



PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

WYDAWCA SP. Z O. O. PRZEGLĄD TECHNICZNY

REDAKTOR INŻ. M. THUGUTT

Nr. 7

WARSZAWA, 6 KWIETNIA 1938 R.

Tom LXXVII

Prof. dr. A. SKĄPSKI i dr. E. CHYŻEWSKI

620.19:628.28

Wpływ odkształceń na korozję stalowych rur wodociągowych

Wstęp.

W dyskusji prowadzonej u nas nad normalizacją stalowych rur wodociągowych pojawiły się zdania, że obciążenie i odkształcenia statyczne mogą przyspieszać korozję sprężystego tworzywa tychże rur¹⁾.

Wywiązała się na powyższy temat polemika^{1) 2)}, w której przytaczano cały szereg argumentów za i przeciw takiemu pogładowi, przy czym powoływano się z obu stron na zdania licznych praktyków i teoretyków, oparte bądź na obserwacjach jakościowych, bądź na przesłankach teoretycznych.

Wobec takiego stanu rzeczy zainteresowaliśmy się tym problemem, pragnąc dać nań odpowiedź opartą na bezpośrednich danych doświadczalnych, uzyskanych przez zbadanie wpływu odkształceń statycznych na szybkość korozji stalowych rur wodociągowych.

Zanim przejdziemy do opisu naszej metody postępowania i do omówienia uzyskanych z niej wyników, podamy treściwy przegląd literatury dotyczącej wpływu odkształceń, względnie naprężeń na szybkość korozji metali w ogóle.

Odrzuć musimy zwrócić tu uwagę, że należy ściśle rozgraniczyć między korozją w ośrodkach silnie agresywnych wobec danego metalu czy stopu, np. w kwasach, w mieszaninie $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2$ i t. p., a korozją powodowaną przez łagodne czynniki, jak np.

wody wodociągowe, wody gruntowe, rozcieńczone sole i t. p.³⁾.

Dotychczasowe badania laboratoryjne wpływu naprężeń mechanicznych na korozję metali przeprowadzono przeważnie w kwasach lub w innych ośrodkach silnie agresywnych, w których rzeczywiście ujawnia się wyraźnie przyspieszający wpływ naprężeń mechanicznych statycznych na korozję. I tak np. *E. Heyn* i *O. Bauer*⁴⁾, a także *P. Goerens*⁵⁾ wykazali, że naprężenia przyspieszają rozpuszczanie się żelaza w rozcieńczonym kwasie siarkowym. Do podobnych wyników doszedł *I. A. N. Friend*⁶⁾, badając szybkość rozpuszczania się w kwasie siarkowym próbek żelaznych, uprzednio wydłużonych na zimno w przyrządzie do badań wytrzymałościowych. *Garre*⁷⁾ stwierdził, że korozja żelaza w 1% H_2SO_4 wzrasta znacznie, jeśli metal poddany jest równocześnie zginaniu.

W. O. Kroenig i *A. J. Boulitschewa*⁸⁾ stwierdzili również przyspieszający wpływ naprężeń na korozję żelaza, mosiądzu, duraluminium i aluminium w ośrodkach silnie agresywnych, a więc w $\text{ln. NaCl} + 1\% \text{ HCl}$; $3\% \text{ NaCl} + 0,1\% \text{ H}_2\text{O}_2$ i $0,5 \text{ n. HCl}$. *Tammann* i *Neubert*⁹⁾ przekonali się, że także na-

¹⁾ *J. Buzek*: Gaz i Woda T. 15, str. 239 i str. 358 r. 1935; Gaz i Woda T. 16, str. 44 i str. 141.

²⁾ *O. Douté* i *K. Palme*: Gaz i Woda T. 15, str. 371 r. 1935 oraz T. 16, str. 13 i str. 139 r. 1936.

H. Unucka: Biuletyn Wodociągowo-Kanalizacyjny Nr. 4 r. 1935, Gaz i Woda T. 15, str. 353 r. 1935.

³⁾ *O. Bauer*, *O. Kroehnke* i *G. Masing*: „Korrosion der Metalle” 1936. Berlin, T. I, str. 374; *U. R. Evans*: „Metallic Corrosion Passivity and Protection” London, 1937, str. 472.

⁴⁾ *E. Heyn* i *O. Bauer*, J. Iron and steel Inst. T. 79, str. 159 (1909).

⁵⁾ *P. Goerens*, Carnegie Schol. Mem. T. 3, str. 374, 1911 r.
⁶⁾ *J. A. N. Friend*, Carnegie Schol. Mem. T. 11, str. 103, 1922 r.

⁷⁾ *B. Garre*, Korrosion und Metallschutz T. 3, str. 1. 1927 r.

⁸⁾ *W. O. Kroenig* i *A. J. Boulitschewa*: „Korrosion und Metallschutz T. 12, str. 73, 1936 r.

⁹⁾ *G. Tammann* i *F. Neubert*, Zeitschr. Anorg. Chem. T. 207, str. 87, 1932.

pięcia wewnętrzne wynikłe z formowania metalu na zimno zwiększają szybkość rozpuszczania się metalu w kwasach, co potwierdzają inni badacze¹⁰⁾.

Garre¹¹⁾ dokonał ciekawego spostrzeżenia, że czysta cyna zwalcowana na zimno rozpuszcza się wolniej w kwasie solnym, aniżeli cyna obrabiana na gorąco, co tłumaczy tym, że cyna rekrytalizuje po walcowaniu w stosunkowo niskiej temperaturze, tak że sieć przestrzenna cyny walcowanej musi być bardziej regularna, niż cyny niewalcowanej.

O ile działanie na metal czynników kwaśnych, względnie szczególnie agresywnych dla danego tworzywa, może być, jak to widzieliśmy, przyspieszane równoczesnymi naprężeniami mechanicznymi, to dla ośrodków łagodnych, w przybliżeniu obojętnych nie stwierdzono takiego wyraźnego wpływu. Rozległe badania Friend'a¹²⁾ nad równoczesnym działaniem naprężeń mechanicznych i wody morskiej nie wykazały istotnych różnic między szybkością korozji stali w stanie swobodnym i naprężonym.

Do zupełnie identycznych wniosków dochodzą O. Bauer, O. Kroehnke i G. Masing w swej bardzo obszernej i źródłowo napisanej monografii „Korrosion der Metalle”, którzy twierdzą, że „w wypadku korozji atmosferycznej, jak również dla nagryzania stali przez wody naturalne nie można przyjąć wpływu naprężeń, względnie może on być tylko znikomo mały”.

Jeszcze dalej posuwa się U. R. Evans⁴⁾, który w dziele: „Metallic Corrosion, Passivity and Protection” podaje, że w ośrodkach ciekłych, łagodnie korodujących, nie można zaobserwować szkodliwego wpływu naprężeń mechanicznych, a w powietrzu natomiast naprężenia te działają raczej ochraniająco, co należy tłumaczyć tym, iż w tych warunkach rdza, przylegając gorzej do podłoża metalicznego, odpada i nie zatrzymuje szkodliwej wilgoci.

Ogólne omówienie naszej metody.

Celem naszej pracy było rozstrzygnięcie na drodze doświadczalnej, czy odkształcenia mechaniczne mogą mieć wpływ przyspieszający na korozję stalowych rur wodociągowych.

Zamiast podejmować badania terenowe, które trzeba by przeprowadzić na bardzo szeroka skalę i z wielkimi ostrożnościami, jeśli ich wyniki miałyby posłużyć do wyciągnięcia statystycznego wniosku, zdecydowaliśmy się zbadać wpływ odkształceń na korozję stalowych rur wodociągowych w środowiskach sztucznych, ale tak dobranych, że realizowały najbardziej ostre warunki kwasoty, stężenia soli i kwasów humusowych oraz dopływu powietrza, jakie można przypuścić w praktyce wodociągowej jedynie wyjątkowo. Prawdą jest, że stwierdzenie szkodliwego wpływu odkształceń w tak ostrych warunkach nie mogłoby jeszcze stanowić dowodu, że wpływ taki istnieje w normalnych, znacznie łagodniejszych warunkach praktyki wodociągowej; natomiast stwierdzenie braku szkodliwego wpływu odkształceń w takich właśnie warunkach gwarantowałoby brak jego w warunkach normalnych tym

¹⁰⁾ First Report of the Corrosion Committee, London 1931, str. 53.

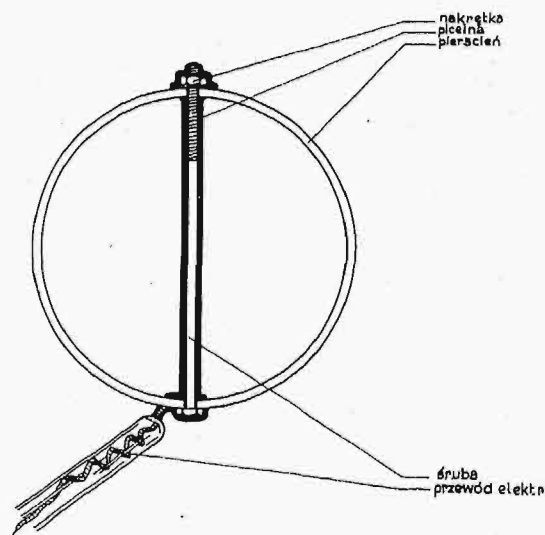
¹¹⁾ B. Garre; „Korrosion und Metallschutz T. 6 str. 200, 1930 r.

