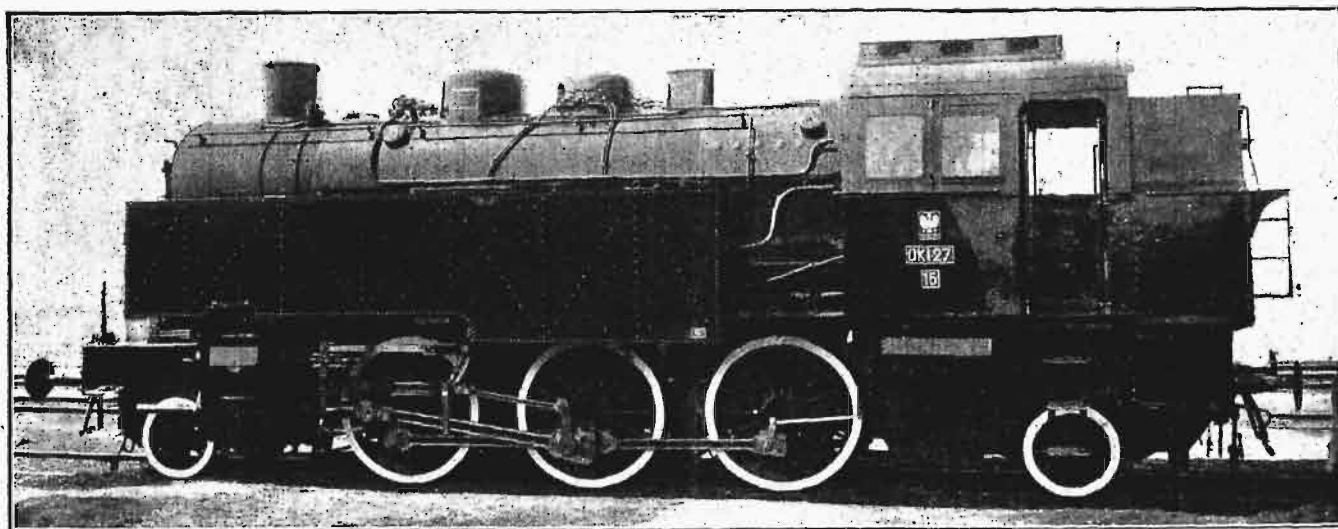
Nowy tendrzak osobowy OKI 27 P.K.P. do ruchu podmiejskiego.

Napisał Inż. M. Odlanicki-Poczobut.

Tabor naszych kolei państwowych jest dotąd najubożej wyposażony w tendrzaki do ruchu podmiejskiego.

Pociągi te są przeważnie prowadzone przez stare lokomotywy na parę nasyconą, o silniku sprzężonym, pośpieszne, osobowe i towarowe z przednią osią toczną. Parowozy te są pozostałością po oku-

Z braku obrotnic na końcowych małych stacjach letniskowych, pociągi podmiejskie są prowadzone w jednym kierunku parowozami, idącymi naprzód, a w odwrotnym kierunku — wtył. Działanie wózka przedniego, ułatwiającego przejście łuków, ma znikomo małe znaczenie przy tylnym biegu parowozu, nie posiadającego wózka tylnego. Jazda



Rys. 1. Widok tendrzaka OKI 27.

pacji niemieckiej, a w swojej ojczyźnie bywają spotykane chyba tylko na liniach trzyczorzędnych. Tendrzaków, czyli parowozów kusych, posiadamy tak mało, że ruch podmiejski z konieczności odbywa się parowozami dalekobieżnymi, nieraz z tendrami 4 osiowymi.

więc parowozu tendrem naprzód musi się odbywać z konieczności z szybkością zmniejszoną, nie odpowiadającą typowi parowozu. Do tej też szybkości musi być dostosowany rozkład jazdy pociągów, prowadzonych parowozami, poruszającymi się raz przodem, raz tyłem. Całodzienne wożenie tam i z

powrotem ciężkiego zbytecznego tendra, z nadmiernym zapasem paliwa i wody, pochłania niepotrzebnie dużo cennego paliwa i smaru, nawet przy najlepszej sprawności parowozu. Ze względu na powyższe, podmiejski ruch parowozowy odbywa się zwykle zapomocą parowozów kusych, zbudowanych symetrycznie do biegu naprzód i wtył. Najbardziej się rozpowszechniły następujące układy osi: 1—2—1; 1—3—1; 1—4—1; 2—3—1; 1—3—2; i 2—3—2. Nasz nowy tendrzak dostał układ osi: 1—3—1, co należy uważać za trafne, biorąc pod uwagę, że szybkość biegu noszych pociągów podmiejskich nie przekracza 70 km/h, oraz stosunkowo niewielką wagę tych pociągów.

Charakterystyka tendrzaka została opracowana przy współudziale nieodżałowanej pamięci Inżyniera Wacława Łopuszyńskiego. Projekt parowozu został całkowicie wykonany w Zakładach „H. Cegielski” w Poznaniu pod kierownictwem Inżyniera Brylinga. Podkreślamy, że jest to pierwszy projekt parowozu samodzielnie wykonany w Polsce, przez polskich konstruktorów. Czas pokaże, o ile udatnie ten projekt został wykonany i jakie w nim zmiany poczynić wypadnie. Obecnie możemy tylko porównać charakterystyczne jego wymiary z wymiarami znanych parowozów europejskich tej samej klasy i tą drogą zdać sobie sprawę, jakie miejsce nasz tendrzak zajmuje.

Konstrukcyjne szczegóły opisywanej lokomotywy nie zawierają żadnych osobliwoci, ani też nowoci.

Kocioł o wąskim palenisku, wpuszczonem między ostojnice, zwykłej konstrukcji, posiada pole rusztów 2,6 m², co stanowi $\frac{1}{61}$ całkowitej powierzchni ogrzewanej kotła i $\frac{1}{18}$ powierzchni ogrzewanej odparowującej; odpowiada to ogólnie przyjętym normom. Przegrzewaczowi słusznie nadano bardzo znaczną powierzchnię w stosunku do odparowującej, co jest niezbędne w warunkach biegu parowozu z częstymi postojami. Stosunek ten stanowi 0,37, tyleż co w parowozie pruskim. Powierzchnia ogrzewana paleniska wynosi 11,44 m², płomieniówek 72,14 m² i płomienic 39,11 m². Ilość płomieniówek jest 125 szt., płomienic — 24 szt. Dyszę umieszczono nisko i w związku z tem nadano kominowi dużą średnicę.

Tyłna ścianka komina żeliwnego posiada zgrubienie w kształcie pasa, szerokości 175 mm, zawierające 5 kanałów, otwartych u góry. Do kanałów tych, przez zawór, odmykany z kabiny maszynisty, jest doprowadzana świeża para. Przeznaczeniem tego przyrządu jest odrzucanie do góry dymu i pary, mogącej w pewnych warunkach zakrywać maszyniście widok przed sobą.

Nowe niemieckie lokomotywy posiadają w tym celu ustawione z przodu pługi powietrzne. Pług

Tabela porównawcza charakterystyk tendrzaków 1—3—1 na parę przegrzaną.

	OKI polski	Nowy pruski ujednost.	Szwajcarski.	Szwedzki.	Węgierski.	Niemiecki.
Średnica cylindrów d mm	540	570	520	500	500	500
Suw tłoków s mm	630	660	600	580	650	612
Średnica kół napędnych D mm	1500	1600	1520	1530	1600	1450
Nadprężność pary p kg/cm ²	14	14	12	11,5	13	12
Powierzchnia ogrzewana odparowująca m ²	123	133	120	79	102	109,8
„ „ przegrzewacza m ²	45	50	33	20	30	34,5
„ „ całkowita m ²	168	183	153	99	132	144,3
Pole rusztów R m ²	2,6	2,54	2,3	1,84	2,28	1,93
Waga parowozu w stanie roboczym Q t	81,5	92	75	62,6	72	70
napędna max. Q_N t	52,0	60	48	41,9	43	44
Zapas wody t	10	10				
„ węgla t	3,5	3,5				
Siła pociągowa $Z = 0,6p \frac{d^2 s}{D}$ kg	10 200	11 260	7 700	6 540	7 920	7 570
„ „ $\frac{1}{5} Q_N$ kg	10 400	12 000	9 680	8 380	8 600	8 720
Przyczepność $\frac{Q_N}{Z}$	5—4,1	5,3—4,4	6,2	6,4	5,5	5,7

Z tabeli tej widzimy, że nasz OKI jest najbardziej zbliżony do nowego tendrzaka pruskiego z najnowszej serii parowozów o częściach ujednostajnionych, ustępuje mu jednak w sile pociągowej, co jest naturalne, ponieważ tendrzak pruski ma nacisk osi napędnych po 20 tonn, nasz zaś zaledwie 17,3 t. Inne natomiast parowozy europejskie tej samej klasy 1—3—1 pozostawia nasz tendrzak co do siły daleko poza sobą.

ten tworzy pochyłona pod kątem 45° blacha z dwoma bocznymi, pionowymi ściankami sztywnymi. Powstający przy szybkiej jeździe silny prąd powietrza, skierowany w górę, w stronę komina, bardzo skutecznie odrzuca dym i parę w górę. Pługi te, nawiasem mówiąc, szpecące parowozy, okazały się bardzo skutecznymi i obecnie są ustawiane w Niemczech nietylko na wszystkich nowych parowozach osobowych, ale nawet na starych, w wypadkach,

gdy ich ustawienie nie napotyka trudności. Nowe austriackie parowozy pośpieszne 1—4—2 są też zaopatrzone w te pługi, których jedną z wielkich zalet jest prostota, taniać i stałe działanie w biegu. Pługi te przytem nie zwiększają oporu czołowego powietrza i działanie ich nic nie kosztuje. Aparat, zastosowany do naszych tendrzaków i do decapodów, posiada tę dużą zaletę, że działa przy powolnym biegu parowozu, na przykład przy wjeżdżaniu na stację.

Przegrzewacz systemu Schmidta jest złożony z 24 elementów. Na skrzyni przegrzewacza zostały ustawione dwa zawory napowietrzające systemu Inz. W. Łopuszyńskiego. Głowice zaworów znajdują się nad dymnicą z tyłu po obu stronach komina, dzięki temu czerpią czyste, nie zawierające kurzu, powietrze. Opis i rysunek tego zaworu zostały podane w Nr. 52 „Przeгляdu Technicznego” z roku 1926. Przypominamy więc tylko, że zawory te automatycznie, podczas jałowego biegu parowozu, napowietrzają rury wlotowe cylindrów, co służy do wyrównania ciśnienia z obu stron tłoków, i jednocześnie wpuszczają do skrzyni suwakowej słaby strumień pary nasyconej, co znakomicie zapobiega tworzeniu się osadu na suwakach, powstającego wskutek dystalacji i spalania się smarów głównie podczas biegu jałowego parowozu. Oprócz tego przyrzędu, w celu wyrównania ciśnienia, cylindry zostały wyposażone w zawory oblotowe (by-pass). Prowadnice krzyżulca zastosowano pojedyncze. Głowice wiązeł i korbowodów — z dociskami klinowymi. Hamowanie kół napędnych — jednostronne.

Poważne refleksje, co do swej stosowności, budzą osie toczne. Zastosowano tu osie systemu Adamsa, widocznie kierując się względami oszczędnościowymi, gdyż są one najtańsze. Jednak osie te, nawet zaopatrzone w różne dodatkowe przyrządy centrujące, jak sprężyny, górne oporowe powierzchnie klinowe i t. p., nie dają tej pewności, spokoju i elastyczności przy przejściu łuków, co wózki jednoosiowe Bissel'a. Częste są zjawiska jednostronnego ścinania obrzeży obręczy, co w czas zauważone daje się usunąć przy centrowaniu sprężynowem, jest natomiast niemożliwem do usunięcia bez poważniejszej przeróbki przy oparciach klinowych. Wadliwe zmontowanie, zatarcie, zacinać się oporowych powierzchni klinowych lub maźnic w ich prowadnicach może być bardzo groźne w skutkach, a w najlepszym wypadku prowadzi do szybkiego zużywania się łożysk nawet osi napędnych, wskutek nadmiernej sztywności całego ustroju. Rokując jak najlepszą przyszłość i jak największe rozpowszechnienie nowych OKI 27, jednocześnie wyrażamy przypuszczenie, że słaba strona tych parowozów — osie Adamsa — w przyszłych serjach będą zamienione wózkami Bissel'a z energicznymi mechanizmami zwrotnymi.

Z zewnętrznej strony (rys. 1) tendrzaki przedstawiają się bez zarzutu, nie wykazując żadnych odstępstw od współczesnych wymagań architektury parowozowej.

Nadmieniamy, że nowy tendrzak, wystawiony na P. W. K., został zaszczytnie nagrodzony wielkim medalem złotym.

Kolej miejska podziemna w Warszawie^{*)} (metropolitain).

Napisał J. Lenartowicz, Naczelný Inżynier Budowy Tramwajów Miejskich w Warszawie.

II. Kierunek linii kolei podziemnej.

Kierunek pierwszych linii przyszłego metropolitain'u w Warszawie wynika z układu samego miasta i charakteru ruchu. Kierunek ten widoczny jest na planie (patrz rys. 2), wykazującym obecną gęstość ruchu tramwajowego w Warszawie. Wyznaczenie linii przyszłego metropolitain'u może być powzięte, oczywiście, dopiero po gruntownym zbadaniu charakteru ruchu zarówno obecnego, jak i przewidywanego w przyszłości, przy dalszej rozbudowie miasta.

Pierwszą linią kolei miejskiej podziemnej w Warszawie, jaka będzie musiała być wykonana w najbliższym czasie, — będzie linja łącząca dzielnice: południową z północną (Mokotów—Muranów). Linja ta będzie musiała być podziemna, co wynika z samego charakteru ulic, łączących te dzielnice.

Linja ta (patrz rys. 3), wychodząc z placu Unji Lubelskiej, będzie szła w kierunku: placu Zbawiciela, dworca głównego, placu Napoleona, placu Saskiego, placu Teatralnego, placu Krasin-

skich, do placu Muranowskiego. Długość jej wynosi 6 km; średnia odległość przystanków 675 m.

Kierunek pierwszej linii kolei miejskiej podziemnej, łączącej plac Unji Lubelskiej z placem Muranowskim, ustalony został pod ulicą Marszałkowską. Stąd wynikałoby, że tunel kolei podziemnej miejskiej na skrzyżowaniu ul. Marszałkowskiej i Al. Jerozolimskiej musi podejść w osi ulicy Marszałkowskiej pod tunel kolejowy linii średnicowej Polskich Kolei Państwowych.

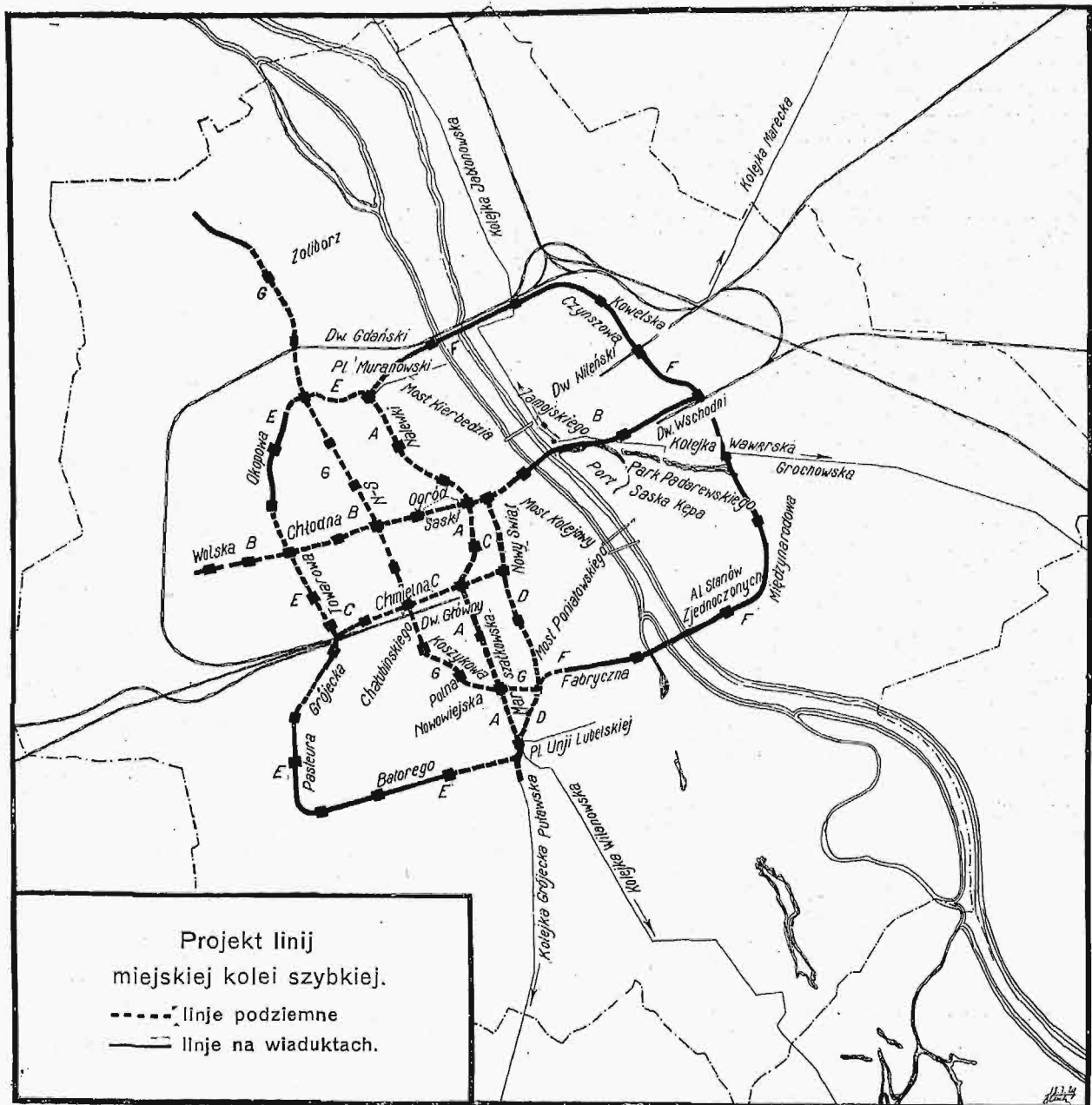
Przeprowadzenie tunelu „metro” na skrzyżowaniu na samej osi ulicy Marszałkowskiej zostało jednak znacznie utrudnione, wskutek konieczności wybudowania na tejże osi syfonu kanalizacyjnego, wpuszczonego w wycięte dno tunelu kolejowego.

Stąd powstał projekt odchylenia w tem miejscu tunelu „metro” ku zachodowi; tem samem stacja dworcowa „metro” zostaje bardziej zbliżoną do głównego dworca kolejowego.

To da jednocześnie możliwość takiego układu stacji, że będzie możliwe bezpośrednie połączenie peronów „metro” z peronami dworca głównego przejściami podziemnymi.

Również stacja „metro” przy placu Unji Lubelskiej, położona w bezpośrednim sąsiedztwie

^{*)} Dokończenie do str. 73 w zesz. 4 z r. b.



Rys. 3.

ze stacją kolejki Wilanowskiej i Grójeckiej, przewiduje możliwość połączenia ich peronów między sobą przejściem podziemnym.

Druga z kolei linja przewiduje połączenie zachodniej dzielnicy miasta ze wschodnią przez nowy most wprost ul. Karowej i stację przesiadową na placu Saskim (rys. 3).

Linja ta, wychodząc z dworca Wschodniego na Pradze, pójdzie przez nowy projektowany most na Wiśle (wprost Karowej), plac Saski, plac Żelaznej Bramy, Hale Mirowskie, Chłodną, Wolską do rogu ul. Płockiej.

Ogólna długość tej linji wynosi 6,3 km i jest projektowana w tunelu podziemnym, prócz odcinka od ul. Karowej do dworca Wschodniego, który to odcinek projektowany jest, jako kolej górna.

Stacje końcowe tych linij, zarówno „A” jak i „B”, nie będą uważane jako zakończenie, lecz —

przygotowane do umożliwienia rozgałęzień i dalszego przedłużenia.

Inne linje, jak np. „N — S”, albo linja łącząca dworzec towarowy z Pragę, lub linja okólna, częściowo podziemna, częściowo nadziemna — należą do następnych etapów.

Ogółem, według tego projektu, przewiduje się 46 km, w czym kolei podziemnej 26 i kolei górnej 20 km.

Sieć tej wielkości mogłaby być urzeczywistniona w warunkach normalnych w ciągu 35 lat.

Ponieważ należy przewidywać, że Warszawa za lat 35, przyjmując dotychczasowy przyrost, może wykazać ilość mieszkańców conajmniej podwójną, czyli ok. 2,0 milj., zatem projektowana sieć „metro” (46 km) odpowiadałaby 0,23 km na 10 000 mieszkańców. Na Zachodzie przyjęto uważać jako stosowne długości sieci „metro” dla dużych miast 0,25 km do 0,4 km na 10 000 mieszkańców.

Dodam, że Berlin, przy 4,3 milj. mieszkańców, posiada już sieć kolei miejskich szybkich (Hoch & Untergrundbahnen) 81,1 km i dalszych 17 km już zatwierdzono.

Paryż, przy 4,6 milj. mieszkańców, posiada sieć 135 km kolei szybkich.

Podany szkic sieci metropolitań'u dla Warszawy jest rzutem tymczasowym, który jest przedmiotem dalszych rozważań i studjów.

III. Zagłębienie tunelu.

Niedość jednak wiedzieć, którą koleją ma przejść, należy wiedzieć też, na jakiej może i powinna przejść głębokości. O tem decydują właściwości hydro-geologiczne gruntu, którego badania są zakończone, oraz istniejące już urządzenia podziemne, które stanowić mogą bądź nieprzebytej przeszkodę, bądź też wymagać będą przebudowy, jak np. kanalizacja.

Wiadomo już, że tą poważną przeszkodą, którą napotyka miejska kolej podziemna, jest tunel kolejowy linii średnicowej pod Aleją Jerozolimską. Ta okoliczność zmusza już w samym założeniu do projektowania kolei miejskiej w najruchliwszym punkcie miasta na względnie dużej głębokości.

Ale są i inne okoliczności, które przemawiają za głębokim tunelem, mianowicie:

Przerobienie kanalizacji miejskiej byłoby połączone nie tylko z niezmiernymi kosztami, lecz na niektórych ulicach, stosunkowo wąskich — wprost niewykonalne po obu bokach tunelu „metro“.

Przeróbka sieci wodociągowej, gazowej, telefonicznej, nie mówiąc już o sieci elektrycznej, również pociągnęłaby za sobą poważne wydatki przy wykonaniu tunelu płytko założonego.

Płytki tunel poduliczny, wykonywany zwykle sposobem odkrywkowym, zamyka pozbawiony ruchu uliczny na względnie dłuższy okres czasu, co w warunkach naszych (np. zamknięcie ul. Marszałkowskiej, Wierzbowej, Bielańskiej lub Nalewek — choćby w części) byłoby nie do pomyślenia dla samego ruchu ulicznego, nie mówiąc o poważnych niewygodach i stratach dla mieszkańców tych domów podczas budowy tunelu.

Budowa tunelu głębiej położonego, jakkolwiek może i droższa w wykonaniu, unika tych wszystkich stron ujemnych, dając większą niezależność w kierunku prowadzenia linii (np. pod domami), nie wyłączając przy tem możliwości ulokowania samych stacyj płyciej, w tunelu t. zw. podulicznym.

IV. Wynik badań hydro-geologicznych.

W związku z zagłębieniem tunelu, wypada nam też powiedzieć o wynikach badań hydro-geologicznych. Projektowaną budowę poprzedziły już próbnе wiercenia wzdłuż zamierzonych do budowy linii ulic, więc od placu Unji Lubelskiej do Muranowa i z Woli, od ul. Płockiej, do ul. Karowej. Celem tych wierceń było zapoznanie się z budową geologiczną i hydrologiczną obszarów Warszawy wzdłuż projektowanych linii, z układami

warstw ziemnych co do ich właściwości pod względem struktury i tekstury, co do budowy cząsteczkowej masy ziemnej i złożenia masy o pewnym stylu.

W tej ziemnej budowie mas skalnych ważnem jest jeszcze nasycenie wodą, mieszczącą się w porach piasków lub w szczelinach.

Dlatego przy projektowaniu tunelu pierwszorzędne znaczenie ma przekrój podłużny, w którym odróżnione są masy ziemne: nieprzepuszczalne i znów warstwy silnie zawadnione wodą zaskórną lub gruntową. Niemniej ważną rolę odgrywa powierzchnia terenowa w swem ukształtowaniu, gdyż istnieje niewątpliwie związek powierzchni zewnętrznej z wnętrzem mas ziemnych, a głównie ma to miejsce w masach osadowych. Badania próbne, o których była mowa powyżej, a więc: wiercenia, analizy mechaniczne prób, obserwacje hydrologiczne dały wynik dodatni. Brzeg bowiem lewy Wisły tworzył niegdyś wyspę, a stąd linja „metro“ może mieć dwukierunkowy spadek, co wielce przyczynia się do celowego i względnie łatwego odwodnienia.

Linja terenowa, np. plac Unji Lubelskiej — plac Muranowski, najpierw wznosi się od ulicy Skolimowskiej do ul. Wilczej, mając tu swe maximum, idąc dalej ze spadkiem do ul. Traugutta i dalej aż od ulicy Traugutta do ul. Miłej. Tak początek tunelu, jako też koniec, uzależnione zostaną od całości systemu „metro“ na całym obszarze Warszawy. Jako zasadę konstrukcyjną budowy przyjęto największe zagłębienie tunelu, w zależności od najwyższego poziomu rzeki Wisły i od poziomów zaprojektowanych mostów.

Osuszenie i odwodnienie stałe wykonać ma sztolnia pozioma w spodzie tunelu, która zbierać i odprowadzać będzie w dwóch przeciwnych kierunkach wodę w spływie w linii pierwszej plac Unji—Muranów: na początku tunelu i na końcu, odprowadzając wodę do Wisły.

Z placu Unji sztolnia przejdzie przez ulicę Bagatelę, służąc do zasilania stawów w Łazienkach, a w końcu sztolnia z dna tunelu przejdzie przez ulicę Miłą do Wisły przy moście kolejowym.

Budowa sztolni osuszającej poprzedzi budowę tunelu, a to dla doskonalszego osuszenia obszarów przyległych do „metro“, przez co nastąpi znaczne ułatwienie samej budowy tunelu.

W projekcie dwa więc względy konstrukcyjne dla „metro“ będą miarodajne: maksymalne zagłębienie i zastosowanie właściwych spadków dla celowego odwodnienia.

Wiercenia badawcze miały prócz tego na celu odróżnienie nasycenia wód infiltracyjnych z zewnątrz do wnętrza zależnie od wielkości opadów, a więc wyjaśnienie, czy mamy do czynienia z wodami o nieustalonym zwierciadle, czyli tak zwanymi pospolicie wodami zaskórnymi, czy też z nasyceniami wodą gruntową, zasilaną i magazynowaną z większych obszarów powierzchniowych, mających inne dopływy do przelotu tunelowego.

To też studja w tym kierunku są pierwszorzędne znaczenia i wykrycie erozyjnych odwadniających rynien ze stawowych układów z zakre-

su jeziornego i zastoiszkowego we wnętrzu lewego bieżgu Wisły było zadaniem naukowym niezmiernie trudnym, a zarazem i ciekawym.

Praca ta miała więc i stronę o wartościach oceny ściśle naukowej, co we wpływie na wartość badań ma duże znaczenie i wymaga ogarnięcia warunków geologicznych niemal całej Warszawy.

Cały ten materiał geologiczno-hydrologiczny, zebrany drogą próbnych wierceń, wykonanych przez firmę „Rychłowski”, został przedstawiony specjalnej komisji ekspertów-geologów, w skład której weszli: prof. dr. W. Friedberg z Poznania, prof. dr. J. Lewiński z Warszawy, prof. dr. J. Nowak z Krakowa, prof. dr. J. Samsonowicz z Warszawy.

Komisja ta stwierdziła jednogłośnie, że zebrane dotychczas materiały badań gruntu są dostateczne dla opracowania ogólnego projektu „metro”.

Opracowanie tego projektu obecnie jest na ukończeniu, przyczem następują się niektóre rozwiązania niezupełnie proste, zależnie od uzgodnienia z innymi urządzeniami, np. podejście tunelu „metro” pod tunel kolejowy średnicowy Polskich Kolei Państwowych.

Ze względu na przeprowadzenie syfonu kanalizacyjnego pod tunelem średnicowym w osi ul. Marszałkowskiej, prowadzenie tunelu kolei podziemnej pod temi urządzeniami i przy gruncie z piasków lotnych nasyconych wodą było niewskazane. Z tego względu odsunięto oś tunelu „metro” w tem miejscu w kierunku zachodnim, czyli zbliżając się do dworca głównego kolejowego.

V. Sposób wykonania tunelu.

O ile obniżenie poziomu wód gruntowych — czasowo — na miejscu robót okazałoby się z jakichkolwiek bądź względów niemożliwym lub niewskazanym, drążenie tunelu głębokiego przewiduje się sposobem tarczowym („Schildvortrieb”), przy ew. użyciu powietrza sprężonego o ciśnieniu odpowiadającym ciśnieniu w poszczególnych miejscach robót.