¹²⁾ J. A. N. Friend, J. Iron and Steel Inst. T. 117, str. 639, 1928 r.

więcej, im łagodniejsze są one od warunków doświadczalnych. Ze względów zasadniczych rozciągnięłyśmy zakres badań również na ośrodki silnie kwaśne ($P_H = 2,2$) i silnie agresywne dla żelaza.

Przygotowanie rur.

Do badań użyliśmy rur stalowych o średnicy ok. 200 mm. Z rur tych odcięto pierścienie szerokości ok. 50 mm. Tego rodzaju pierścieni nie jest nigdy całkowicie okrągły, a grubość jego ścian jest naogół niezupełnie równomierna. Dlatego też każdy pierścień obtoczono z zewnątrz i wewnątrz, tak aby w stanie normalnym posiadał idealnie okrągły kształt i całkowicie równomiernie grube ściany. Uzyskano przez to równomierne rozmieszczenie naprężeń podczas odkształcenia, a także umożliwiono dokładny pomiar samego stopnia odkształcenia, które polegało na ściągnięciu kołistego pierścienia do kształtu elipsy. Po obróbce na tokarce pierścienie szlifowano papierem szmerglowym (Qual. Sup. Hubert 00) dla osiągnięcia zawsze tego samego stanu powierzchni. Następnie przewiercano pierścieni w dwóch miejscach leżących na średnicy jego obwodu i przeprowadzano przez otwory silną śrubę długości 260 mm, za pomocą której można było wywoływać odpowiednie odkształcenie (rys. 1).



Rys. 1.

Dla zachowania zupełnie identycznych warunków pomiaru śruby te wkładano także i wówczas, gdy badano szybkość korozji pierścienia w stanie nie naprężonym. Całą śrubę wraz z nakrętką i miejsce ich zetknięcia z pierścieniem pokrywano szczelnie piceiną, aby całkowicie wykluczyć możliwość wzajemnego oddziaływania elektrochemicznego. Przed zanurzeniem do płynu pierścienie myto starannie wodą, odtłuszczano alkoholem i suszono na powietrzu.

Do badań używaliśmy dwóch rodzajów stalowych rur o następujących składach chemicznych *):

TABELA 1.

Material	C%	Mn%	Si%	Cu%	S%	P ₁₀₀
A	0,26	0,60	0,30	0,19	0,028	0,032
B	0,16	0,61	0,23	0,11	0,025	0,029

*) Rur dostarczyły Zakłady „Wspólnoty Interesów” w Katowicach.

Warunki pomiarów.

Jak już wyżej wspomnieliśmy, nie ograniczyliśmy się do badań w ośrodkach korozyjnych o kwasocie, jaka może występować w praktyce wodociągowej, lecz rozszerzyliśmy ich zakres na cieczce kwaśne ($P^H = 2,2$) oraz cieczce szczególnie agresywne dla żelaza (sól + H_2O_2). Niżej podano składy chemiczne płynów, w jakich badaliśmy wpływ odkształceń rur na szybkość korozji.

- Roztwór I. 3% NaCl + 0,1% H_2O_2
 „ II. 3% Na_2SO_4 + 0,01 n. H_2SO_4
 „ III. 3% Na_2SO_4 + 0,01 n. $FeSO_4$ otrzymany przez zobojętnienie roztworu II żelazem w myśl reakcji: $H_2SO_4 + Fe = FeSO_4 + H_2$
 „ IV. zawiesina kwasów humusowych w wodzie + 0,05% Na_2SO_4
 „ V. 0,01n. H_2SO_4
 „ VI. 0,01n. $FeSO_4$ (uzyskany jak roztwór III).

Dla każdego pomiaru używaliśmy 10 litrów roztworu, który był mieszany umieszczonym pośrodku mieszadłem z szybkością ok. 60 obr./min. Pierścien spoczywał na szklanym trójnogu, stojącym na dnie naczynia, w ten sposób, że górny brzeg pierścienia znajdował się ok. 5 cm poniżej powierzchni cieczy.

Ze względu na metodę samego pomiaru szybkości korozji, stosowaną przy różnych płynach, można podzielić nasze badania na trzy grupy.

1) W roztworach I, II i III wyżej podanego spisu badano szybkość korozji w ten sposób, że pozostawiono w nich, przygotowany odpowiednio, pierścien przez pewien ściśle określony czas, następnie pierścien wyjmowano, usuwano zeń rdzę, przemycając go odrdzewiaczem o składzie: 90 cz. H_2O + 6 cz. HCl + 5 cz. $SnCl_2$ przy równoczesnym pocieraniu szczoteczka nad naczyniem, służącym do badania korozji w ten sposób, aby płyn użyty do odrdzewienia zabrać ilościowo. Następnie rozpuszczano znajdującą się w roztworze rdzę przez dodanie odpowiedniej ilości stężonego HCl, dopełniamy płyn do 11 litrów i oznaczano w 1100 cm^3 ilość żelaza. Stąd obliczano, jaka ilość żelaza z pierścienia uległa korozji.

nie podobnie, jak wyżej opisano, z tą tylko różnicą, że musieliśmy oznaczać również ilość żelaza zawartą w płynie pierwotnym przed korozją. W tym celu sporządzaliśmy 11 litrów odpowiedniej zawiesiny, z tego odbieraliśmy 1 litr płynu, odparowywaliśmy do sucha, spalali na mokro (przy użyciu stęż. H_2SO_4 i HNO_3) substancje organiczne, a w pozostałości oznaczaliśmy Fe. Oznaczenie żelaza po skończonej korozji przeprowadzaliśmy w sposób identyczny, jak przy płynach poprzednio wymienionych, z modyfikacją wynikającą z obecności zawieszonych w roztworze substancji organicznych; wymagało to bardzo energicznego mieszania przy braniu części płynu do analizy.

3) w końcu w 0,01n. H_2SO_4 zastosowaliśmy metodę elektrochemiczną pomiaru, przy użyciu korozymetru wg Tödt'a, co pozwoliło śledzić przebieg szybkości korozji w czasie w miarę wyczerpywania się kwasu.

SZCZEGÓŁOWE DANE DOŚWIADCZALNE.

Badanie wpływu odkształceń na korozję w roztworze: 3% NaCl + 0,1% H_2O_2 .

Pierścienie (z materiałów A i B) przygotowane do pomiaru zanurzaliśmy do 10 litrów roztworu 3% NaCl + 0,1% H_2O_2 mieszanego z szybkością ok. 60 obr./min, najpierw w stanie nieodkształconym, pozostawiając je tam przez ściśle określony czas (96 i 192 godzin). Zużyty H_2O_2 uzupełnialiśmy w ten sposób, że wkraplaliśmy z biurety stale nowe porcje H_2O_2 , przy czym szybkość wpływu z biurety uregulowaliśmy odpowiednio na podstawie licznych prób. Od czasu do czasu sprawdzaliśmy w czasie pomiaru ilość H_2O_2 w roztworze, której wahania nie przekraczały $\pm 0,005\%$ H_2O_2 . Deformacji pierścienia dokonywano przez odpowiednie dokręcenie nakrętki. Stopień odkształceń wyrażamy w tekście stosunkiem osi dłuższej „a” do osi krótszej „b” elipsy.

Stosowaliśmy dwa stopnie odkształcenia. Pierwsze odkształcenie dobraliśmy tak, ażeby pierścien po zwolnieniu nakrętki wracał do pierwotnego kształtu¹³⁾, drugie zaś powodowało odkształcenie częściowo nieodwracalne, tak że pierścien po usunięciu nakrętki zatrzymał nadal kształt elipsy o przybliżonym stosunku a/b równym 1,08.

TABELA 2.

Płyn korodujący: 3% NaCl + 0,1% H_2O_2 .

Materiał	Czas trwania próby godz.	P^H		Ilość żelaza skorodowanego wyrażona w g/100 cm^2								
		początkowe	końcowe	Pierścien nieodkształcony 2r = 202,6 ± 0,2			Pierścien odkształcony a ≈ 212,5 mm b = 190,8 mm			Pierścien odkształcony a = 218 mm b = 186,1 mm		
				I	II	średnia	I	II	średnia	I	II	średnia
A	96	7,0	7,0	1,66	1,86	1,76	1,98	2,20	2,10	2,18	2,32	2,25
A	192	7,0	7,0	4,58	3,98	4,28	4,39	4,29	4,34	5,20	4,77	4,98
B	96	7,0	7,0	2,02	2,13	2,08	2,15	2,35	2,25	5,53	2,45	2,49
B	192	7,0	7,0	4,91	5,10	5,00	5,10	5,29	5,20	5,86	6,06	5,96

2) w zawieszynie kwasów humusowych + 0,05% Na_2SO_4 pomiaru dokonywaliśmy w zasadzie zupeł-

¹³⁾ Zachodziło to z dokładnością do 0,3%.

Badanie wpływu odkształceń na korozję w roztworach: 3% Na_2SO_4 + 0,01n H_2SO_4 oraz w: 3% Na_2SO_4 + 0,01n FeSO_4 .

Sposób postępowania przy badaniu korozji był tu zupełnie identyczny, jak przy roztworze I. Badania określone w tabelach jako wykonane przy nasyceciu roztworu tlenem przeprowadziliśmy w ten sposób, że przepuszczaliśmy przez ciecz strumień baniek tlenu (ok. 100 baniek na minutę z rurki o średnicy 10 mm); ponieważ strumień ten był szybki, a ściany naczynia dostatecznie wysokie, ciecz była — praktycznie biorąc — nasycona tlenem pod ciśnieniem 1 at. Czasy zanurzenia stosowano w roztworze II — 48 i 192 godziny; w roztworze III — 192 godziny.

W tabelach 3 i 4 zestawione są wyniki uzyska-

Badanie wpływu odkształceń na korozję w zawieszinie kwasów humusowych.

W zasadzie badanie przeprowadzaliśmy tu zupełnie identycznie, jak przy dwu poprzednich płynach, musieliśmy tylko analizować zawieszinę na żelazo zarówno przed jak i po korozji, ponieważ kwasy humusowe przez nas stosowane nie były wolne od Fe.

Same kwasy humusowe otrzymywaliśmy metodą podaną niżej¹⁴⁾.

Torf traktuje się 1% kwasem solnym, sączy i przemywa na sączku tymże kwasem, aż do zaniku w przesączu reakcji na jon Ca^{++} . Potem myje się torf wodą i gotuje pół godziny w wodzie, aby skoagulować substancje humusowe i odebrać im zdolność dyspersji w wodzie.

TABELA 3.

Płyn korodujący: 3% Na_2SO_4 + 0,01 n H_2SO_4 przy dostępie powietrza.

Materiał	Czas trwania próby godz.	P_H		Ilość żelaza skorodowanego wyrażona w g/100 cm^2								
		początkowe	końcowe	Pierścień nieodkształcony $2r = 206 \pm 0,2$ mm			Pierścień odkształcony $a = 215,8$ mm, $b = 291,0$ mm			Pierścień odkształcony $a = 521,3$ mm, $b = 188,1$ mm		
				I	II	średnia	I	II	średnia	I	II	średnia
A	48	2,0	5,0	1,98	1,95	1,96	2,28	2,02	2,15	2,44	3,08	2,76
A	192	2,0	5,2	3,50	3,25	3,57	3,92	3,64	3,78	4,41	5,03	4,72
B	48	2,0	5,0	2,04	1,83	1,93	2,30	2,43	2,36	2,82	2,78	2,80
B	192	2,0	5,2	3,73	3,42	3,57	4,25	3,88	4,06	5,18	4,72	4,95

TABELA 4.

Płyn korodujący: 3% Na_2SO_4 + 0,01n H_2SO_4 przy doprowadzaniu tlenu.

Materiał	Czas trwania próby godz.	P_H		Ilość żelaza skorodowanego wyrażona w g/100 cm^2								
		początkowe	końcowe	Pierścień nieodkształcony $2r = 204,2 \pm 0,2$ mm			Pierścień odkształcony $a = 215,2$ mm, $b = 190,3$ mm			Pierścień odkształcony $a = 220,9$ mm, $b = 188,0$ mm		
				I	II	średnia	I	II	średnia	I	II	średnia
A	48	2	5,2	2,45	2,75	2,60	2,75	3,50	3,12	3,73	3,21	3,47
A	192	2	5,2	4,60	4,10	4,35	4,86	5,71	5,23	5,50	6,02	5,71
B	58	2	5,2	2,48	2,31	2,39	2,75	2,80	2,78	3,58	3,71	3,65
B	192	2	5,2	4,94	5,38	5,46	5,60	5,96	5,73	6,85	6,95	6,90

TABELA 5.

Płyn korodujący: 1% Na_2SO_4 + 0,01 n FeSO_4 .

Materiał	Czas trwania próby godz.	P_H		Ilość żelaza skorodowanego wyrażona w g/100 cm^2								
		początkowe	końcowe	Pierścień nieodkształcony $2r = 200,6 \pm 0,2$ mm			Pierścień odkształcony $a = 211,5$ mm, $b = 188,3$ mm			Pierścień odkształcony $a = 22,1$ mm, $b = 185,2$ mm		
				I	II	średnia	I	II	średnia	I	II	średnia
A	192	5,2	5,2	przy dostępie powietrza								
B	192	5,2	5,2	1,52	1,05	1,29	1,15	1,38	1,27	1,52	1,53	1,52
				1,38	1,45	1,42	1,43	1,31	1,37	1,45	1,33	1,39
A	192	5,2	5,2	przy doprowadzeniu tlenu								
B	192	5,2	5,2	2,37	1,97	2,17	2,37	2,52	2,44	2,46	2,62	2,54
				2,57	2,35	2,46	2,90	2,46	2,68	2,13	2,78	2,46

ne w płynie 3% Na_2SO_4 + 0,01n H_2SO_4 , a w tabeli 5 wyniki uzyskane w roztworze 3% Na_2SO_4 + 0,01 FeSO_4 .

¹⁴⁾ Sven Oden, Kolloidchemische Beihefte t. 11, str. 128 r. 1919.

Torf tak przygotowany ekstrahuje się 4n. amoniakiem, przy czym przechodzą do roztworu razem z substancjami humusowymi także inne substancje organiczne. Przez odsączenie oddziela się włóknistą masę torfową od roztworu substancji humusowych i ekstrahuje się ją ponownie 4n. amoniakiem, powtarzając te czynności piętnastokrotnie.

Do nagromadzonych w przesączu substancji humusowych (humusianów) dodaje się tyle NaCl, ażeby roztwór był 2 normalny i pozostawia ciecz w spokoju przez 7 dni. Przez ten czas zanieczyszczające substancje koloidalne wypadają z roztworu i zbierają się na dnie naczynia. Teraz zlewa się ostrożnie lewarkiem ciecz z nad osadu, resztę odwirowuje się i zadaje kwasem solnym dla wydzielenia kwasów humusowych; kwasy te, otrzymane w wyżej opisanych warunkach, są zanieczyszczone kwasami hymetomelanowymi. Po odstaniu się osadu, zawierającego te dwie grupy kwasów, odciągamy ciecz z nad osadu za pomocą lewarka, następnie przemycamy wielokrotnie na sączku wodą destylowaną, aż do bardzo słabej reakcji na jon Cl'. Otrzymany w ten sposób osad uwalniamy od cieczy przez wyciskanie drewnianym krążkiem na lejku Büchlera przy równoczesnym działaniu pompy ssącej. Po możliwie dokładnym wyciśnięciu wody z osadu pozostawialiśmy go pod działaniem pompy ssącej na lejku przez 2 godziny.

Produkt uzyskany opisaną metodą zawierał ok. 70% ($\pm 2\%$) wody. Całkowitego odwodnienia nie dokonywaliśmy, gdyż substancja bezwodna nie daje się przeprowadzić w zawiesinę koloidalną, niezbędną dla naszych celów.

Z 1 kg torfu (niesuszonego w laboratorium) uzyskiwaliśmy od 120 do 200 g substancji zawierającej ok. 30% kwasów humusowych i ok. 70% wody.

Z tej substancji sporządzaliśmy zawiesinę kwasów humusowych w ten sposób, że 1 100 g miesza- liśmy z małą ilością roztworu Na_2SO_4 na gęstą jednolitą papkę, przy czym całkowita ilość Na_2SO_4 użyta do tego celu, wynosiła 5,5 g bezwodnej soli. Uzyskaną papkę wrzucaliśmy drobnymi porcjami do 8 litrów wody destylowanej, wśród bardzo energicznego mieszania cieczy. Następnie uzupełnialiśmy uzyskaną zawiesinę do objętości 11 litrów i odbieraliśmy 1 litr do analizy na zawartość żelaza.

Do pozostałych 10 litrów cieczy wkładaliśmy badany pierścień, pozostawiając go tam przez 192 godziny (8 dni). Po tym okresie oznaczaliśmy w sposób opisany już poprzednio ilość skorodowanego żelaza w tych warunkach.

Początkowe P_H stosowanej zawiesiny wahało się pomiędzy 4,6 a 4,8. Po mniej więcej 90 godzinach P_H osiągało stałą wartość, równą ok. 6,8.

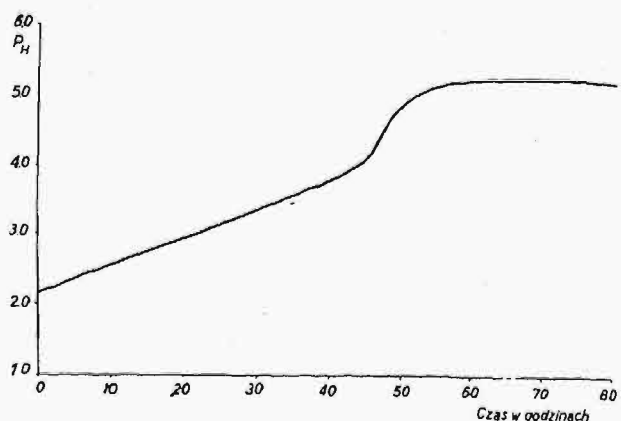
Badanie w zawieszynie kwasów humusowych przeprowadzaliśmy także przy nasyceniu cieczy tlenem. Czas próby wynosił 192 godziny.

Osiągnięte wyniki obrazuje załączona tab. 6.

Badanie wpływu odkształceń na korozję w 0,01n. H_2SO_4 i 0,01n. FeSO_4 .

Jako roztwór wyjściowy w tych pomiarach zastosowaliśmy 0,01n. H_2SO_4 , którego P_H równe jest ok. 2,2, i obserwowaliśmy przy pomocy korozymetru w sposób ciągły szybkość korozji pierścienia, która malała w miarę wyczerpywania się wolnego kwasu, a z chwilą jego całkowitego zużycia się przybierała stałą wartość.