Jeżeli uwzględnimy miejsce największego zagłębienia tunelu „metro”, które przypada pod tunelem kolejowym linii średnicowej przy dworcu głównym w Alei Jerozolimskiej (18 m), i poziom wód gruntowych (8 m), to nawet, o ile nie zdołalibyśmy obniżyć sztucznym sposobem poziomu wód gruntowych, wypadłoby na miejscu robót ciśnienie ok. 10 m słupa wody, co odpowiada 1 atm. Praca więc w kamerze przy 1 atm nadciśnienia nie przedstawiałaby żadnych trudności.

Nadmienić tu wypada, że tunel pod rzeką Hudson (New York) na 28,4 m największej głębokości poniżej normalnego poziomu wód był wykonany w ten sposób, przyczem nadciśnienie w kamerze wynosiło 2,8 atm. Tunel ten, ogólnej długości 1525 m, przypadł na długości 1220 m w miłym piasku, w tem duże ilości piasku lotnego. Reszta tunelu (305 m) w skale.

Dodać należy, że przy wykonaniu tego tunelu na 718 383 zmian roboczych zdarzyło się tylko 528 zachorowań wskutek nadciśnienia (2,8 atm) — bez żadnego wypadku śmiertelnego.

VI. Obliczenie rentowności.

Pozostaje jeszcze wyjaśnić, jak przedstawiają się koszty budowy metropolitain'u i wydatki eksploatacyjne oraz rentowność tego urządzenia.

Z danych statystycznych kosztów budowy linii podziemnych „metro” paryskiego i berlińskiego, jak również szeregu nowszych urządzeń, można przyjąć dla Warszawy koszt wykonania linii podziemnej o podwójnym torze, włączając wszystkie urządzenia, w kwocie 10 milionów złotych (obiegowych) na 1 km linii.

Przyjmując, że narazie byłaby wykonana linia podziemna, łącząca dzielnicę południową z północną, o długości 6,0 km (łącznie z dojazdem), ogólny koszt budowy tej linii (z dojazdem do remizy) wypadłby ok. 70 milj. złotych.

Na pytanie, czy frekwencja ruchu będzie na tej linii na tyle intensywna, że nie postawi wogóle pod znakiem zapytania samej myśli metropolitain'u w Warszawie, można odpowiedzieć tylko odnośnymi cyframi.

Statystyka powojenna za czas 1919—1928 r. wykazuje ilość przewiezionych osób na 1 km linii (licząc po osi ulicy), rocznie średnio 2,652 milj. pasażerów.

To jest cyfra średnia, wzięta z całej sieci tramwajowej.

Wypadająca zaś z ostatniego rozkładu jazdy gęstość wagonów na ul. Marszałkowskiej od placu Unji Lubelskiej do ul. Królewskiej przy obecnym wypełnieniu daje nam faktyczną frekwencję dzisiejszą na tej linii. W ten sam sposób wyliczona frekwencja rzeczywista dla linii przez ul. Marszałkowską od placu Unji Lubelskiej do Ogrodu Saskiego jest znacznie wyższa, aniżeli podana średnia, wzięta z całej sieci.

Frekwencja rzeczywista od placu Teatralnego, Bielańskiej i Nalewek do placu Muranowskiego wykazuje również cyfrę prawie dwa razy większą, aniżeli średnia roczna, wzięta z całej sieci.

W ten sposób szacowany jest zazwyczaj ruch oczekiwany na nowoprojektowanych liniach kolej miejskiej szybkiej. Mniejszy ruch trudno przewidywać; przeciwnie, wskutek takich czynników, jak większa prędkość jazdy, częstsza okazja lokomocji, większa wygoda i t. p., następuje przeważnie szybkie zwiększenie frekwencji.

Nie należy też zapominać, że od czasu zbudowania i uruchomienia tej pierwszej linii „metro” normalny przyrost frekwencji stanowił będzie przeszło 30%.

Do obliczenia rentowności tej pierwszej linii przyjmujemy jednak cyfrę skromniejszą, aniżeli wypadłaby z powyższego, ustalając frekwencję na okres początkowy, odpowiadającą 20 przejazdom na 1 mieszkańca rocznie, zgodnie zresztą z odnośną statystyką zagraniczną.

Przy gęstości pociągów na początek co 4 minuty i dzisiejszych płacach personelu — koszt eksploatacyjny na tej pierwszej linii, włączając koszt administracji i koszt odnowienia urządzeń, wyniosł na 1 pasażera (przy 24 milj. pasaż. rocznie)

13,0 groszy.

Jeżeli przyjęlibyśmy taryfę 30 groszy za przejazd, pozostałoby zatem na oprocentowanie i amortyzację kapitału budowy

4,0%.

Należy przyznać, że cyfra oprocentowania kapitału wypada dość niska, co zresztą wykazują również i metropolitain'y innych miast, a to wskutek wysokich kosztów budowy.

Na budowę jednak kolei podziemnej należy patrzeć nietylko wyłącznie z punktu widzenia mniejszej lub większej rentowności, ale jako na urządzenie, które stwarza jednocześnie nowe arterje komunikacyjne, oszczędzając miastu poważnych wydatków na wykup posesyi, burzenie domów, przeprowadzanie nowych ulic, celem opanowania ruchu ulicznego, stale wzmagającego się.

Niezrozumienie polityki miasta wprowadzenia komunikacji szybkiej („metro“) jest bezwątpienia jeszcze naogół dość duże. Są jeszcze szerokie koła zarówno wewnątrz, jak i zewnątrz korporacji miejskich, które, żądając według dzisiejszych koniunktur oprocentowania i amortyzacji tych urządzeń, są zdania, że miasto przedwcześnie zajmuje się sprawą wprowadzenia komunikacji szybkiej.

Takie pojęcie wynika z niewłaściwych założeń. Wszak dotąd nikt o to nie pytał i nie stawia tego żądania, ażeby sieć ulic miejskich rentowała się. Jest rzeczą zrozumiałą, że ulice muszą być budowane i utrzymywane przez miasto, ponieważ bez wystarczającej sieci ulic życie gospodarcze miasta byłoby niemożliwe. Sieć kolei miejskich szybkich nie jest jednak niczem innym, jak drugą siecią uliczną, powstałą z konieczności rozwoju ruchu ulicznego na powierzchni.

Ponieważ rozwój ruchu ulicznego na powierzchni wzrasta w sposób nie do powstrzymania, a oprócz tego potrzeby komunikacyjne mieszkańców też wzrastają, przeto budowa sieci kolei miejskiej szybkiej jest nieuniknioną. Żądanie, by sam ruch pasażerski na kolejach szybkich miejskich całkowicie wystarczył na oprocentowanie i amortyzację urządzeń sieci ulicznej podziemnej, byłoby świadczaniem niezwykłych rozmiarów, zwłaszcza jeżeli się zważy, że praktycznie urządzenia tunelowe kolei miejskiej szybkiej w porównaniu z siecią uliczną na powierzchni nie wymagają prawie żadnych robót odnowienia, lub bardzo małych.

Odnośnie pokrycia ewent. deficytów za przewóz pasażerów koleją podziemną, — to na Zachodzie praktykowana jest droga połączenia „metro“ w jedną całość z innym przedsiębiorstwem zyskownem, jakim są tramwaje.

Rozważanie tej kombinacji jest nasepujące:

Gdy tramwaje w dużym mieście nie znajdują dość miejsca na ulicy i muszą być częściowo przeprowadzone pod ulicą, wówczas nie jest zupełnie słusznem obciążać korzystających z tej linii pasażerów osobną dopłatą.

Pójdźmy krok dalej jeszcze i przypuśćmy, że cała kolej znajduje się w innym poziomie niż ulica, stając się tem samym koleją nad lub podziem-

ną, wówczas Zarząd Miejski, który oba te rodzaje komunikacji (tramwaje i kolej szybką) jednoczy w jednym ręku, nie uczyni krzywdy nikomu, gdy obciążenia, pochodzące z kosztów torowiska własnego (tunele, wiadukty) będą podzielone na wszystkich pasażerów. To prowadzi do przycięgnięcia tramwajów do świadczeń finansowych na rzecz kolei nad lub podziemnej, jak to już zresztą ma miejsce w Hamburgu, Berlinie, Bostonie i w pewnej mierze też i w Londynie. Czy wpływające stąd sumy będą obrócone na oprocentowanie wybudowanych z pożyczek urządzeń „metro“, czy też bezpośrednio użyte na budowę nowych linii „metro“ — jest to sprawa osobna.

W ten sposób postępuje już teraz Berlin i Hamburg. W obu miastach, jakkolwiek w różnych formach, utworzony jest stosunek wspólności, przy którym niewystarczające wpływy kolei nad lub podziemnej wyrównywane są z nadwyżek tramwajów. To samo jest w Bostonie i Filadelfji.

Dr. inż. E. Giese, profesor Politechniki w Berlinie, rzeczoznawca komunikacji wielkomiejskiej, w rozważaniach swych o stronie gospodarczej i opłatach środków komunikacyjnych wielkomiejskich, podaje we wniosku końcowym uwagę następującą:

„Celem poparcia budowy i eksploatacji kolei miejskich szybkich, i tem samym odciążenia ruchu ulicznego, jest całkowicie usprawiedliwione subwencjonowanie kolei szybkiej przez środki komunikacyjne, korzystające z ulicy“.

VII. Sfinansowanie budowy.

Wobec zgłoszenia kilku ofert ze strony różnych konsorcjów, z zamiarem wejścia w bliższe pertraktacje o uzyskanie koncesji na budowę i eksploatację kolei podziemnej w Warszawie — Magistrat zastanawiał się nad kwestją, w jaki sposób ma być zrealizowana finansowo budowa kolei podziemnej w Warszawie. Magistrat rozważył szereg możliwych rozwiązań, a mianowicie:

a) budowę i eksploatację kolei przez miasto w drodze zaciągnięcia pożyczki zagranicznej;

b) udzielenie koncesji z udziałem miasta w zyskach;

e) powierzenie budowy firmie budowlanej z pozostawieniem eksploatacji kolei miastu, przy czem koszty budowy byłyby pokryte z pożyczki krótkoterminowej, i

d) udzielenie czystej koncesji.

Po rozważeniu tych rozwiązań, Magistrat zatrzymał się przede wszystkim na sposobie udzielenia czystej koncesji, t. j. takiej, w której miasto nie bierze żadnego udziału w przedsiębiorstwie, jak również nie daje żadnych gwarancji co do wysokości oprocentowania i amortyzacji kapitałów.

Wobec tego, że na tę formę przedsiębiorstwa, co było zresztą do przewidzenia, trudno było znaleźć koncesjonariusza, któryby się podjął budowy i eksploatacji „metro“ na własny rachunek, bez żadnego udziału ze strony miasta, jak również bez żadnych gwarancji co do wysokości oprocentowania kapitałów, przeto obecnie Magistrat rozpatruje inne koncepcje zrealizowania sfinansowania budowy kolei podziemnej.

Z kilku propozycji poważniejszych, przedstawionych Magistratowi przez konsorcja zagraniczne finansowo silne, wspomnę tu o następujących.

Jedne polegają na tem założeniu, że Magistrat buduje tunel, który pozostaje własnością miasta, konsorcjum zaś, poza użyczeniem swych usług dla sfinansowania tego przedsięwzięcia, o ile miasto nie będzie w możności znalezienia własnych sposobów przeprowadzenia operacji finansowych, dostarczy całe urządzenie pozostałe i będzie je eksploatowało w charakterze dzierżawcy (na lat 35), przy zagwarantowaniu przez miasto odpowiedniego oprocentowania kapitału.

Inne propozycje polegają na tem, że dla budowy i eksploatacji całej komunikacji miejskiej, a więc tramwajów, autobusów i kolei podziemnej, zostałaby zawiązana spółka mieszana, do której weszłoby miasto, z istniejącymi urządzeniami tramwajów i autobusów jako aportem, oraz koncesjonariusz, wpłacający gotówką odpowiedni kapitał.

Miasto nadałoby tej spółce koncesję na określony przeciąg czasu.

Funduszy, potrzebnych do budowy kolei podziemnej, oraz do rozbudowy linii tramwajowych i autobusowych, dostarczy koncesjonariusz

ładź w formie udziału, ładź w formie pożyczki obligacyjnej.

Propozycje te są obecnie w rozpatrywaniu szczegółowem przez specjalną komisję fachową, poczem sprawa ta przedstawiona będzie, po jej rozpatrzeniu, odnośnym władzom.

O ile pertraktacje te będą zakończone w roku bieżącym, możliwe byłoby przystąpienie do budowy pierwszej linii, łączącej plac Unji Lubelskiej z placem Muranowskim, już w początku roku 1931, biorąc pod uwagę rok czasu na przeprowadzenie formalności i opracowanie planów wykonawczych. Uruchomienie znów pierwszej linii „metro” mogłoby w najlepszym razie nastąpić nie wcześniej niż za lat pięć, biorąc pod uwagę czteroletni okres budowy tej linii (6 km).

Zakończenie.

Ze względu na wzrastający z każdym rokiem ruch tramwajowy i uliczny w tym stopniu, że zagraża on w bliskim czasie wprost zatłkaniem ulic (np. Marszałkowskiej), a oprócz tego wobec wielkiej potrzeby komunikacji szybkiej przy obecnej już rozległości miasta, należy życzyć, ażeby budowa kolei podziemnej mogła być przeprowadzona programowo w najkrótszym czasie.

Wytrzymałość łańcuchów spawanych elektrycznie.

Napisał K. Kornfeld, Inżynier-metalurg.

ROZDZIAŁ I.

W początkach stosowania elektrycznego spawania oporowego przeprowadzono próby wytrzymałości miejsc spawanych czołowo. Między innymi przeprowadzono badania takie na hucie w Witkowicach¹⁾. W przeważnej części wypadków pękał materiał poza szwem, przewężając się dopiero za miejscem spawania. Wytrzymałość prętów spawanych była nieco wyższa od wytrzymałości tworzywa spawanego, wydłużenie było natomiast przeważnie o wiele niższe. Wszystkie próbki miały płaszczyznę spawania prostopadłą do osi. Nie starano się jednak wyników tych teoretycznie uzasadnić. Niektóre z wyników otrzymanych ujmuje załączone zestawienie:

	R	A	R	A	R	A
	kg/mm ²	%	kg/mm ²	%	kg/mm ²	%
niespawane	33,3	31,0	41,5	25,3	44,8	25,3
spawane	34,8	27,0	42,0	25,0	45,5	15,7
„	35,9	26,5	42,9	21,0	44,7	14,5
„	36,8	25,5	40,0	20,5	44,6	15,1

Füchsel²⁾ doszedł do wniosku, że szew jest przeważnie najmocniejszym miejscem spawanych prętów. Z wyjętych z maszyny próbek i obtoczonych bez poprzedniej obróbki termicznej pękło 86,1% (na 31 próbek badanych) poza szwem. Wyżarzanie próbek w maszynie do spawania stosunek ten jeszcze nieco poprawiło. I tu nie starano się o szersze uzasadnienie teoretyczne powodów tego zjawiska. Były to próby mechaniczne, potwierdzające dobre mniemanie o elektrycznym spawaniu oporowym, i tem się zadowolniono.

¹⁾ V. D. I. 1911, str. 1764.

²⁾ Glasers Annalen Nr. 1124, wg. streszczenia w St. u. E. 1925, str. 199.

Ciekawem może tylko było spostrzeżenie, że obróbka termiczna nie polepsza własności mechanicznych spawanych próbek, lecz nawet pogarsza wytrzymałość³⁾. Było to zjawiskiem prawie nie do wytłumaczenia, jeżeli się przyjmowało, że próbka była przegrzana i wykazywała budowę Widmannstättena, jaką się spotyka w odlewach. Budowę tę można bowiem przez wyżarzanie i następne szybkie chłodzenie usunąć, lub choćby tylko zamienić na bardzo drobną i poprawić przez normalizację własności tworzywa, wykazującego tę budowę. Körber i Pomp⁴⁾ uzyskali poprawę własności odlewu o budowie Widmannstättena przez dwugodzinne żarzenie przy 950° i następne ochłodzenie próbek na powietrzu. Materiał o składzie chemicznym 0,25% C, 0,13% Si, 0,71% Mn, 0,021% P, 0,03% S, wykazał po takiej obróbce $R=52,3 \text{ kg/mm}^2$, $A=20,3\%$, oraz przy 20° C $U=8,5 \text{ kg/cm}^2$.

Dziwnem się wydaje, że w wypadku spawania oporowego żarzenie powyżej A_3 , czy też normalizacja, nie usuwa budowy Widmannstättena, jaką ma, według danych w literaturze, miejsce spawania. Danych o wynikach obróbki termicznej nie znalazłem żadnych innych, jak tylko to, że każda metoda obróbki termicznej obniża wytrzymałość. Naogół może zachodzić obniżenie wytrzymałości stali węglistej tylko jako skutek wyżarzania umocnionej stali, lub (poza stalami austenitycznymi) przy odpuszczaniu stali hartowanych, względnie przy wyżarzaniu przy wysokich temperaturach. By obróbka termiczna, nie polegająca na wyżarzaniu

³⁾ Mechanik 1928, str. 329.

⁴⁾ Mitt. K. W. Inst. f. Eisenforsch. T. VI, str. 23.

przy wysokich temperaturach, mogła obniżyć wytrzymałość, muszą w materiale istnieć naprężenia wewnętrzne, albo obok struktury, powstałej przy hartowaniu, albo też bez występowania oznak przyspieszonej przemiany perlitycznej tworzywa.

Hartowanie tworzywa bezpośrednio po spawaniu jest możliwe. Przegrzanie zaś do takiego stopnia, żeby wystąpiła budowa Widmannstättena, nie wydaje się możliwym. Przegrzanie bowiem wymaga znacznego czasu i powolnego chłodzenia. Oba te warunki nie są w czasie spawania spełnione. Czas ogrzewania wynosi zaledwie do kilkunastu sekund⁵⁾, poczem następuje szybkie ochłodzenie. Chłodzenie jest po przerwaniu prądu o wiele szybsze niż na powietrzu, bo spawany przedmiot pozostaje jeszcze kilka do kilkunastu sekund w chłodzonych wodą elektrodach. Czas ten może wystarczyć, jeżeli nie do całkowitego, to jednak do częściowego zahartowania przedmiotu stalowego.

Próby wytrzymałościowe, jakie na łańcuchach elektrycznie spawanych przeprowadziłem, potwierdzają to przypuszczenie. Łańcuchy wykonano z tworzywa o następującym średnim składzie chemicznym:

0,12% C, 0,42% Mn, 0,017% P, 0,02% S, 0,12% Cu.

Próbki o wymiarach: ϕ 8 mm, 80 mm długości pomiarowej, wytoczone ze znormalizowanych po rozgięciu na gorąco ogniów, dały wyniki następujące:

1.	R=39,0 kg/mm ²	P=26,0 kg/mm ²	A=21,9%	C=57%
2.	39,0 „	26,0 „	25,6%	52%
3.	38,6 „	25,4 „	25,6%	55%
4.	37,3 „	24,8 „	28,2%	55%
5.	38,7 „	26,0 „	25,5%	56%
średnio	38,5 kg/mm ²	25,7 kg/mm ²	25,3%	55%

Wyniki badań wytrzymałościowych łańcuchów elektrycznie spawanych w stanie dostarczonym podaje załączona poniżej tabela:

Lp.	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4
ϕ mm	16	16	16	16	16	9,5	9,5	9,5	8	8	8	8
długość próbki mm	272	272	272	272	272	170	170	170	136	136	136	136
ilość ogniów	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
wydłużenie mm	60	50	35	95	42	25	35	55	43	30	34	37
wydłużenie %	22,9	19,1	13,7	36,2	16,0	14,7	20,6	32,4	33,0	23,1	26,2	28,5
obciąż. dopuszcz. kg	2 560	2 560	2 560	2 560	2 560	900	900	900	640	640	640	640
obciążenie próbne kg	4 840	4 840	4 840	4 840	4 840	1 700	1 700	1 700	1 220	1 220	1 220	1 220
obciążenie rozr. kg	14 300	13 000	12 800	14 500	15 400	5 450	5 750	5 600	5 140	4 950	4 600	4 400
obciąż. odksz. trwale	1 000	1 000	800	850	800	450	530	550	430	360	400	400
R kg/mm ²	35,6	32,5	32	36,2	38,4	37,8	40,0	39,8	49,4	47,6	44,2	42,3
R średnie	35					39			46			
S ₀ (napr. przy odksz. trwałem)	2,5	2,5	2,0	2,12	2,0	3,17	3,73	3,87	4,27	3,58	3,98	3,98
$\frac{R}{S_0}$	14,3	13	16	16,2	18,2	11,7	10,6	10,3	11,6	13,3	11,1	11,1
$\frac{R}{R_{mat}}$ %	92,5	84,5	83	94	100	98,3	104	103,5	125	120	112	107
peka:	szew	szew	szew	szew	szew	szew	materj.	materj.	szew	szew	materj.	materj.
wydłużenie przy obc. rob.	3mm	3mm	3mm	3mm	2mm	1mm	1,6mm	2,5mm	1,5mm	2mm	2mm	2mm
„ „ „ próbn.	6,5 „	6,5 „	6,5 „	6,5 „	5 „	2 „	3 „	5 „	3 „	3,5 „	3,5 „	3,5 „
„ „ „ rob.	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	0,73%	0,59%	0,94%	1,47%	1,1%	1,47%	1,47%	1,47%
„ „ „ próbn.	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	1,84%	1,17%	1,77%	2,94%	2,2%	2,6%	2,6%	2,6%

Z tabeli tej widać, że wytrzymałość łańcuchów elektrycznie spawanych przekracza nieraz o 25% wytrzymałość materiału, z jakiego łańcuch wykonano. Takiej anomalji dotychczas nie zaobserwowano, bo łańcuchy walcowane mają stopień wyżyskania materiału 75—85%. Z drugiej strony jest rzeczą charakterystyczną, że ze wzrostem średnicy maleje wytrzymałość łańcucha.

Znaczyłoby to, że grubość drutu łańcucha wpływa na wytrzymałość. Daje się to z łatwością wytłumaczyć, gdyż grubsza warstwa tworzywa dzieli ogniwo od wody chłodzącej elektrody i po wyjęciu łańcucha ze spawalnicy ma on jeszcze o tyle wysoką temperaturę, że hartowanie w szczękach łączy się z wolniejszym chłodzeniem od pewnej temperatury. Wyjęty zatem z elektrod i w nich zahartowany łańcuch przechodzi pewien proces podobny do odpuszczania. Jest rzeczą zrozumiałą, że dalsza obróbka termiczna hartowanej stali może dać jedynie spadek wytrzymałości, przy silnym wzroście wydłużenia. Inaczej jak zupełnym hartowaniem nie można podnieść wytrzymałości spawanych elektrycznie ogniów. Przeprowadzone próby dowiodły zgodności z tem rozumowaniem. Mianowicie, ogrzano dwie próbki z pięciu ogniów 16-to milimetrowych do temperatury 950°, poczem chłodzono je przez 15 sekund w wodzie o 20° C, powoli następnie chłodząc na powietrzu. Drugie dwie takie same próbki zahartowano zupełnie. Wyniki były następujące:

próbkę chłodzone 15" w wodzie, potem na pow.	obciąż. rozryw.	obciąż. odksz. trzym.	wy. napręż. odksz.	wy. dłuż.	
1.	12 650 kg	900 kg	31,5	2,22 kg/mm ²	12,5 %
2.	12 650 „	900 „	31,5	2,22 „	13,2 %
próbkę hartowane . . .	obciąż. rozryw.	obciąż. odksz. trzym.	wy. napręż. odksz.	wy. dłuż.	
1.	15 900 „	820 „	40,0	2,04 „	29,6 %
2.	15 700 „	870 „	39,2	2,22 „	32,0 %

Niższa wytrzymałość łańcuchów częściowo hartowanych niż łańcuchów w stanie dostarczonym daje się wytłumaczyć tem, że czas potrzebny do

⁵⁾ Vide Przegl. Techn. 1929, str. 627 i nast.

wykonania jednego ogniwa wynosi około 35", z czego o wiele więcej niż połowa przypada na przeby-

wanie w elektrodach po spojeniu. Łańcuch zatem chłodzony w wodzie tylko 15 sek wykazuje większy stopień odpuszczenia, niż łańcuch nieobrabiany termicznie po wyjściu ze spawalnicy.

Łańcuchy zahartowane wykazały wytrzymałość wyższą od łańcuchów w stanie dostarczonym. Jest to zrozumiałe, gdyż w elektrodach zupełne zahartowanie nie następuje. Różny czas wykonania, powodowany przerwami wskutek jakichkolwiek zaburzeń w pracy, sprawia, że łańcuchy opuszczające spawalnicę nie wykazują jednakowych własności. Łańcuchy celowo obrabiane termicznie wykazują bardzo bliskie sobie własności. Duże wydłużenie łańcucha hartowanego, oznaczonego liczbą 2, pochodzi stąd, że zerwał się on na główce, wydłużenie zatem pękniętego ogniwa było dużo większe, wskutek oddalenia się główki od boków. Łańcuch 1 pękł na szwie, podobnie jak i obydwie częściowo zahartowane. Wiedząc, że łańcuchy dostarczono w stanie zahartowanym (przynajmniej częściowo), można się było spodziewać, że ulepszenie ich da w wyniku pewne obniżenie wytrzymałości, przy równoczesnym znacznym wzroście wydłużenia. Doświadczenia całkowicie potwierdziły przypuszczenia. Ulepszanie odbywało się przez hartowanie próbek z pięciu ogniw średnicy 9,5 mm przy temperaturze 910°, w wodzie o 15°, poczem odpuszczano próbki przez 30' przy temperaturach: 450°, 500° lub 650°. Z ulepszonych próbek pękł łańcuch 1, odpuszczany przy 450°, na szwie, przytem wszystkie inne ogniwa próbki miały szwy zwięzione i nadpęknięte. Wszystkie inne próbki pękły poza szwem, najczęściej na przeciwnym boku ogniwa, wszystkie jednak szwy były znacznie rozluźnione. Wytrzymałość spadała ze wzrostem temperatury odpuszczania, równocześnie rosło wydłużenie. Zmiany własności następowały dość gwałtownie między temperaturami odpuszczania 450 a 500°. Wyniki podaje poniższe zestawienie:

Lp.	1			2			3			1		2	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Ø mm	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5		
ilość ogniw	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
długość próbki	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170		
stan	dostarczony						hartowane						
				odpuszcz. 450°			odpuszcz. 500°			odpuszcz. 650°			
wydłuż %	16	14,7	20,6	33,5	31,3	35,4	34	37	38,6	36,5	39		
obciążenie rozr. kg	5450	5750	5600	4995	4995	5012	4620	4895	4800	4560	4580		
wytrzymałość kg/mm ²	37,8	40	39,9	35,2	35,2	36,1	32,5	34,5	33,8	32,7	32,2		
wytrzymałość średn.	←	39	→	←	35,4	→	←	33,6	→	←	32,5		
spadek wytrzymałości				←	9%	→	←	14%	→	←	16,8%		
wydłużenie % średn.	←	17,1%	→	←	33,4%	→	←	36,6%	→	←	37,7%		
wzrost wydłużenia %				←	95%	→	←	112%	→	←	120%		

Podniesienie wytrzymałości drogą ulepszenia jest, rzecz oczywista, niemożliwe, gdyż łańcuch posiada wyższą wytrzymałość przed obróbką termiczną, jako zahartowany w elektrodach.

Wyżarzanie łańcucha po próbie lub też po pewnym czasie pracy prowadzi również do zmniejszenia jego wytrzymałości, bez względu na to, czy po wyżarzeniu chłodzono go powoli, czy też na powietrzu. Tak zatem wyżarzanie, jak i normalizowanie, zmniejsza wytrzymałość, chociaż podnosi wydłużenie. Dowodzą tego przeprowadzone do-

świadczenia. Wyżarzanie poniżej A_1 jest właściwie odpuszczaniem. Przy wysokiej jednak temperaturze odpuszczania, to jest wyżej 600°, może się już węgiel w zupełności wydzielić w postaci perlitu. Wszystkie wyżarzone łańcuchy pękały poza szwem. Najsilniejszy spadek wytrzymałości i największy wzrost wydłużenia wykazały łańcuchy, wyżarzone przy 700° przez 30'. Wyżarzanie powyżej A_3 dało większy spadek wytrzymałości i większy wzrost wydłużenia. Normalizowanie działało słabiej od wyżarzania powyżej A_3 . Wyniki badań wytrzymałościowych, przeprowadzonych na żarzonych przez 30' przy różnych temperaturach łańcuchach, podaje przytoczony poniżej wykaz (patrz str. 111).

Wszystkie te dane odnoszą się jednak tylko do cienkich łańcuchów. Jak stwierdzono drogą obserwacji mikrograficznych, jeszcze 16-to milimetrowe łańcuchy wykazują częściowe zahartowanie, połączone jednak jakby z odpuszczeniem. Co do grubszych łańcuchów, to tam wpływu hartowania prawdopodobnie nie zauważymy, gdyż grube ogniwo nie miało czasu, by się ochłodzić w elektrodach całkowicie poniżej A_{r1} . Gorące wewnętrzne mogło działać w silnym stopniu odpuszczająco, a nawet hartowanie mogło tak nieznacznie wywrzeć swój wpływ, że głównie zajdzie stygnięcie na powietrzu poza elektrodami. W ostatnim wypadku otrzymamy materiał mało różniący się od znormalizowanego. W Urzędzie Badań Materiałów w Berlinie^{o)} badano łańcuch elektrycznie spawany o ogniwach 27 mm Ø. Wykazał on wytrzymałość 39,5 kg/mm². Wyprostowane na gorąco i wyżarzone 30' przy 900° ogniwo wykazało wytrzymałość 51,1 kg/mm². Wyzyskanie materiału w łańcuchu wynosiło 77%. Badania mikrograficzne wykazały w okolicach szwu zupełnie taką samą znormalizowaną strukturę, jak i poza szwem. Jak widzimy, jest stopień wyzyskania materiału bliski otrzymanego w tej pracy na

łańcuchach wyżarzonych przy 900° przez 30', względnie (nieco dalszy) znormalizowanych. Sądząc z tych danych, jak i z danych o łańcuchach walcowanych, jest 80 — 85% maksymalnym możliwym stopniem wyzyskania materiału w łańcuchu. We wszelkich obliczeniach należałoby się z tem liczyć, zaś obok tego uwzględnić sposób spawania przez wstawienie odpowiedniego spólczynnika.