Po zanurzeniu pierścienia najpierw zaczynał się proces rozpuszczania z wydzieleniem się wodoru. Z biegiem czasu kwasowość roztworu malała, wydzielenie się wodoru zanikało stopniowo, aż ustało zupełnie; roztwór pozostawał jeszcze klarowany stale aż do chwili osiągnięcia wartości P_H równej ok. 4. Dopiero wówczas, mniej więcej po 50 godzinach, dawało się zauważyć lekkie zmętnienie najpierw białozielone, które później zwiększało się i zmieniało barwę na żółtą. P_H roztworu osiągało stale maksymalną wartość 5,2, która jest związana ze stopniem hydrolizy soli żelaza. Przebieg wartości P_H w czasie, który — pomijawszy drobne wahania — był w tym płynie we wszystkich próbach podobny, uwidoczniła poniższy wykres (rys. 2).



Rys. 2.

TABELA 6.

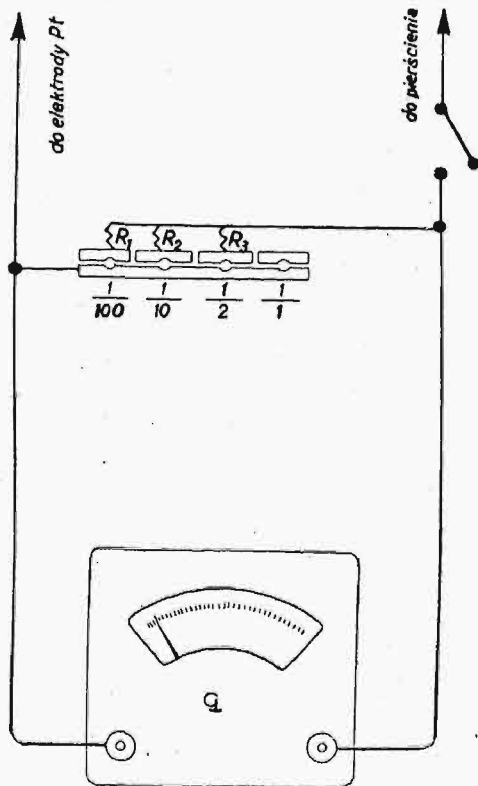
Płyn korodujący: zawiesina kwasów humusowych 0,05% Na_2SO_4 .

Material	Czas trwania próby godz.	P_H		Ilość żelaza skorodowanego wyrażona w g/100 cm ²								
		początkowe	końcowe	Pierścień nieodkształcony 2r = 203,5 ± 0,2 mm			Pierścień odkształcony a = 213,1 mm, b = 190,9 mm			Pierścień odkształcony a = 217,6 mm, b = 187,0 mm		
				I	II	średnia	I	II	średnia	I	II	średnia
A	192	4,6	6,8	przy dostępie powietrza 3,05 2,36 2,70			2,80	2,64	1,72	3,17	2,36	2,76
B	192	4,6	6,8	przy doprowadzaniu tlenu 6,08 5,32 5,70			6,12	6,08	6,10	6,70	7,35	7,02

Mieszanie oraz regulowanie dopływu tlenu było w tych pomiarach takie same, jak opisano poprzednio.

Jak już wspomniano, celem tej ostatniej części badań było śledzenie szybkości procesów korozji w czasie, w miarę wyczerpywania się kwasu. Użyliśmy do tego celu korozymetru *Tödt'a*¹⁵⁾ (rys. 3)

Przyrząd ten składa się z galwanometru wskazówkowego „G” (opór wewnętrzny ok. 100 omów), który zaopatrzony jest w szereg upustów „R”, oraz z elektrody platynowej o specjalnie dobranych wymiarach. Pomiar polega tu na mierzeniu prądów reszkowych, które przepływają między płytką pla-



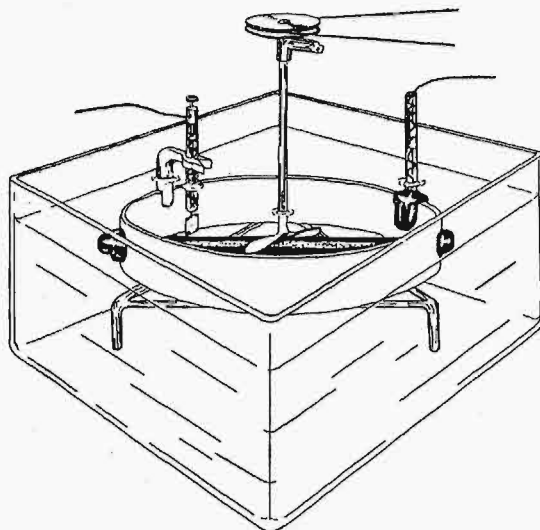
Rys. 3.

tinową i poddaną korozji próbką żelazną. Wskazania korozymetru, które podają gramy skorodowanego żelaza na 1 m² i 24 godziny, są niezależne od wielkości samej poddanej korozji powierzchni, jeśli tylko jest ona większa od powierzchni elektrody platynowej.

Pomiary przeprowadzaliśmy następująco:

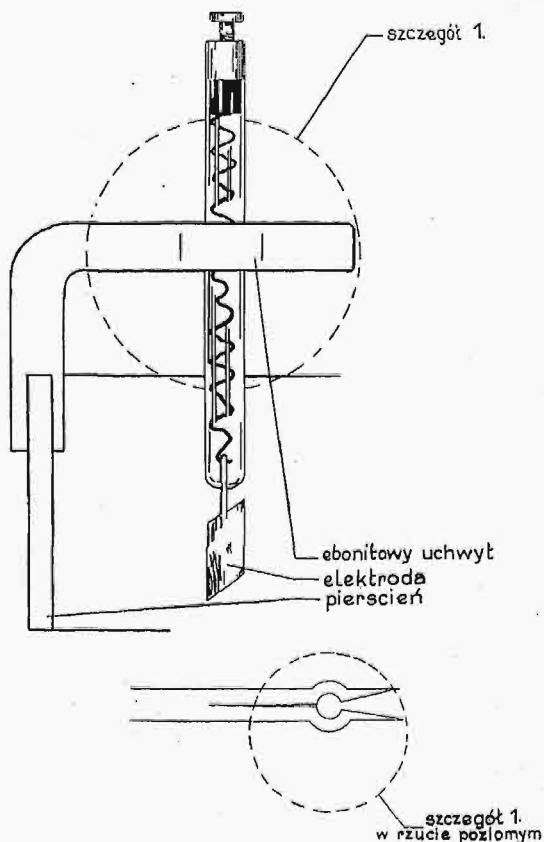
Elektrodę platynową, osadzoną w specjalnym uchwycie ebonitowym, umieszczaliśmy, nakładając statyw na pierścień, w ten sposób, że była ona stale jednakowo oddalona (40 mm) od wewnętrznej powierzchni pierścienia. Do pierścienia przylutowaliśmy drut miedziany (osłonięty przed zetknię-

ciem z cieczą szklaną rurką, a w miejscu przylutowania do pierścienia piceiną), który służył do połączenia pierścienia z korozymetrem (rys. 4a i 4b).



Rys. 4a.

Korozymetr włącza się w obwód tylko na czas pomiaru. Równocześnie z pomiarem szybkości korozji mierzyliśmy kwasowość (P_H) roztworu za pomocą foliowego kolorymetru *Wulff'a*.



Rys. 4b.

Przed użyciem korozymetru dla naszego celu sprawdziliśmy go w warunkach stosowanych w naszych pomiarach i przy użyciu próbek żelaznych

¹⁵⁾ Zeitschr. für Elektrochemie rok 1928 str. 586/95 i str. 853/7; Giessereizeitng Nr. 23 str. 678 rok 1929; Messtechnik Nr. 1 str. 5 rok 1930; Elektrotechnik und Maschinenbau rok 1930 str. 23; Aciers Speciaux & Alliages Nr. 36 str. 431 rok 1930; The Industrial Chemist, rok 1930 str. 171/2.

z badanych materiałów, kontrolując wagowo jego wskazania.

Sprawdzanie korozymetru.

Do tej próby wycinaliśmy z badanych pierścieni stalowych prostokątne kawałki, w których wierciliśmy z jednego rogu mały otworek. Następnie szlifowaliśmy starannie próbkę papierem „OO Hubert, Superieure”, wazyliśmy z dokładnością do 0,1 mg, przymocowaliśmy drut do otworka i izolowaliśmy piceiną miejsce umocowania oraz sąsiednie części drutu. Po wymierzeniu wolnej powierzchni próbki, myliśmy ją starannie przez pocieranie zwilżoną alkoholem watą, suszyliśmy w eksikatorze, a następnie umieszczaliśmy w roztworze w odległości 40 mm od elektrody platynowej. Próbkę i elektrodę platynową włączaliśmy w obwód korozymetru tylko na czas odczytywania wychyleń wskazówki.

Jako roztworu wyjściowego użyliśmy w tych kontrolnych próbach 0,01n kwasu siarkowego (z przepływem lub bez przepływu tlenu przez roztwór). Wskazania korozymetru przeliczaliśmy na wartości: gramy żelaza na 1 m² i 1 godzinę i przedstawiliśmy na wykresie jako funkcję czasu. Pole całki: szybkość korozji = f (czasu) daje ilość żelaza skorodowanego (według wskazań korozymetru) w czasie próby. Po skończonym pomiarze, próbkę wyjmowaliśmy z roztworu, odrdzewialiśmy ją kwasem solnym z dodatkiem SnCl₂ (60 g SnCl₂ + 200 cm³ stęż. HCl w litrze) oczyszczaliśmy z piceiny, myliśmy lekką benzyną¹⁰⁾ chemicznie czystą, suszyliśmy i wazyli. Przez porównanie wartości uzyskanych metodą wagową oraz za pomocą korozymetru mogliśmy stwierdzić stopień dokładności wskazań korozymetru.

Część pomiarów kontrolnych przeprowadziliśmy w ten sposób, że próbkę zanurzaliśmy do roztworu, który przed tym został odkwaszony przez rozpuszczenie w 0,01n H₂SO₄ części stalowego pierścienia aż do osiągnięcia $P_H = 5,2$.

Wyniki pomiarów sprawdzających, przeprowadzonych w różnych warunkach, są zestawione w tab. 7.

Jak widać ze zgodności wyników uzyskanych metodą elektrochemiczną i wagową (tab. 7), można

uważać metodę elektrochemiczną za nadającą się w zupełności do naszych celów.

Wyniki elektrochemicznych badań wpływu naprężeń na korozję w 0,01n H₂SO₄ i 0,01n FeSO₄.

W podanych niżej wykresach (rys. 5—20) uwidocznione są wyniki badań wpływu odkształceń na korozję w ośrodkach 0,01n H₂SO₄ i 0,01n FeSO₄. Każdy wykres jest sporządzony na podstawie punktów uzyskanych z dwóch równolegle wykonanych pomiarów. Zgodność pomiarów jest zupełnie dobra, jak to widać z rozmieszczenia punktów na krzywych.

Na osi odciętych omawianych wykresów oznaczone są ilości skorodowanego żelaza wyrażone w g/m² i na 24 godziny, na rzędnych czas w godzinach. Krzywe przedstawiają zatem szybkość korozji jako funkcję czasu. Należy przy tym pamiętać, że kwasowość roztworu zmniejszała się stale podczas pomiaru. Zmiana P_H w czasie pokazana jest na rys. 3.

W napisach nad poszczególnymi wykresami zamieszczone są w streszczeniu warunki próby oraz wielkość eliptycznego odkształcenia a mianowicie długość osi wielkiej a i małej b .

Rys. 5—7 obrazują wyniki badania pierścieni w roztworze przy dostępie powietrza z materiału A, w stanie normalnym (rys. 5) odkształconych sprężycie (rys. 6) i odkształconych niesprężycie (rys. 7).

Na rys. 8 zestawiono trzy poprzednio podane krzywe dla uwidocznienia wpływu odkształcenia na korozję. Dla przejrzystości wykresu nie przedstawiliśmy tu punktów eksperymentalnych, lecz tylko same krzywe.

Ogólne omówienie wyników.

Z zamieszczonych w odpowiednich tabelach i wykresach danych widzimy, że odkształcenia mechaniczne wpływają przyspieszająco na korozję obydwóch rodzajów badanych rur stalowych jedynie:

1) w ośrodkach kwaśnych, w których zachodzi rozpuszczanie się żelaza z wydzielaniem wodoru ($P_H = 2,2—4,0$), np. w 0,01n H₂SO₄ i 3% Na₂SO₄ + 0,01n H₂SO₄,

2) w ośrodkach silnie agresywnych dla żelaza, a więc w 3% NaCl + 0,1% H₂O₂ (tab. 2) oraz w mniejszej mierze w zawiesinie kwasów humusowych + 0,05% Na₂SO₄ nasyconej tlenem. Wpływ ten występuje szczególnie silnie przy odkształceniu niesprężystym ($a : b = \text{ok. } 1,16$).

Odkształcenia nie wywierają natomiast istotnego wpływu na szybkość korozji obydwóch gatunków badanych rur stalowych w ośrodkach w przybliżeniu obojętnych, mniej dla żelaza agresywnych, o takim stopniu kwasoty, jaka może występować w naturalnych wodach. Stwierdziliśmy to dla 3% roztworu Na₂SO₄ + 0,01n FeSO₄ przy dostępie powietrza i przy nasyceniu roztworu tlenem (tab. 5), dla zawiesiny kwasów humusowych + 0,05% Na₂SO₄ przy dostępie powietrza (tab. 6) i dla 0,01n FeSO₄ zarówno przy dostępie powietrza, jak i przy nasyceniu płynu tlenem. Z przebiegu odpowiednich krzywych (rys. 5—20), wyrażających zmianę szybkości korozji w czasie, w miarę wyczerpywania się

TABELA 7.

Materiał	Powierzchnia cm ²	Czas próby godz.	P_H	Objętość cieczy l	Skorodowana ilość żelaza	
					znaleziona korozymetrem g	znaleziona wagowo g
A (1)	13,3	72	2,2—5,2	10	0,207	0,212
B (2)	16,8	21	2,2—4,0	10	0,169	0,174
B (1)	41,0	24	5,2	1	0,0819	0,0828
B (2)	41,0	48	5,2	1	0,301	0,312
A (1)	40,0	24	5,2	1	0,068	0,072
A (2)	40,0	24	5,2	1	0,124	0,132

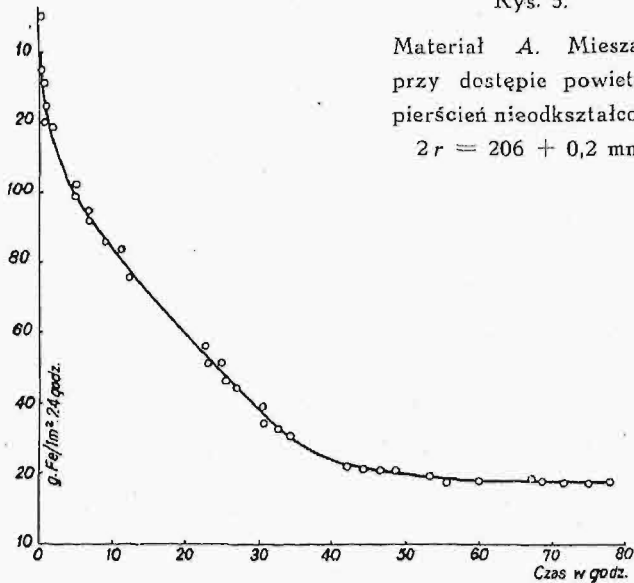
(1) mieszało 60 obr./min.

(2) mieszało i doprowadzenie tlenu (100 baniek/min).

¹⁰⁾ Używaliśmy do tego celu nie alkoholu lecz benzyny, ponieważ ta ostatnia rozpuszcza łatwo piceinę, którą należało dokładnie usunąć przed ważeniem próbki.

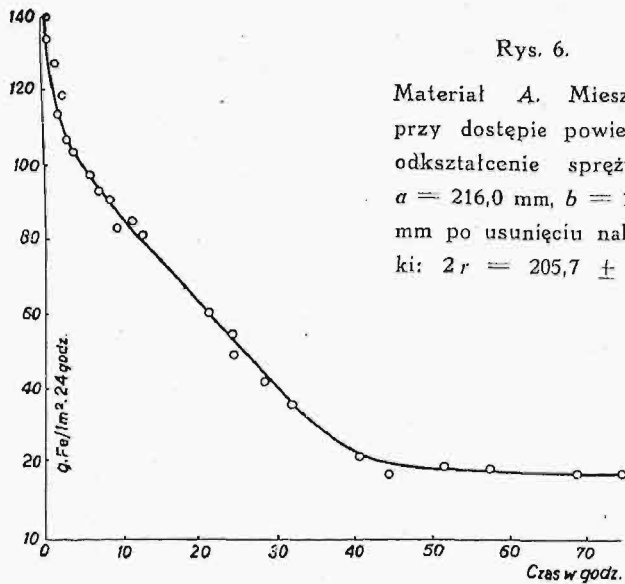
Rys. 5.

Materiał A. Mieszanie przy dostępie powietrza, pierścień nieodkształcony; $2r = 206 \pm 0,2$ mm.



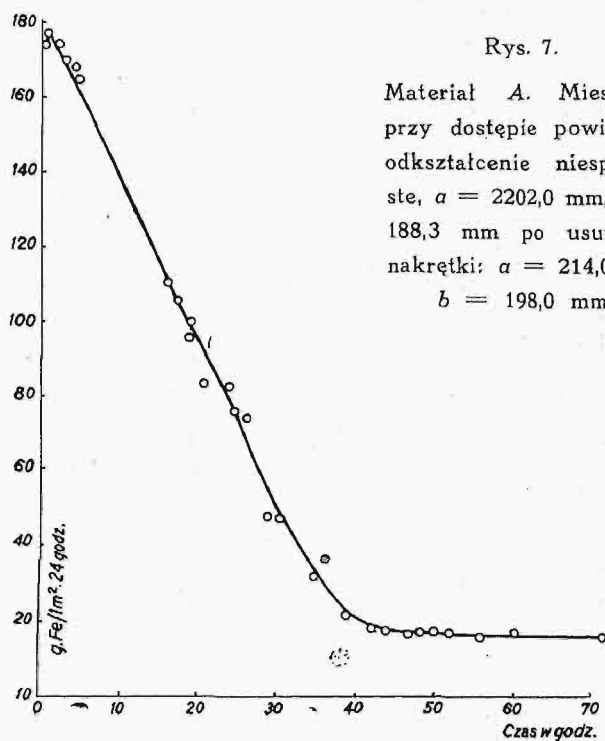
Rys. 6.