^{o)} St. u. E. 1919, str. 946. Jest to jedyne znane mi badanie łańcucha spawanego elektrycznie.

Lp.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
∅ mm	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ilość ogniw	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
długość próbki, mm	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
stan	dostarczony			normalizowany			żarzony 700°			żarzony 900°			żarzony 1100°		
obciążenie rozrywające kg	5140	4950	4600	3400	3150	3250	2925	2900	2800	3200	3000	2950	2825	2760	2825
wytrzymałość, kg/mm ²	49,4	47,6	44,2	33,6	31,2	32,2	29,2	28,8	27,7	31,6	29,7	29,3	28,1	27,4	28,1
wydłużenie %	33	23,1	26,2	40,5	40	46	46	51,2	48	42,6	41	43,7	44	42,5	42,5
wytrzymałość średnia	← 46 kg/mm ² →			← 33 kg/mm ² →			28,6 kg/mm ²			30,2 kg/mm ²			27,7 kg/mm ²		
wydłużenie średnie	← 25,4% →			← 42% →			← 47,4% →			← 42,4% →			← 43% →		
spadek wytrzymałości				← 28% →			← 38,3% →			← 34,3% →			← 39,7% →		
wzrost wydłużenia				← 65,5% →			← 86,5% →			← 71,5% →			← 69,5% →		
wyzyskanie materiału	← 116% →			← 83,5% →			← 72,3% →			← 76,5% →			← 70% →		

Umocnionego przy próbie przez przeciążenie cienkiego łańcucha nie można bez zmniejszenia jego wytrzymałości wyżarzać. Chcąc wytrzymałość jego utrzymać, a przytem usunąć możliwy lub podejrzany wpływ umocnienia, należy łańcuch ogrzać powyżej Ac₃, a gdy przybierze temperaturę hartowania i mamy pewność, że materiał jest równomiernie ogrzany, należy łańcuch zahartować. Z te-

go powodu, że hartowanie długich łańcuchów jest utrudnione, nie jest próba na przeciążenie wskazana. Hartowanemu materiałowi szkodzi ona o wiele mniej, niż normalizowanemu, ze względu na to, że ma on wyższą granicę sprężystości i stopień zgniotu będzie mniejszy. Do sprawy tej powrócę jeszcze przy okazji omawiania wpływu próby na przeciążenie. (c. d. n.).

Cienkościenne naczynia o kształcie powierzchni obrotowej, poddane ciśnieniu wewnętrznemu.

Napisał Z. Klębowski, Inżynier-mechanik.

W Nr. 40 czasopisma „Die Wärme“ z dn. 5 października 1929 r. znajdujemy artykuł Inż. F. von Zeipel'a ze Sztokholmu pod tytułem: „Konische Böden“.

W pracy tej autor stara się uogólnić swe rozważania nad obliczeniem płaszczu i dennicy kotła, podane w Nr. 35 tegoż czasopisma z dn. 31 sierpnia 1929 r. w artykule pod tytułem: „Sind die üblichen Berechnungsformeln für zylindrische Mäntel und Wölbböden für Kessel richtig?“.

Przypomnę, iż w artykule ostatnio cytowanym autor bierze pod uwagę w płaszczu kotła w przekroju płaszczyną, przechodzącą przez jego oś, naprężenie normalne $\sigma = \frac{pD}{2s}$ i naprężenie

ścinające $\tau = \frac{pD}{4s}$, przyjmując, iż naprężenie normalne dla pewnego przekroju jest naprężeniem stycznym dla przekroju doń prostopadłego.

Wobec tego, stosując znany wzór, uwzględniający naprężenie rozciągające i ścinające

$$\sigma_i = 0,35 \sigma + 0,65 \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} \leq k \quad (1)$$

dochodzi autor do wniosku, iż dotychczasowy wzór do obliczenia płaszczów kotłów

$$s = D \frac{px}{200Kz} + 1 \quad (2)$$

winien być zastąpiony przez wzór

$$s = D \frac{px}{160Kz} + 1 \quad (3)$$

Przyjmując analogicznie dla cienkościennego naczynia sferycznego $\sigma = \frac{pR}{2s}$ i $\tau = \frac{pR}{2s}$, dochodzi autor do wniosku, iż dotychczasowy wzór do obliczania sferycznej części dna

$$s = R \frac{px}{200Kz} \quad (4)$$

winien być zastąpiony wzorem

$$s = R \frac{px}{110Kz} \quad (5)$$

W artykule: „Konische Böden“ autor stara się wyprowadzić ogólny sposób obliczania cienkościenne naczyni, mających kształt powierzchni obrotowej, — taki mianowicie sposób obliczania, aby wzory 3 i 5 otrzymywać jako konsekwencję tego ogólnego obliczenia.

W tym też celu autor rozpatruje wzór

$$\frac{\tau}{R} + \frac{\sigma}{r} = \frac{p}{s} \quad (6)$$

w którym R oznacza w cm promień krzywizny tworzącej w danym punkcie (to jest promień przekroju płaszczyną przechodzącą przez oś obrotu), a r w cm promień krzywizny przekroju płaszczyną prostopadłą do tworzącej (przekroju płaszczyną, do której styczna w danym punkcie do tworzącej jest prostopadłą). τ i σ oznaczają naprężenia normalne w kg/cm², skierowane: τ według stycznej do tworzącej (linji południkowej), a σ doń prostopadle. Obydwa naprężenia τ i σ leżą w płas-

szczyźnie stycznej do powierzchni obrotowej w rozpatrywanym punkcie.

Wyprowadzając, iż dla przekroju prostopadłego do osi obrotu naczynia mamy równość

$$\tau = \frac{pr}{2s} \dots \dots \dots (7)$$

otrzymuje autor przy pomocy wzoru (6) równanie

$$\sigma = \frac{pr}{s} \cdot \frac{2R-r}{2R} \dots \dots \dots (8)$$

i wreszcie, opuszczając 1 mm dodatkowy, otrzymuje wzór do obliczania cienkościennych naczyń o powierzchni obrotowej

$$s = r \left(2 - \frac{r}{R} \right) \cdot \frac{px}{200 K_z} \dots \dots (9)$$

Następnie, podstawiając w równanie 9 dla płaszcza cylindrycznego o przekroju kołowym

$$R = \infty \text{ i } r = \frac{D}{2}, \text{ a dla dennicy sferycznej } R = r,$$

otrzymuje autor zamiast wzorów 3 i 5, wzory 2 i 4.

To też, aby dać ogólny wzór do obliczenia cienkościennych naczyń o kształcie powierzchni obrotowej, sprowadzając się dla płaszcza kotła do wzoru 3, a dla naczynia sferycznego do wzoru 5, autor przekształca wzór 9 w sposób następujący:

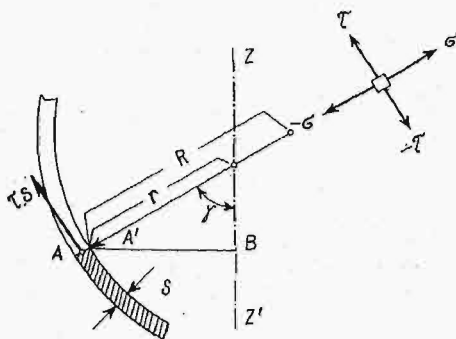
$$s = r \left(2 - \frac{r}{R} \right) \cdot \frac{px}{\varphi K_z} \dots \dots (10)$$

określając φ w zależności od wielkości $\left(2 - \frac{r}{R} \right)$

zapomocą wykresu, wyrażającego się analitycznie równaniem:

$$\varphi = 160 - 50 \frac{r}{R} \dots \dots \dots (11).$$

Przedewszystkiem chcę zwrócić uwagę na nie naturalność wzoru 10, z dowolnie określoną wielkością φ przez funkcję liniową (wzór 11). Czy taka funkcja jest do przyjęcia, zgóry nie jest wiadomo. Autor winien był to miejsce przedyskuto-



Rys. 1.

wać i wykazać, że tak jest, inaczej bowiem wzoru 10, — który tylko dla dwu wypadków powierzchni obrotowych, a mianowicie: cylindra i kuli daje rozwiązania zadawające autora, nie dbającego o nieskończoną ilość różnych innych powierzchni — nie możnaby uważać jako „ogólny.

Ogólny wzór na obliczanie wytrzymałości cienkościennych naczyń o kształcie powierzchni obrotowej, w myśl poglądów autora na naprężenia normalne i styczne, jakoteż na wielkość decydującą o wytrzymałości naczynia, może być wyprowadzony bez wprowadzania sztucznej wielkości φ i bez dowolnego jej określania, a mianowicie:

Dla przekroju prostopadłego do osi obrotu (którego jako ślad uważamy prostą $AA'B$, rys. 1) mamy wzór 7, a rozwiązując względem σ równanie 6 otrzymujemy, uwzględniając równanie 7, wzór 8, który przedstawimy w postaci następującej:

$$\sigma = \frac{pr}{2s} \left(2 - \frac{r}{R} \right).$$

Wstawiając wartości τ i σ z wzorów 7 i 8 do wzoru 1, otrzymujemy:

$$\sigma_i = 0,35 \frac{pr}{2s} \left(2 - \frac{r}{R} \right) + 0,65 \sqrt{\left(\frac{pr}{2s} \right)^2 \cdot \left(2 - \frac{r}{R} \right)^2 + 4 \left(\frac{pr}{2s} \right)^2} \leq k. \quad (12)$$

Dla płaszcza kotła ($R = \infty, r = \frac{D}{2}$)

$$k = 0,7 \frac{pr}{2s} + 0,65 \sqrt{8} \cdot \frac{pr}{2s} = 2,53 \frac{pD}{4s} \approx D \frac{p}{1,6 s}$$

a oznaczając s i D w mm, oraz k w kg/cm^2 i dodając 1 mm na rdzewienie, otrzymujemy z wzoru 12, z taką samą dokładnością, z jaką otrzymano wzór 3:

$$s = \frac{D p x}{160 K_z} + 1.$$

Dla dennicy sferycznej mamy $R = r$.

Uwzględniając powyższe we wzorze 12, otrzymujemy:

$$k = 0,35 \frac{pr}{2s} + 0,65 \sqrt{5} \cdot \frac{pr}{2s} = 1,8 \frac{pr}{2s} = \frac{Rp}{1,1 s}$$

i ostatecznie, przy s i r wyrażonych w mm i k w kg/mm^2 , otrzymujemy

$$s = \left| R \frac{p x}{110 K_z} \right.$$

Idąc więc według myśli przewodniej autora, wyprowadzono ogólny wzór 12 zgodnie z poglądem autora na istotę naprężeń normalnych i stycznych oraz na kwestję, jaka wielkość decyduje o wytrzymałości, nie uciekając się do wprowadzenia nieuzasadnionej przez autora wielkości φ .

Opierając się na założeniach autora wymienionych artykułów w czasopiśmie „Die Wärme“

i zgodnie z jego poglądami na zagadnienia wytrzymałościowe, wzór 12 wyprowadzono prawidłowo.

Całe jednak zło tkwi w tem, iż założenia autora, jako skutek niedostatecznego opanowania podstaw nauki o wytrzymałości materiałów — są fałszywe.

Nieprawdą jest, że — jak sądzi autor — każde naprężenie normalne dla danego przekroju będzie naprężeniem stycznym dla przekroju, tworzącego z pierwszym ką prosty.

To też w płaszczu kotła obydwie naprężenia cytowane przez autora:

$$\sigma = \frac{pD}{2s} \text{ i } \tau = \frac{pD}{4s}$$

są naprężeniami normalnemi, każde dla swego przekroju, ba — są nawet naprężeniami głównymi, to jest naprężeniami normalnemi, należącemi do takich przekrojów, na których niema naprężeń stycznych, i dlatego naprężenia te należałoby oznaczać:

$$\sigma_1 = \frac{pD}{2s} \text{ i } \sigma_2 = \frac{pD}{4s} \dots (13).$$

Podobnie dla cienkościennego naczynia sferycznego naprężenia

$$\sigma = \frac{pR}{2s} \text{ i } \tau = \frac{pR}{2s}$$

są naprężeniami normalnemi, i to głównymi, należałoby je więc oznaczać:

$$\sigma_1 = \frac{pR}{2s} \text{ i } \sigma_2 = \frac{pR}{2s} \dots (14).$$

Również wzór 6 zamiast w postaci:

$$\frac{\sigma}{r} + \frac{\tau}{R} = \frac{p}{s}$$

winien być przedstawiony w postaci:

$$\frac{\sigma_1}{r} + \frac{\sigma_2}{R} = \frac{p}{s} \dots (15).$$

gdzie, jak wynika ze wzorów 8 i 7, naprężenia σ_1 i σ_2 wyrażają się:

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2s} \left(2 - \frac{r}{R}\right), \quad \sigma_2 = \frac{pr}{2s} \dots (16).$$

We wzorach (13), (14), (15) i (16) oznaczono przez σ_1 — naprężenie główne w danym punkcie, o kierunku stycznym do odpowiedniego równoleżnika, a przez σ_2 — naprężenie główne o kierunku stycznym do odpowiedniej tworzącej, przechodzącej przez dany punkt.

To też nic dziwnego, iż wzór 12, aczkolwiek prawidłowo wyprowadzony, jest bezużyteczny, gdyż tkwi w nim pomieszanie — przez autora cytowanych artykułów — zasadniczych pojęć: naprężenie normalne i naprężenie styczne.

Gdyby od tego pomieszania pojęć autor był wolny, zamiast podawać swój wzór 10 lub wyprowadzać wzór 12, napisałby wyrażenie:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \sigma_1 - \mu \sigma_2 \leq k, \dots \\ \text{lub } \sigma_t &= \sigma_2 - \mu \sigma_1 \leq k, \dots \end{aligned} \right\} (17).$$

wstawiając za σ_1 i σ_2 ich wartości z równań 16.

Czy jednak tylko o pomieszanie przez autora pojęć: naprężenia normalnego i naprężenia stycznego chodzi?