Materiał A. Mieszanie przy dostępie powietrza, odkształcenie sprężyste; $a = 216,0$ mm, $b = 191,0$ mm po usunięciu nakrętki; $2r = 205,7 \pm 0,3$.



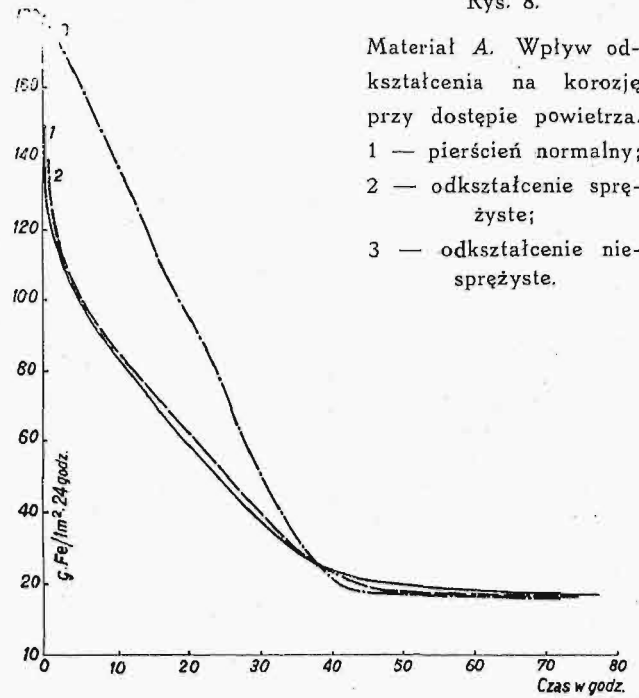
Rys. 7.

Materiał A. Mieszanie przy dostępie powietrza, odkształcenie niesprężyste, $a = 2202,0$ mm, $b = 188,3$ mm po usunięciu nakrętki; $a = 214,0$ mm, $b = 198,0$ mm.



Rys. 8.

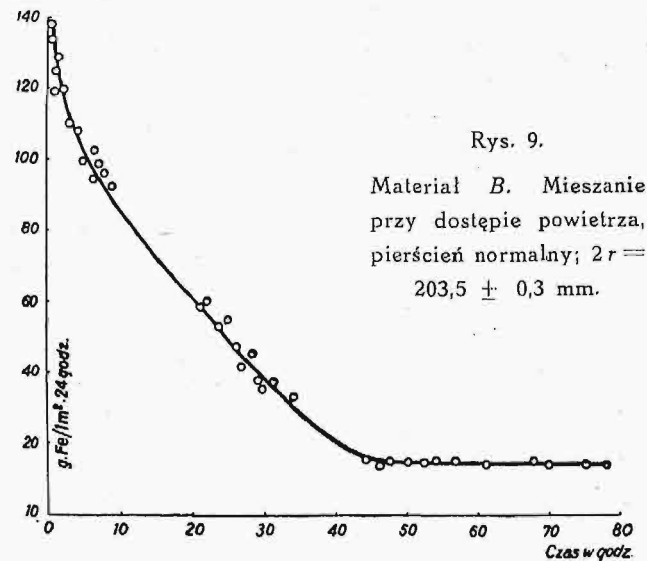
Materiał A. Wpływ odkształcenia na korozję przy dostępie powietrza. 1 — pierścień normalny; 2 — odkształcenie sprężyste; 3 — odkształcenie niesprężyste.



Rys. 9—12 obejmują wyniki analogicznych badań dla pierścieni z materiału B,

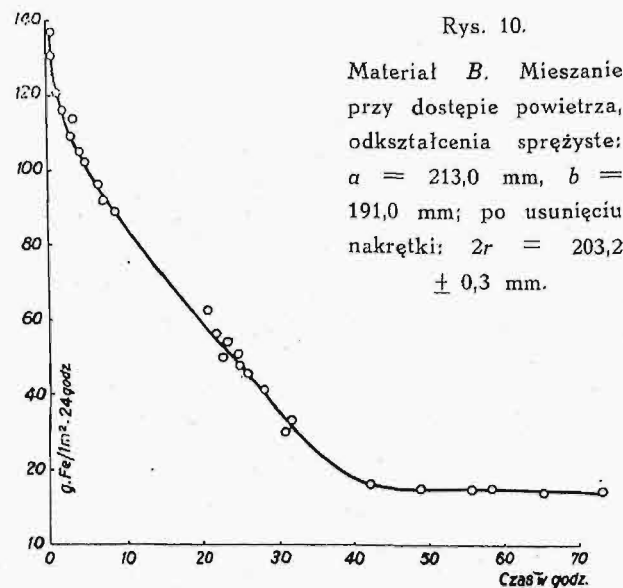
Rys. 9.

Materiał B. Mieszanie przy dostępie powietrza, pierścień normalny; $2r = 203,5 \pm 0,3$ mm.

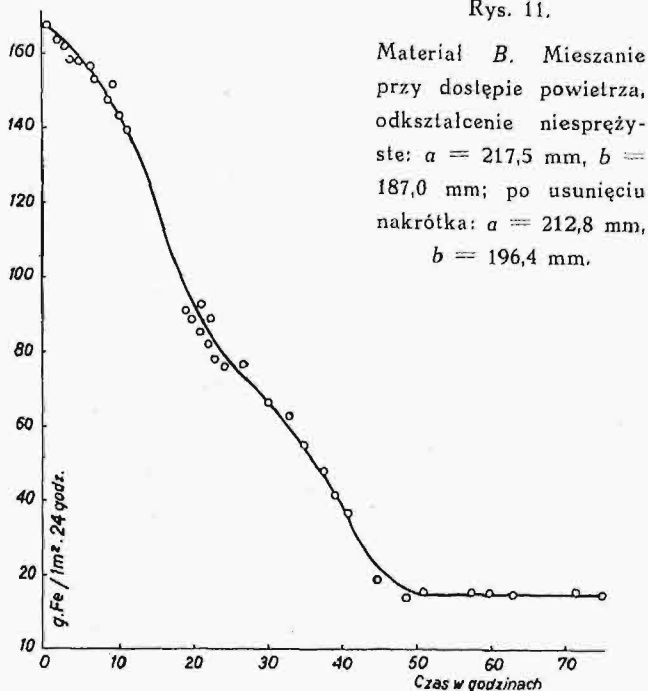


Rys. 10.

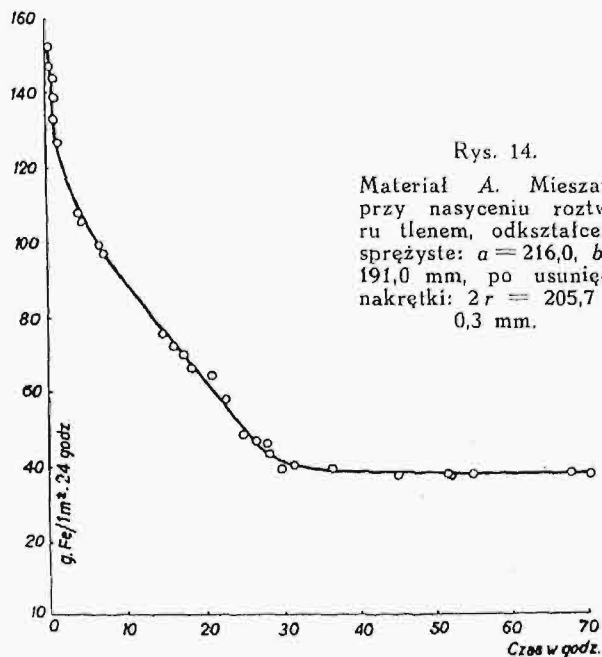
Materiał B. Mieszanie przy dostępie powietrza, odkształcenia sprężyste; $a = 213,0$ mm, $b = 191,0$ mm; po usunięciu nakrętki; $2r = 203,2 \pm 0,3$ mm.



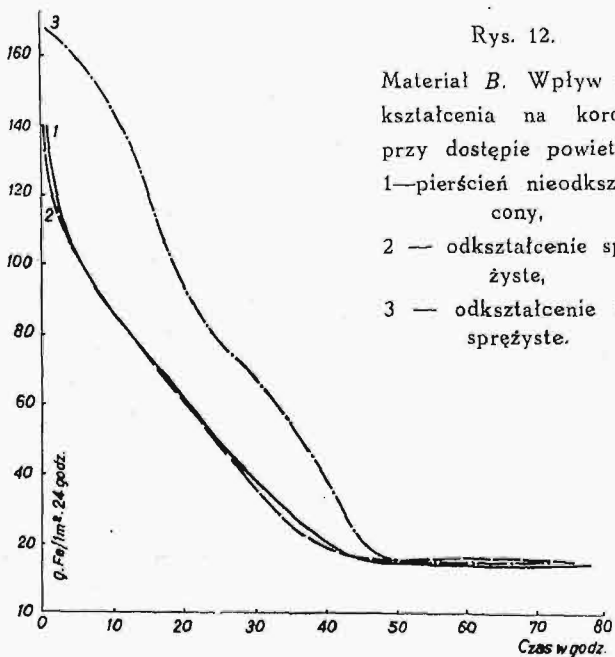
Rys. 11.



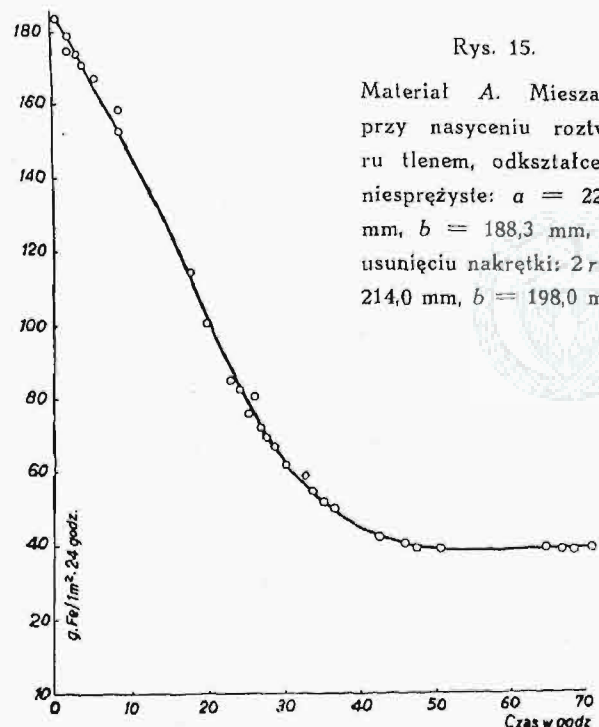
Rys. 14.



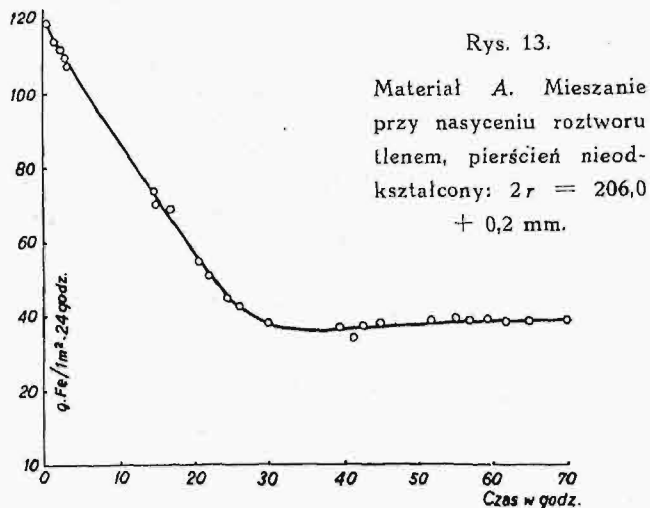
Rys. 12.



Rys. 15.



Rys. 13.

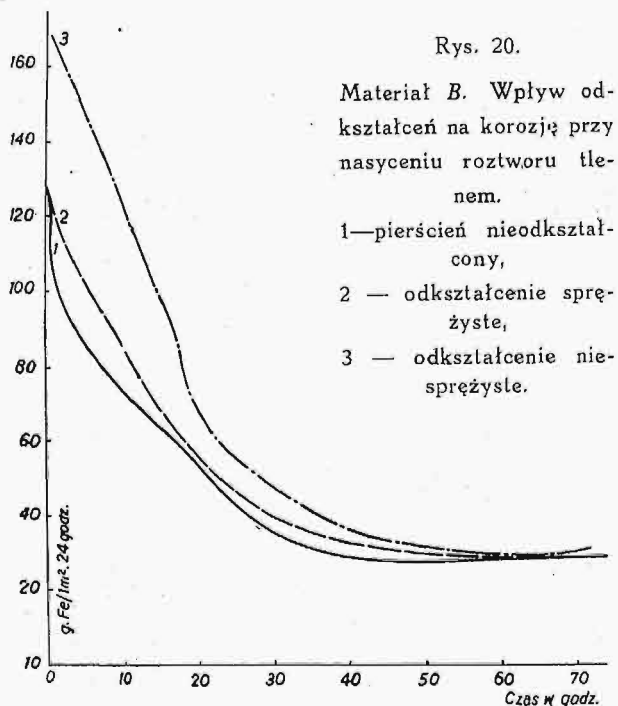
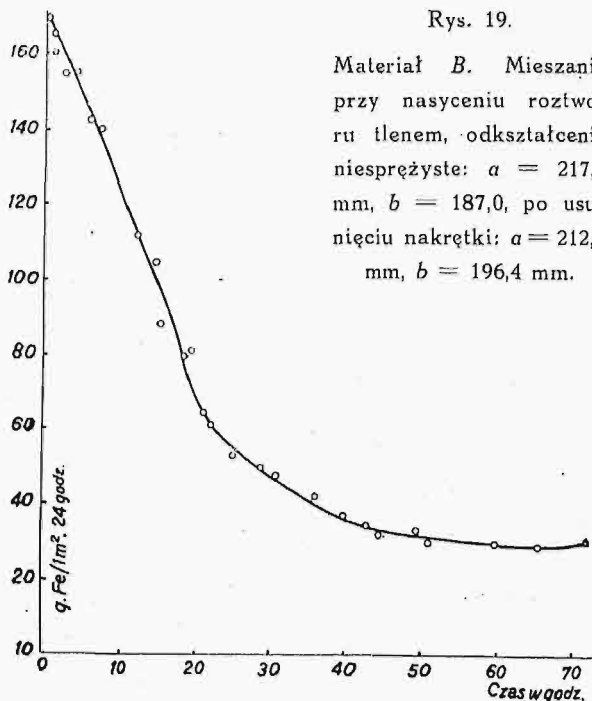
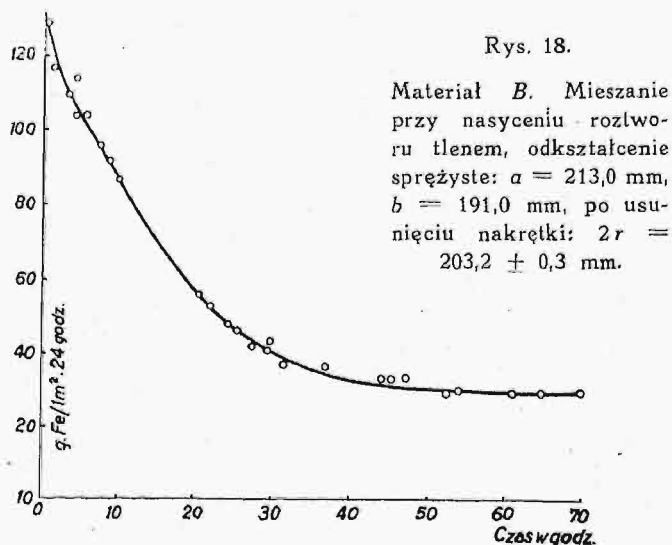
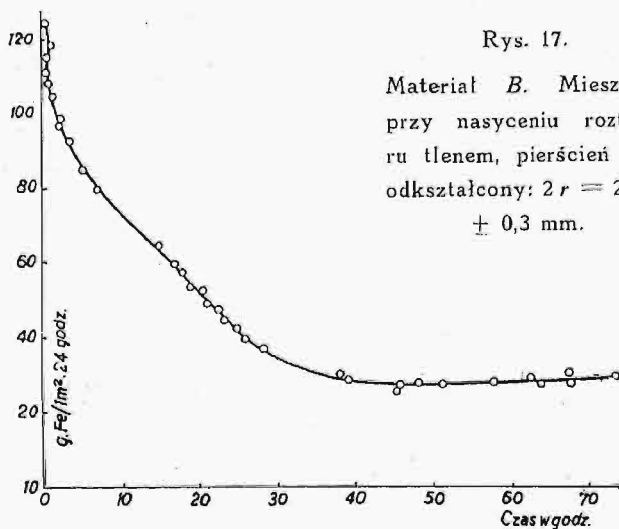
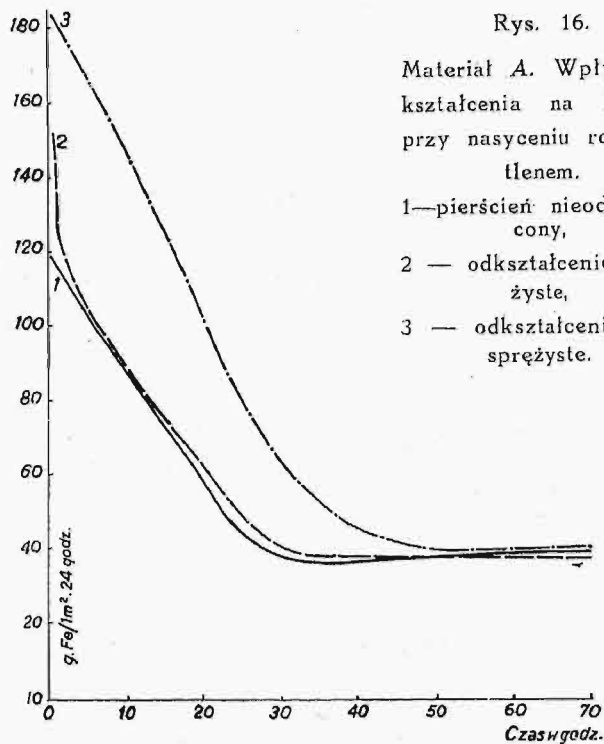


kwasu siarkowego, działającego na żelazo, szczególnie wyraźnie widać zależność szybkości korozji od odkształceń w kwasie i brak jakiegokolwiek wpływu tychże po wyczerpaniu się kwasu, t. j. po osiągnięciu $P_H > 4$.

Rys. 13—16 zawierają dane doświadczalne dla wpływu odkształceń sprężystych i niesprężystych na szybkość korozji rur z materiałów A i B w roztworze 0,01n. H_2SO_4 nasycionym tlenem.