Nie tylko! Autor, posilkując się wzorem 1, uważa, iż największe wydłużenie jest wielkością, która decyduje o wytrzymałości materiału (hipoteza największego wydłużenia). Obliczenia oparte na tej zasadzie w wielu przypadkach wykazały zupełną niezgodność z doświadczeniem. Wyniki takich obliczeń naczyń pod ciśnieniem są mniej zgodne z doświadczeniem, niż zwykle obliczenia, oparte na największym naprężeniu rozciągającym (hipoteza największego naprężenia rozciągającego). Wyniki bliższe prawdy dają obliczenia oparte na największym naprężeniu ścinającym (hipoteza największego naprężenia ścinającego). Najzgodniejszą jednak z doświadczeniami z dotychczasowych hipotez wyteżenia, dla metali wykazujących wyraźną granicę plastyczności, a więc dla materiałów, z których się przeważnie buduje kotły i zbiorniki, jest hipoteza właściwej energii sprężystego odkształcenia postaciowego¹⁾.

Hipoteza ta w najogólniejszym przypadku trójwymiarowego stanu napięcia wyraża się równością:

$$(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) = 2k_p^2 \dots (18).$$

Przy obraniu zaś kierunków głównych — wzorem:

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1 = k_p^2 \dots (19).$$

W zagadnieniach dwuwymiarowego stanu napięcia, jak naprz. w przypadku cienkościennych naczyń, gdzie ciśnienie jest bardzo małe w stosunku do naprężeń, wzór (19) upraszcza się, jak następuje:

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2 = k_p^2 \dots (20).$$

Dla płaszczu kotła $\sigma_1 = \sigma$; $\sigma_2 = 0,5\sigma$, otrzymujemy z wzoru (20):

$$\sigma \leq \frac{2}{\sqrt{3}} k_p, \text{ czyli } \sigma \leq 1,15 k_p \dots (21).$$

Dla dennicy sferycznej $\sigma_1 = \sigma$; $\sigma_2 = \sigma$, otrzymujemy z wzoru (20):

$$\sigma \leq k_p \dots (22).$$

W ogólnym przypadku cienkościennego naczynia o kształcie powierzchni obrotowej, poddanej wewnętrznemu ciśnieniu (wzory 16), a więc przy

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2s} \left(2 - \frac{r}{R}\right), \quad \sigma_2 = \frac{pr}{2s},$$

¹⁾ Obszerną literaturę tego podstawowego zagadnienia nauki o wytrzymałości materiałów podają prace następujące:

Wł. Burzyński. Studium nad hipotezami wyteżenia. Nakł. Akad. Nauk. Techn. Lwów—Warszawa, 1928.

M. Roš i A. Eichinger. Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr. Zürich, 1929.

wzór (20) daje nam:

$$\left(\frac{pr}{2s}\right)^2 \left(2 - \frac{r}{R}\right)^2 + \left(\frac{pr}{2s}\right)^2 - \left(\frac{pr}{2s}\right)^2 \left(2 - \frac{r}{R}\right) \leq k_p^2,$$

albo ostatecznie:

$$\left(\frac{pr}{2s}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{r}{R}\right)^2 - 3\frac{r}{R} + 3\right] \leq k_p^2 \quad (23).$$

Ogólny wzór (23) dla cienkościennych naczyń o kształcie powierzchni obrotowej daje dla płaszcza ($R = \infty$):

$$3\left(\frac{pr_1}{2s}\right)^2 \leq k_p^2, \quad \text{czyli} \quad \frac{3}{4}\left(\frac{pD}{2s}\right)^2 \leq k_p^2, \quad \text{albo}$$

$$\sigma = \frac{pD}{2s} \leq \frac{2}{\sqrt{3}} k_p \quad (\text{porównać wzór 21}).$$

Wzór (23) dla powłoki sferycznej ($r=R$) daje również, zgodnie z wzorem (22):

$$\sigma = \frac{pr}{2s} = k_p.$$

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BADANIA TECHNICZNE.

Stan wału przy szybkości krytycznej.

Ogłoszone dotąd prace, dotyczące szybkości krytycznej, poruszają głównie sprawę jej obliczenia. Autor zaś postanowił zbadać doświadczalnie zachowanie się wału przy szybkości krytycznej i sprawdzić tą drogą wywody teorii. Doświadczenia wykonano w zakładach G. E. C., przy czym użyto do nich modelu wału z osadzoną na nim w środku tarczą, opartego na 2 łożyskach. Wpobliżu tarczy opierało się o wał ostrze przyrządu, wskazującego amplitudę drgań wału (podwójne ugięcie). Wyważanie wału dokonywano z początku na specjalnie zbudowanym stanowisku, potem zaś autor wprowadził inny sposób, prostszy i wymagający mniej czasu. Jeden koniec wału opierano na łożysku kulkowym samonastawnym, drugi zaś — zawieszano na wieszaku sprężynowym. Przy obracaniu wału niewyważonego, sprężyna wieszaka zaczyna drgać. Wywiercając tedy otwory w odpowiednich miejscach tarczy, można doprowadzić do tego, że wał zostanie zupełnie wyważony, gdyż sprężyna przestanie wykazywać drgania.

Doświadczenia wykazały, że amplituda drgań wału jako funkcja prędkości daje typową krzywą rezonansową, której maximum odpowiada prędkości krytycznej. Większe wartości amplitudy zauważono tylko w wąskim zakresie prędkości bliskich krytycznej. Drgania jednak wału są wynikiem złego wyważenia; dobrze wyważony — nie daje żadnych drgań przy prędkości krytycznej. Jeżeli umieścić pewną masę dodatkową na jakiejś odległości od osi, to wał zaczyna drgać przy prędkości krytycznej. Amplituda tych drgań pozostaje w stosunku prostym do wartości masy dodatkowej (wzgl. do jej mimośrodkowości) i może wobec tego służyć za miarę doskonałości wyważenia. Wartość amplitudy drgań zależy od rodzaju łożysk i ich smarowania. Największa amplituda powstaje przy łożyskach kulkowych samonastawnych, przy zwykłych łożyskach jest ona o wiele mniejsza.

Drogą wywodów teoretycznych ustalono, że przy prędkości niższej od krytycznej wał obraca się tak, że ugięcie, wywołane siłą odśrodkową, jest zawsze zwrócone ku tej stronie, gdzie leży środek ciężkości; inaczej mówiąc, — „ciężka strona obraca się nazewnątrz”. Natomiast przy prędkościach wyższych od krytycznej środek ciężkości zbliża się do geometrycznej osi obrotu, czyli ugięcie zwraca się w stronę przeciwną do środka ciężkości, a więc „lekka strona obraca się z zewnątrz”. Doświadczenia autora potwierdziły ten wniosek teoretyczny, wskazując zarazem, że przy prędkości krytycznej kierunek ugięcia przesuwają się

w stronę przeciwną kierunkowi obrotu o 90° od położenia masy dodatkowej. Zmiana kierunku ugięcia zachodzi stopniowo.

Prócz tych doświadczeń jakościowych, wykonano szereg sprawozdań ilościowych. Np. wartość ugięcia i jego kierunek w stosunku do środka ciężkości ujmowały równania H. H. Jeffcott'a w zależności od pięciu zmiennych. Autor uprościł i przekształcił te równania, a na ich podstawie zbudował krzywe, które następnie sprawdził doświadczalnie. Wartość ugięcia mierzono ostrzem indykatora, a kąt odchylenia kierunku ugięcia od kierunku środka ciężkości — metodą stroboskopową, przy czym przerywanie obwołu elektrycznego, wywołujące oświetlenie tarczy iskrą, dokonywała sama tarcza, na której oznaczano strzałką położenie masy dodatkowej. Strzałka ta więc w chwili wyładowania iskrowego wskazywała bezpośrednio szukany kąt. Doświadczenia dały wyniki zupełnie zgodnie z teorią (G. E. R., kwiecień 1929, str. 194—200).

ELEKTROTECHNIKA.

O nowoczesnych sposobach chłodzenia turbogeneratorów.

Chłodzenie wielkich turbogeneratorów następcza duże trudności, gdyż chodzi o odprowadzenie dużych ilości ciepła przy ograniczonej przestrzeni.

Naogół stosuje się w tym celu chłodzenie powietrzne przy pomocy dwóch wentylatorów, znajdujących się na końcach wirnika. Wentylatory te mają zwykle niezbyt wysoką sprawność, gdyż warunki, w jakich tu pracują, zmuszają do nadawania im kształtów dalekich od doskonałości. Ponadto, wskutek obecności tych wentylatorów, cała maszyna jest nieco dłuższa, co wytwarza trudności konstrukcyjne, gdyż odległość między łożyskami wirników turbogeneratorów jest często bardzo duża. To też w niektórych nowszych generatorach o dużej mocy oddzielono wentylatory od generatorów. Powietrze chłodzące — aż do ostatnich lat — było naogół zasysane z zewnątrz, z poza maszynowni, i przechodziło przez filtry, które oczyszczały je z pyłu, zanim szło ono do generatora; potem powietrze było odprowadzane bądź poza maszynownię; bądź do samej sali maszyn.

Współczesną tendencją jest stosowanie zamkniętego obiegu powietrza. Pomimo bowiem stosowania filtrów powietrznych, pewna ilość pyłu dostaje się do generatora; zatem doprowadzanie powietrza chłodnego i odprowadza-

nie powietrza ciepłego trwa długo i jest kłopotliwe; odprowadzanie powietrza z prądnicy do sali maszyn podnosi nadmiernie jej temperaturę, zwłaszcza w lecie.

Obecnie chłodzenie odbywa się w ten sposób, że ciepłe powietrze, wychodzące z generatora, prowadzi się przez chłodnicę, przez którą przechodzi zimna woda, i po ochłodzeniu powietrza kieruje się je z powrotem do generatora. Woda chłodząca ogrzewa się o kilka stopni i często jest używana następnie do zasilania kotłów. Obieg powietrza jest więc zamknięty.

Ostatnio General Electric Co próbuje stosować w wielkich prądnicach zamiast powietrza — wodór, jako czynnik chłodzący. Ponieważ ciężar właściwy wodoru jest mniejszy, straty na wentylację są znacznie mniejsze. Ponadto, wskutek większej przewodności cieplnej wodoru, chłodzenie maszyny jest lepsze i może ona być więcej wyzyskana.

Stosowanie tego sposobu chłodzenia przez długi czas napotykało na trudności, które wynikały z tego, że zachodzi tu konieczność uniemożliwienia zetknięcia się powietrza zewnętrznego z wodorem, gdyż wynikałoby z tego mieszanina wybuchowa.

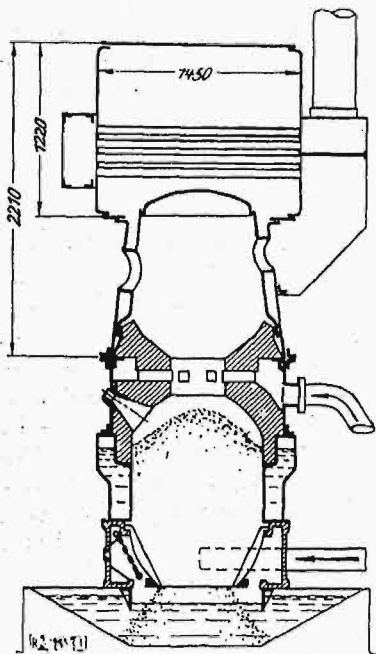
Zetknięcia tego można się obawiać w miejscu, gdzie przechodzi wał maszyny. Zabezpieczenie przed nim osiągnięto przez zastosowanie uszczelnienia płynnego: pierścień uszczelniający utworzony jest przez żłobek okrągły, do którego doprowadza się oliwę lub inną ciecz pod ciśnieniem; ciecz ta wycieka powoli z jednej i z drugiej strony żłobka, w bardzo małej przestrzeni, zawartej między wałem a tym pierścieniem, potem zbiera się w żłobkach zewnętrznych i idzie do zbiornika, zasilającego pompę. Ciśnienie 35 cm słupa wody wystarcza, aby zapewnić szczelność. (La Technique Moderne, t. XXII, str. 7).

W. F.

KOTŁY PAROWE.

Generator gazu połączony z kotłem.

Zakłady Hartley & Sugdon Co wykonały kocioł, zobrazony na załączonym rysunku. Ustrój ten łączy w sobie ce-



Rys. 1.

chę dodatnią budowy pionowej, mian. małe zapotrzebowanie miejsca, z długą drogą spalin. Ustrój dzieli się na 3 wyraźne

części: generator gazu u dołu, chłodzony wodą i wytwarzający sam dla siebie parę, nał nim komora spaliniowa, do której wchodzi gaz przez okrągły palnik Bunsenowski, a jeszcze wyżej — oddzielony od komory spaliniowej kocioł. Powietrze do spalania wprowadza się do palnika oraz wdmuchuje pod ruszta. Komora spaliniowa jest również ochładzana wodą, która wyzyskuje głównie ciepło promieniowania. Spaliny ulatują z prawej strony do rury odlotowej i stamtąd przechodzą przez szereg płomieniówek w walczaku poziomym kotła, zwracając ku przedniej ścianie i idą stąd do komina.

Kocioł wytwarza parę o ciśnieniu 8 atn. Powierzchnia ogrzewana wynosi 12 m², pow. ruszta — 0,6 m². Wydajność max. kotła, przeliczona na parę normalną, wynosić ma 420 kg/h, przy sprawności przeszło 80%. (The Engineer, 20 grudnia 1929, VDI, 1930 str. 62).

MATERJALY BUDOWLANE.

Rury eternitowe.

Włóski, nie posiadając własnych surowców odlewniczych, dążą do zastąpienia żeliwa materiałem rodzimym, jakim jest cement. W ostatnich latach powstał pomysł zastosowania betonu azbestowego, eternitu, do wyrabiania przewodów tłoczających. Jedną z fabryk eternitu pod Genuą zaczęła wykonywać rury z tego materiału, z którymi przeprowadzono następnie badania w 1913 r. w politechnice w Turynie. Gdy doświadczenia wykazały możliwość używania tych rur, przystąpiono w 1914 r. do zastosowania ich w praktyce przy przeprowadzeniu wody do picia na długości 50 m rurami o średnicy 300 mm, przy ciśnieniu 5—6 atn. Po tej próbie, uwieńczonej dobrym skutkiem, zaczęto je stosować w szerszym zakresie i od r. 1920 do końca lutego 1926 r. ułożono 450 km rur eternitowych.

Obecnie we Włoszech są wyrabiane rury eternitowe o średnicach do 1000 mm. W ciągu 24 godzin fabryka może wykonać 700 rur 3 m długości o średnicy 50 mm, lub 20 rur 4 m długości o średnicy 1000 mm.

Eternit jest używany w budownictwie, jako pokrycie do dachów. Składa się z 80% cementu i 20% włókien azbestowych. Wyrób odbywa się na podobieństwo fabrykacji papieru. Obydwa materiały są wkładane do kadzi, napełnionych wodą, i zapomocą mieszadeł utrzymują się w zawieszeniu. W stanie ciekłym podawane są na maszynę odwadniająca, wytwarzająca taśmę o grubości 0,2 mm, nawijającą się, przy wyrobie rur, na walec, odpowiadający rdzeniowi formy dla rury odlewanej z żeliwa. Wymiary walca zależą od średnicy i długości rury. Cieniutkie warstewki współśrodkowe, nawijające się na walec, ściska się walcami, wskutek czego wyciska się z nich woda zbyt czysta. Rury, ściągnięte z walca, ulegają wysuszeniu na powietrzu, a następnie są obcinane do żądanej długości. Jedyną trudnością przy ich wyrobie jest konieczność używania maszyn o znacznej szerokości, ponieważ walce — rdzenie muszą odpowiadać długości rur, wynoszącej zwykle 3 lub 4 m.

Stosownie do średnicy i żądanej wytrzymałości, grubość ścianek rur jest rozmaita, a określa się ilością nawijanych warstewek. Rury eternitowe przystosowuje się na ciśnienie od 2,5 do 15 at; ciśnienie próbne wynosi od 5 do 20 atn. Przy średnicy 1000 mm i dopuszczalnym ciśnieniu 2,5 atn, grubość ścianki wynosi 40 mm, przy ciśnieniu zaś 5 atn — 68 mm. Wykonane dotychczas rury o średnicy

600 mm przy 10 atm otrzymały grubość 60 mm, przy 15 atm— 69 mm. Do połączeń dwu rur używa się nasuwek z uszczelnieniem gumowym.

Ciężar właściwy rury eternitowej wynosi 2,0.

Zupełna gładkość powierzchni wewnętrznej rury powoduje mały opór tarcia przy przepływie cieczy i zapobiega tworzeniu się osadu.

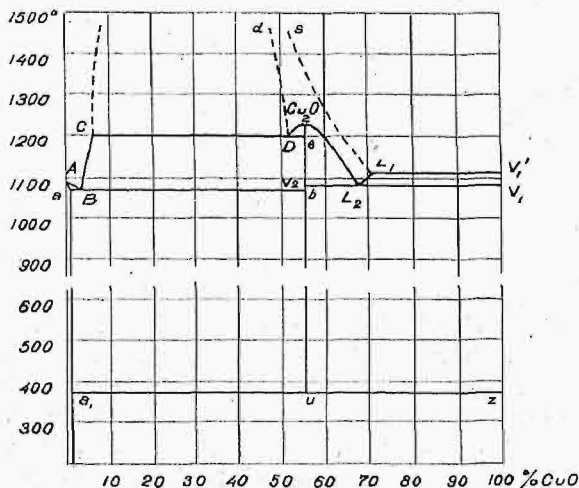
Od kilku lat zaczęto wyrabiać rury eternitowe również i w Austri. (Zeitschrift d. Ö. I. A. V., 1629 r. str. 355 — 357, rysunków 7). lg.

METALOZNAWSTWO.

Układ miedź-tlen.

Dotychczasową znajomość układu równowagi miedź-tlen zawdzięczamy badaniom Heyn'a. Z faktu, że już przy zawartości 0,08% Cu_2O w stopie zaobserwował wydzielenie tlenku, wnioskował on, że tlen nie tworzy praktycznie roztworów stałych z miedzią. Okazuje się jednak, że roztwory takie istnieją i że graniczna rozpuszczalność wynosi około 0,08% O_2 , czyli 0,8% Cu_2O . Wynika to z obserwacji, że wytrawiony szlif (Heyn badał szlify nietrawione) miedzi niewyżarzanej, zawierającej tlen, wykazuje wybitną warstwowość kryształów. Warstwowość ta polega na niewyrównaniu koncentracji tlenu wewnątrz samego kryształu, dzięki czemu kryształ taki składa się z warstw bogatszych — gdzie miedź jest nasycona tlenem — i warstw uboższych w tlen — gdzie dzięki powolności dyfuzji nie doszło do stanu nasycenia. Rozmieszczenie tych warstw jest różne, zależne od ogólnej zawartości tlenu. Przy większych zawartościach O_2 występują na brzegach kryształów warstwy bogatsze w tlen, naodwrot — przy mniejszych — warstwy uboższe w tlen.

Przez odpowiednie wyżarzanie (16 godzin w temperaturze 950°, w atmosferze azotu) próbki, zawierającej 0,01% Cu_2O , udało się usunąć tę warstwowość — czyli wyrównać



Rys. 1.

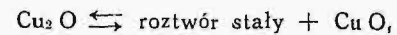
koncentrację O_2 w kryształach i równocześnie obniżyć znacznie ilość eutektyki: roztwór stały — Cu_2O , oraz wydzielonych na granicach kryształów tlenków, a zatem spowodować przejście tlenu z tych wydzieleń do roztworu. Powtórne wyżarzanie nie dało żadnych zmian, co wskazuje, że układ doszedł do stanu równowagi, czyli że koncentracja tlenu

w roztworze osiągnęła stan nasycenia. Oceniając na oko ilość tlenu, zawartego w pozostałych wydzieleniach, określono granicę rozpuszczalności na 0,08% O_2 .

Tlen zawarty w roztworze podnosi twardość miedzi, co jest w zgodzie z teorią roztworów stałych. Natomiast niewytłumaczone są zmiany przewodności elektrycznej, która, jak to stwierdził Addicks, wzrasta do zawartości 0,05% O_2 , a następnie spada.

Rozpuszczalność w stanie płynnym jest znacznie większa i dochodzi do 15% Cu_2O przy 1200° C. Eutektyka: roztwór stały — Cu_2O zawiera 3,5% Cu_2O i topi się w temperaturze 1065° C. Przy większych zawartościach tlenu, zachodzi w temperaturach ponad 1200° ograniczona rozpuszczalność w stanie płynnym — rozpad na dwie fazy: jedną o składzie C (rys. 1), bogatą w miedź, a ubogą w Cu_2O , i drugą o składzie D, bogatszą w Cu_2O (95% Cu_2O). Warstwy te, dzięki różnicy ciężarów właściwych, łatwo się oddzielają od siebie.

Temperaturę topliwości Cu_2O przyjęto na 1230° C (Ruer podaje 1222°, Roberts i Smith 1235°). Przy niskich temperaturach tlenek Cu_2O nie jest stały, lecz rozpada się (bardzo powoli) w myśl równania



podobnie jak się to dzieje w systemie żelazo-tlen, gdzie Fe_3O_4 rozkłada się przy 570° na roztwór stały tlenu w żelazie i Fe_3O_4 . Temperaturę rozkładu Cu_2O określono w grubym przybliżeniu na 375° (R. Vogel i W. Pocheur Z. f. M. k. u. n. d. e, 1929 Nr. 10).

S. O.

TURBINY PAROWE.

Postępy budowy turbin parowych.

Turboprądnica o mocy 160 000 kW, którą zbudowały zakł. Brown, Boveri & Cie dla elektrowni Hell Gate w N. Jorku¹⁾, została uruchomiona w końcu r. 1928; do połowy grudnia r. ub. przepracowała ok. 4000 godzin, wytwarzając ok. 300 milj. kWh. Przytem zdarzało się przeciążenie do 163 000 kW. Poza jednym wypadkiem w początkowym okresie pracy, który wymagał wyjęcia łopatek ostatniego wieńca, gdyż ukazały się rysy na pierścieniu usztywniającym, nie zdarzyło się żadnych zaburzeń w ruchu turbiny.

Druga z interesujących turbin tejże firmy, mian. turbina czołowa dla elektrowni w Langerbrugge o prężności pary dołotowej 200 at i temperaturze 450° C, zasilana parą z kotła Bensona (budowy wytw. Siemens-Schuchert), pracuje również bez zarzutu, rozwijając 4000 kW przy 7500 obr./min. Turbina jest połączona przekładnią zębatą z pompą zasilającą, zużywającą 1500 kW przy 300 at przeciwcisnienia, i napędza, przy nadmiarze rozporządzalnej mocy, prądnicę asynchroniczną, która ze swej strony może pędzić pompę, pobierając prąd z sieci, w razie braku pary wysokoprężnej. Nadto włącza się turbinę o mocy 1500 kW na 55 at ciśnienia dołotowego, jeżeli brak zarówno pary wysokoprężnej, jak i prądu. W ten sposób napęd pompy jest 3-krotnie zabezpieczony.

Opisywana turbina czołowa przerabia spadek z 200 na 55 at w 4-ch wieńcach stałego ciśnienia i jest wyposażona w nowego ustroju regulator oliwny, utrzymujący stałą przeciwcisność. (VDI, 1930, zes. 2, str. 62).

¹⁾ Por. Przegl. Techn., 1929, str. 681.

T R E Ś Ć:

Zjazd sekcyjny Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w Tokio, napisał Dr. St. Pilat, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Wisła, jako droga rozwoju węgla w komunikacji wewnętrznej.

WARSZAWA

5 LUTEGO

1930 R.

S O M M A I R E:

Séssion spéciale de la Conférence Mondiale de l'Energie à Tokio, par M. St. Pilat, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Lwów.
La Vistule comme le voie du transport de la houille à l'intérieur du pays.

Zjazd sekcyjny Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w Tokio.

(Napisał Dr. St. Pilat, Profesor Politechniki Lwowskiej.)

W związku z zorganizowanym w końcu r. ub. pierwszym Światowym Kongresem Inżynierów (World Engineering Congress) w Tokio, odbyło się tamże jednocześnie (w dn. od 30 października do 7 listopada) zebranie sekcyjne WKEEn, poświęcone głównie zużytkowaniu energii.

Program zjazdu ułożony był w sposób następujący:

Sekcja A. Narodowy i międzynarodowy rozwój źródeł energii.

- a) węgiel i jego przeróbka,
- b) ropa naftowa,
- c) produkcja i zużytkowanie innych źródeł energii.

Sekcja B. Racjonalna unifikacja i zarząd energią elektryczną.

- a) zagadnienia ogólne,
- b) zagadnienia wodno-elektryczne,
- c) termiczne wytwarzanie energii elektrycznej i używanie jej w połączeniu z urządzeniami wodno-elektrycznymi,
- d) przenoszenie energii elektrycznej i jej rozdział,
- e) zagadnienia administracyjne w przemyśle elektrycznym.

Sekcja C. Zastosowanie energii do celów transportowych.

- a) ruch kolejowy,
- b) pojazdy motorowe,
- c) ruch morski.

Sekcja D. Zwiększenie sprawności produkcji energii.

- a) zagadnienia ogólne,
- b) wytwarzanie pary i jej magazynowanie,
- c) turbiny parowe,
- d) silniki spalinowe.

W sekcji A, podsekcji b) przedstawili delegaci japońscy zagadnienia zaopatrzenia swego kraju w produkty naftowe najpierw w referatach, przedłożonych przez p. F. Chitoni i K. Hashimoto, na-

stępnie w dyskusji, która była ze strony japońskiej raczej szeregiem uzupełniających uwag i postulatów. Zagadnienie powyższe jest jednym z ważniejszych dla Japonji, a to nie tylko ze względu na szybki rozwój automobilizmu i rosnące uprzemysłowienie kraju, lecz przede wszystkim dlatego, że wojenna flota japońska, trzecia co do siły wśród flot wielkich mocarstw, używa opału olejowego, i zabezpieczenie tego materiału jest sprawą bezpieczeństwa całego kraju, wpływów japońskich na Pacyfiku i t. p.

Jeśli dodamy do tego, że Japonja posiada obecnie przeszło 100 000 samochodów (około 3 razy tyle co Polska), dobrze rozwijające się linje lotnicze, kilkanaście tysięcy łodzi motorowych i wielki przemysł elektryczny, konsumujący poważne ilości olejów smarowych i izolacyjnych, to potrafiśmy ocenić zasadniczą wagę tych problemów. Zapotrzebowanie produktów naftowych wynosi w Japonji, łącznie z Koreą i Formozą, obecnie (cyfra za rok 1928) 8 333 000 barrels, czyli około 1 200 000 tonn, w czym jednakowoż nie jest wliczone zapotrzebowanie floty wojennej, ani okrętów zaopatrujących się w portach w olej opałowy. Konsumcja krajowa jest więc 4 razy większa od konsumcji olejów mineralnych w Polsce.

Własna produkcja ropy w Japonji wynosi za ledwie 1 800 000 barrels, czyli 257 000 tonn rocznie, pokrywa zatem za ledwie 21,4% zapotrzebowania, a w rzeczywistości znacznie mniej, jeśli uwzględnimy bliżej nieokreślone zapotrzebowanie floty wojennej. Wartość tej własnej produkcji ropy ocenia urzędowa statystyka z r. 1929 na 14 403 000 yen, co odpowiada 5,60 yen lub 2,80 dol. na 100 kg. (Cena ropy w Polsce wynosiła w r. 1929 około 2.10 dol. za 100 kg).

Import produktów naftowych, wynoszący 19% wartości całego importu japońskiego, obejmuje tak produkty gotowe, jak i ropę surową, którą wraz z ropą japońską przerabiają miejscowe

rafinerje, położone nad morzem. Krajami eksportującymi ropę i jej pochodne do Japonii są przede wszystkim Stany Zjednoczone Am. Półn. i Indje Holenderskie w następującym stosunku:

	Ropy	Benzyny	Nafty
Stany Zjednoczone.	45 %	50 %	53 %
Indje Holenderskie.	28 „	50 „	40 „
Inne kraje	27 „	—	7 „

Wracając do referatów pp. Hashimoto i Chitani, to pierwszy z nich przedstawił imieniem japońskich członków komisji wniosek, określający zasady międzynarodowej współpracy (International co-existence) na tem polu, streszczający się w następujących zdaniach: „Kraje bogate w produkty naturalne powinny dla dobra ludzkości pozwolić także i innym krajom eksploatować je dla siebie. Naturalne zasoby świata należą do całej ludzkości i zużytkowanie ich przez jeden kraj, z wyłączeniem innych, nie może tworzyć podstawy międzynarodowej koegzystencji”.

Ta, raczej egoistycznie pojęta idea ludzkości na tle naftowym, stojąca w żywej sprzeczności do usiłowań poszczególnych mocarstw, mających na celu zabezpieczenie dla swych własnych potrzeb jaknajwiększej ilości terenów i produktów naftowych, nie mogła być przyjęta i wniosek japoński przekazany został przyszłemu zebraniu Konferencji Energetycznej.

W pewnym przeciwieństwie do tezy japońskiej były wywody p. Scott Turner'a, delegata amerykańskiego, który domagał się międzynarodowej współpracy dla ograniczenia produkcji ropy i konserwacji tego cennego materiału na przyszłość. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że Stany Zjedn. cierpią na nadmiar produkcji, np. zapasy benzyny w Stanach dochodzą do 30 milj. t, to tym oświadczeniem nie podobna odmówić słuszności, mimo tendencji egoistycznej.

Praca Prof. A. W. Nash'a (Anglja) dotyczyła zagadnienia produkcji paliw płynnych z węgla. Referat dał systematyczny przegląd rozmaitych metod w tym celu stosowanych, jako to destylacji w niskich temperaturach, metod Bergiusa i Fischera i t. p., znanych przeważnie z literatury technicznej i patentowej. Nowych momentów referat nie przyniósł.

Podobnie miała się rzecz z trzecim sprawozdaniem w tej sekcji pp. Weiss'a, Boisselet'a i Salomona'a o fizykalnych i chemicznych zmianach olejów mineralnych w czasie ich użycia. Temat ten, wyczerpująco opracowany w ostatnich latach przez niemieckich i szwajcarskich chemików, w przedstawieniu referentów nie zyskał nowego oświetlenia.

W tejże sekcji przedstawiłem referat na temat technicznych postępów w dziale rafinerijno-naftowym w Polsce, który ukaże się w sprawozdaniu Konferencji Energetycznej.

W sekcji A, w podsekcji a) interesującym był referat pp. M. Kamo i Y. Takeda o przeróbce bi-

tumicznych węgla koreańskich. Węgla te wykazują zawartość do 42% bituminów, dających się wydestylować, mogą więc do pewnego stopnia stworzyć nowe źródło produkcji płynnych materiałów pędnych. Poważne wyniki w zakresie przeróbki węgla koreańskich i mandżurskich osiągnęła kolej południowo-mandżurska przez wybudowanie instalacji wielkich rozmiarów przeróbki węgla i łupków bitumicznych. Urządzenia destylacyjne dla łupków mają według otrzymanych informacji odpowiadać szkockim metodom fabrykacyjnym, i byłoby może interesujące stwierdzenie eksperymentalne, czy podany przed kilku laty przez prof. Mościckiego system destylacji w strumieniu cyrkulujących par lub gazów nie mógłby w tym wypadku dać lepszego efektu, niż używane tam obecnie szkockie retorty.

Dalsza przeróbka destylatów surowych otrzymywanych w ilości 200 tonn dziennie została zaprojektowana i wykonana przez Brünn-Königsfelder-Maschinenfabrik, tę samą fabrykę, która w swoim czasie dostarczyła w przeważnej części urządzeń technicznych dla Państwowej Fabryki Olejów Mineralnych w Drohobyczu.

W dyskusji, która obracała się przeważnie około tematu przeróbki węgla, podnieśli Rosjanie ważność badań, wykonywanych w rosyjskim Instytucie Termotechnicznym, w których między innymi stwierdzono, że przy przeróbce technicznej węgla brunatnego każdy 1% wilgoci wymaga 0,23 — 0,32 kWh na tonnę. W Instytucie tym miano też opracować metodę ekonomicznego spalania pyłu węglowego o zawartości wilgoci 65%, co również zasługuje na uwagę.

W sekcji B przedłożyli delegaci rosyjscy, pp. Flakserman i Kukel-Krajewski, dwa wnioski, z których pierwszy dotyczy: a) konieczności opracowania regularnej statystyki wszelkich źródeł produkcji energii i jej rozdziału dla każdego z państw, biorących udział w Konferencji Energetycznej.

b) Te daty statystyczne powinny być podawane w formie dla wszystkich krapów ujednostajnionej, a to celem ułatwienia wzajemnej informacji.

c) Wszzechświatowa Konferencja Energetyczna uprasza wszystkie Komitety Narodowe o przygotowanie na najbliższe posiedzenie Konferencji odpowiednich projektów.

2. a) Wszzechświatowa Konferencja Energetyczna uważa za wskazane, aby w tych okręgach, w których istnieje ogólna sieć wysokiego napięcia, wszystkie instalacje wytwarzające energię elektryczną były w tę sieć włączone.

b) Celem przeprowadzenia takiego postanowienia, uprasza WKEN Komitety Narodowe o spularyzowanie tej idei tak wśród producentów, jak i konsumentów elektryczności, i prosi o propozycje, w jaki sposób mogłaby być korzystnie załatwiona.

Uzupełnieniem obrad Zjazdu był szereg nader interesujących wycieczek.

Prace Komisji Transportowej P. K. En.

Wisła, jako droga rozwoju węgla w komunikacji wewnętrznej*).

Badając znaczenie dróg wodnych dla rozwoju źródeł energii, a w pierwszej linii węgla, nie można pominąć Wisły, jako naturalnej arterji komunikacyjnej, sięgającej swemi dopływami prawie do środka Zagłębia Węglowego. Użycie jednak górnych biegów rzek w ich naturalnym, nawet ulepszonym przez regulację stanie, nie może dać zbyt korzystnych rezultatów, to też koniecznym się staje powiększenie spławności drogą sztuczną. Obliczenie kosztów transportu przy różnych alternatywach może rzucić pewne światło na wybór dróg, które mi pojsćby należało.

Alternatywa I. Użycie Przemyszy, jako drogi dowozowej z główną ładownią w Modrzejowie. Do obliczeń przyjęto łódź 100, 210 i 300 tonnową. Stopień ich wyzyskania, ze względu na zmienne stany wód, wynosi 100%, 80% i 60%. Obliczając koszty transportu i szukając minimum tych kosztów dla różnych odległości, otrzymuje się najekonomiczniejszą nośność łodzi w granicach od 195 do 222 tonn. można zatem przyjąć jako taką, łódź 210 tonnową typu Dyrekcji Dróg Wodnych w Warszawie, o rozmiarach $43 \times 8 \times 0,85$, dla której koszt 1 tkm wynosi: $\frac{334}{L} + 3,53$ gr. w dół i $\frac{334}{L} + 4,64$ gr. w górę rzeki.

Przyjmując powrót łodzi próżnych i doliczając 1.50 zł. na koszty dostawy węgla do portu, przeładunek i opłaty portowe, otrzymamy w porównaniu z taryfą wyjątkową E. l. zasięg Wisły do Puław, na Dunajcu w pobliżu Tarnowa (Mościce), na Nidzie do Pińczowa, na Sanie do Rozwadowa.

Obliczając konsumpcję węgla według statystyki przewozów za r. 1928, otrzymamy dla powyższego zasięgu 960 000 tonn, z czego, wobec małej różnicy kosztów przewozu do Krakowa, w pierwszych latach na wodę nie przyjdzie więcej nad 500 000 tonn.

Alternatywa II. Główna ładownia węgla przeniesiona na Wisłę do Dworów. Jako typy przyjęto 210, 300 i 400 tonnową łódź ze stopniem wykorzystania 90%, 80% i 75%.

Najekonomiczniejsza nośność waha się w granicach od 287 do 318 tonn, można zatem przyjąć łódź 300 tonnową, o wymiarach $48 \times 8 \times 1,05$, dla której koszt transportu wyniesie:

$$\frac{303}{L} + 2,76 \text{ gr. w dół, zaś } \frac{303}{L} + 3,55 \text{ gr. w górę rzeki.}$$

*) Referat niniejszy jest streszczeniem części III pracy p. t. „Koszty transportu na drogach wodnych”, która będzie w całości ogłoszona w „Przeglądzie Technicznym”. Część I i II zamieszczona została w Nr. 49 i 50 z r. 1928 oraz w Nr. 13 z r. 1929 „Przeglądu”.

Powiększając koszty dodatkowe do 2.— zł. i przyjmując, jak wyżej, powrót łodzi próżnych, otrzymamy wyrównanie kosztów z koleją na Wisłę pod Górą Kalwarją, na Dunajcu i Nidzie j. w., na Sanie przy ujściu Wisłoka, na sztucznej drodze Dęblin — Bug w Parczewie.

Zasięgowi temu odpowiada konsumpcja węgla 1 150 000 tonn, z czego na wodę może przejść około 1 000 000 tonn.

Alternatywa III. Częściowe wyrównanie przepływów przy pomocy sieci zbiorników, a przede wszystkim zbiornika w Porąbce. Typy łodzi wzięto z obliczeń te same, atoli ich wyzyskanie podniesie się do 95%, 90% względnie 85%.

Najekonomiczniejszy typ łodzi waha się w granicach 306 do 329 tonn. Średnio można przyjąć 320 tonn i dać jej wymiary $49 \times 8 \times 1,10$, wówczas koszt transportu wyniesie

$$\frac{262}{L} + 2,37 \text{ gr. w dół rzeki}$$

$$\frac{262}{L} + 3,28 \text{ „ „ górę „}$$

$$\frac{218}{L} + 2,69 \text{ „ na drodze wodnej Dęblin-Bug.}$$

Zasięg transportów wodnych obejmie Wisłę do Modlina, drogę wodną Dęblin — Bug, górny Bug, i ewentualnie dolną Pilicę. Konsumpcja węgla na terenie tego zasięgu wynosi 2 900 000 tonn, z czego w pierwszych latach powinno przejść na wodę około 2 000 000 tonn.

Alternatywa IV. Kanał lateralny z Zagłębia Śląskiego do ujścia Dunajca, z wodą płynącą z prędkością 0,6 m/sek, z równoczesnym wyrównaniem przepływów na Dunajcu zapomocą zbiornika w Rożnowie.

Do obliczenia przyjęto łódzie 400, 700 i 1 000 tonnowe, ze średniem wykorzystaniem 94,4%, 87,3% i 80%. Minimum kosztów otrzymano przy nośności od 705 do 790 tonn, przyjęto wartość średnią 750 tonn.

Dla łodzi tej o wymiarach $67 \times 10 \times 1,50$ wynoszą koszt transportu:

	w dół	w górę
na rzece	$\frac{274}{L} + 1,61 \text{ gr.}$	$\frac{274}{L} + 2,00 \text{ gr.}$
na kanale przy pełnym ładunku	$\frac{224}{L} + 1,34 \text{ „}$	$\frac{224}{L} + 1,55 \text{ „}$
na kanale przy ładunku 650 t	$\frac{258}{L} + 1,54 \text{ „}$	$\frac{258}{L} + 1,78 \text{ „}$

Dodając opłaty kanałowe 0,4 gr. za 1 tkm, zaś koszty dodatkowe 1,50 zł. od tonny, otrzymamy wyrównanie z taryfą kolejową na Wiśle w pobliżu Brdujścia, na Kanale Królewskim w Pińsku, na Narwi przy ujściu Biebrzy. Konsumcja węgla objęta tym zasięgiem wynosiła w r. 1928 — 3 900 000, z czego na wodę powinno przejść conajmniej 3 000 000 t.

Alternatywa V. Przedłużenie kanału lateralnego do Sanu i wyrównanie przepływów na Sanie zapomocą zbiornika w Solinie powiększy stopień wyzyskania tych samych typów łodzi do 95,5%, 91,9%, względnie 86,5%.

wykorzystaniu 100% i bez ładunków powrotnych.

	za wodą	przeciw wodzie
na rzece	$\frac{237}{L} + 1,40$ gr.	$\frac{237}{L} + 1,73$ gr.
na kanale	$\frac{224}{L} + 1,34$ „	$\frac{224}{L} + 1,54$ „

Zasięg transportu przesunie się na Wiśle w pobliżu Tczewa, obejmie kanał bydgoski i powiększy się nieco na wschodzie. Można go oszacować na 4 500 000 t, z czego na wodę powinno przejść około 4 000 000 t.

Do punktów węzłowych	Droga transportu wodnego	Koszt transportu wodnego z należnościami ubocznymi						Koszt transportu kolejowego
		łódź 210	300	320	750	900	750 t	
		Alt. I	II	III	IV	V	VI	
Krakowa	Wisła ew. kanał	8,37	7,10	6,45	5,95	6,10	5,95	8,10
Sandomierza	„ „ „	15,06	12,34	10,72	10,07	10,07	10,07	15,80
Warszawy	„ „ „	—	19,08	16,50	14,07	14,30	13,76	17,00
Torunia	„ „ „	—	—	—	17,63	17,57	17,04	18,60
Grudziądz	„ „ „	—	—	—	19,25	19,06	18,82	19,20
Tarnowa - Mościc	Wisła i Dunajcem	12,98	11,43	11,10	—	7,21	—	12,90
Brześcia	Wisła, Kanałem i Bugiem	—	—	19,37	16,20	—	15,14	19,20
Pińska	„ „ „	—	—	—	19,20	—	18,62	19,20
Ostrołęki	Wisła - Narwią	—	—	—	16,67	—	16,51	19,20

Najekonomiczniejsza nośność łodzi wynosi powyżej Bugu około 800 t, zaś poniżej 900 t. Przyjmując wymiary tej ostatniej:

$$70 \times 10,8 \times 1,60,$$

otrzymuje się następujące koszty transportu:

	w dół	w górę
na rzece	$\frac{252}{L} + 1,48$ gr.	$\frac{252}{L} + 1,82$ gr.
na kanale przy pełnym ładunku	$\frac{226}{L} + 1,45$ „	$\frac{226}{L} + 1,71$ „
przy ładunku 810 t	$\frac{249}{L} + 1,61$ „	$\frac{249}{L} + 1,90$ „

Zasięg transportu na Wiśle zbliży się do Grudziądza, nadto powiększy się obszar, ciężący do drogi wodnej w rejonie kanału małopolskiego. Konsumcję węgla w tym zasięgu można ocenić na 4 200 000 t, z czego około 3 500 000 t powinno przejść na wodę.

Alternatywa VI. Projekt inż. Peszkowskiego, lewobrzeżnego kanału lateralnego, doprowadzonego do dolnej Wisły. Koszty transportu obliczone dla łodzi 750 tonnowej, jako zbliżonej do przyjętego obecnie typu dla dolnej Wisły, wyniosą przy

Porównanie kosztów transportu według 6 powyższych alternatyw ze sobą oraz z kosztami transportu kolejowego, daje powyższa tabelka.

Koszty transportu spadają znacznie do alternatywy czwartej włącznie, w dwóch dalszych spadek kosztów jest nieznaczny, niewiele powiększa się prawdopodobna ilość przyjętego na wodę węgla, natomiast wzrosną ogromnie koszty budowy.

Z tych przyczyn należałoby się zatrzymać na alternatywie IV, przewidującej kanał lateralny do ujścia Dunajca, zachowując możliwość przedłużenia go do Sanu, na wypadek budowy drogi wodnej Wisła—Dniestr.

Ponieważ jednak alternatywa ta przewiduje ukończenie regulacji Wisły środkowej, przeto w pierwszych kilku dziesiątkach lat aktualną będzie alternatywa II, przy której zasięg transportu węgla może wzrastać powoli, w miarę kończenia robót regulacyjnych, do wcale znacznych rozmiarów.

Dla eksportu węgla przez Gdańsk, droga górnej Wisły znaczenia nie posiada, jedyną aktualną dla tego celu trasą drogi wodnej jest Kanał Węglowy (patrz „Sprawozdania i Prace P. K. En.” Nr. 22 (1922), bądź to w trasie, studjowanej przez projekt rządowy, bądź też w alternatywie, proponowanej ostatnio przez inż. Tillingera (patrz „Przegląd Techniczny”, Nr. 21 r. 1929).