Wnioski.

- 1) Odkształcenia statyczne nie wpływają na szybkość korozji rur stalowych w ośrodkach słabo agresywnych dla żelaza o takim stopniu kwasoty, jaka może występować w naturalnych wodach ($P_H \geq 4$).
- 2) Odkształcenie statyczne przyspieszają korozję rur stalowych w ośrodkach kwaśnych ($P_H = ok.$



a więc w warunkach, jakie w praktyce wodociągowej nie zachodzą.

3) W zawieszinie kwasów humusowych odkształcenia nie wpływają na szybkość korozji rur wodociągowych, jeśli płyn nasycony jest powietrzem, przyspieszają natomiast nieznacznie korozję przy nasyceniu cieczy czystym tlenem, co nie może zachodzić w warunkach naturalnych.

4) wysuwane twierdzenia o szkodliwym wpływie odkształceń statycznych na korozję rur stalowych, poddanych równoczesnemu działaniu rozcieńczonych elektrolitów w przybliżeniu obojętnych, mają swe źródło w niedopuszczalnym uogólnianiu wyników osiągniętych w silnie agresywnych ośrodkach na warunki zupełnie odmienne, w jakich rury pełnią pracę.

2,2) oraz w ośrodkach silnie agresywnych dla żelaza, np. w roztworach o dużym stężeniu soli przy równoczesnej obecności wody utlenionej i t. p.,

Inż. K. KORNFELD

620.17 + 621.3.03:669.14

Metoda elektromagnetycznego wykrywania pęknięć w stali

Po stwierdzeniu przez Roux¹⁾ możliwości zastosowania ferromagnetyzmu do wykrywania pęknięć w stali opracowano w ciągu kilku lat tę metodę o tyle dobrze technicznie, że zyskała sobie ona powszechne zastosowanie. Szczególnie chętnie i szeroko stosuje się elektromagnetyczne wykrywanie pęknięć w lotnictwie, budowie samochodów i przemyśle komunikacyjnym.

Jeżeli linie sił magnetycznych natrafiają podczas przenikania przez ciało ferromagnetyczne na punkt o mniejszej przenikliwości, wtedy doznają odchylenia. Jeżeli pokryjemy namagnesowany przedmiot proszkiem magnetycznym²⁾, np. drobnymi opiłkami, lub sproszkowanym magnetytem³⁾, wtedy proszek magnetyczny będzie skupiał się na miejscach przerwy, aby umożliwić przejście linii sił jak najkrótszą drogą. Ażeby linie sił zostały odchyłone, trzeba, aby przerwa przewodności posiadała jakiś poważniejszy wymiar w kierunku prostopadłym do przebiegu linii sił. Rys. 1 ilustruje wpływ⁴⁾ kierunku przerwy na



Rys. 1. Wpływ przerw masy ferromagnetycznej na kierunek przebiegu linii sił.

zmianę kierunku linii sił, przebiegających przez żelazo. Jak z rys. 1 wynika, jest rzeczą konieczną, badając przedmiot w polu magnetycznym, zmieniać położenie przedmiotu, aby linie sił przebiegały za każdym razem w innym kierunku i umożliwiły osadzenie się proszku magnetycznego na miejscu występowania wady.

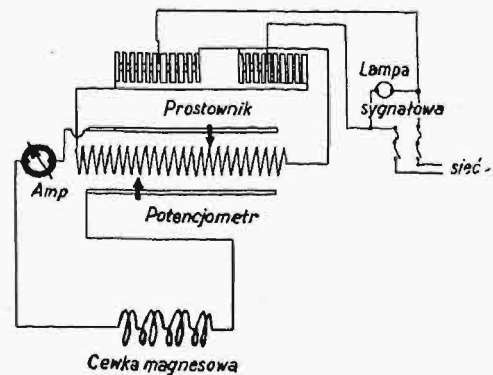
Warunkiem powodzenia wykrywania rys sposobem elektromagnetycznym jest stworzenie tak silnego pola, aby dalsze nasycenie magnetyczne było niemożliwe i aby przerwa w ciele ferromagnetycznym zmuszała linie sił do wyjścia poza przedmiot badany. Jeżeli przerwa przewodności magnetycznej leży pod powierzchnią badanego przedmiotu ferromagnetycznego, wtedy następuje zagęszczanie linii sił w samym przedmiocie i bardzo często tak mało linii sił wydostaje się na powierzchnię przedmiotu, że nie można wyciągnąć pewnych wniosków co do powodów zjawiska. Uzmysłowienie wpływu głębokości, na jakiej występuje wada, na siłę zjawisk na powierzchni ułatwia rys. 2.



Rys. 2. Wpływ głębokości występowania przerwy na zagęszczeniu linii sił na powierzchni.

Ważną okolicznością, od której zależy jasność obrazu, uzyskanego podczas elektromagnetycznego wykrywania pęknięć, jest wielkość i ruchliwość proszku magnetycznego. Pierwotnie używane opiłki żelazne, względnie pył, zbierany na szlifierniach były zbyt grube. Zastosowanie pyłu żelaznego w postaci żelaza, otrzymanego z rozpadu karbonyłu żelazowego, doprowadziło do pomysłnych wyników dopiero wtedy, kiedy wykorzystano duże napięcie powierzchniowe pomiędzy olejem mineralnym, a pyłem żelaznym do stworzenia emulsji. Taki „atrament” do wykrywania pęknięć umożliwiał łatwe doprowadzenie magnetycznych części w miejsca, gdzie linie sił zagęszczają się i zatrzymywanie ich na miejscu. Czarny „atrament” jest zawiesiną żelaza karbonylowego w naftcie z niewielką domieszką cięższych olejów i ewentualnie perfumującym dodatkiem nitrobenzolu. Do wykrywania pęknięć na powierzchniach utlenionych, ciemnych, stosuje się czerwony „atrament” w postaci zawiesiny magnetycznego tlenku żelaza (Fe_3O_4), otrzymanego drogą utleniania żelaza karbonylowego lub przez odpowiednie przepaźanie strącanego drogą chemiczną z roztworów wodorotlenku żelazowego.

Potrzebne do wykrywania pęknięć pole magnetyczne można wytworzyć kilkoma sposobami, a od sposobów tych zależy dalej sposób badania. Pierwotny sposób polegał na umieszczeniu przedmiotu pomiędzy biegunami silnego elektromagnetycznego pola magnetyczne wzbudzano niewielkim prądem, najczęściej 3—5 amp, stosując wokół rdzenia dużą cewkę wzbudzącą, wytwarzającą pole rzędu kilkudziesięciu tysięcy gausów. Schemat takiego aparatu podano na rys. 3. Zazwyczaj są



Rys. 3. Schemat aparatu do wykrywania pęknięć za pomocą elektromagnesu.

to aparaty na prąd stały, lub jednokierunkowo zmienny, pulsujący, najczęściej z przełączaniem biegunów cewki wzbudzającej, co umożliwia odmagnesowanie przedmiotu badanego po próbie. W przypadku części o skomplikowanym kształcie może czasem odmagnesowanie przez kilkakrotną zmianę kierunku słabego pola nie wystarczyć, to też zaleca się odmagnesowywanie w specjal-

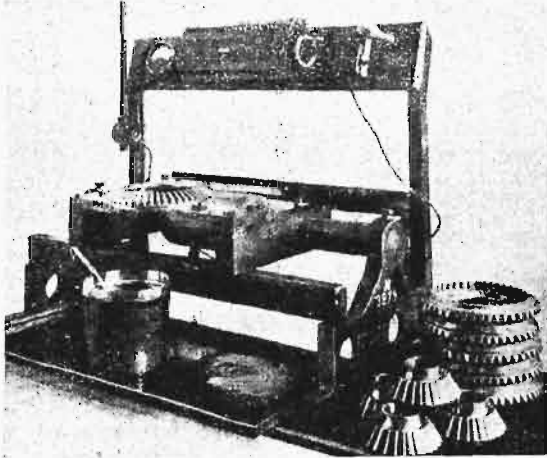
¹⁾ Roux, Revue de Soudure autogène, 19 (1927) Nr. 165.

²⁾ A. V. de Forest, The Iron Age 9 (1931) str. 1594.

³⁾ A. V. de Forest, The Iron Age 13 (1935) str. 18.

⁴⁾ R. Berthold, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 79 (1935) str. 477.

nym przyrządzie tych zwłaszcza części, które przez gromadzenie na sobie pyłu żelaznego grożą zatarciem. Dużą wadą aparatu tego typu, jaki przedstawiono na rys. 4, stanowi ciężar jarzma



Rys. 4. Aparat „Magnaflux” do wykrywania pęknięć za pomocą elektromagnesu.

elektromagnesu i rozproszenie pola magnetycznego, szczególnie w tym przypadku, gdy styki z biegunami magnesu są małe ze względu na nieregularny kształt przedmiotu. Inna wada zastosowania elektromagnesu polega na trudności poszukiwania podłużnych pęknięć na dłuższych wałkach, czy prętach stalowych. Jak z rys. 1 wynika, można takie pęknięcia wykrywać tylko na długościach, odpowiadających szerokości biegunów magnesu. Jest rzeczą jasną, że badanie dłuższych prętów na wzdlużne pęknięcia taką metodą byłoby bardzo żmudne, o ile w ogóle nie wyklucone.

Pęknięcia i skazy wzdlużne należą do najczęstszych w materiale walcowanym i ciągnionym. a często decydują o zniszczeniu części. Szczególnie łatwo pękają sprężyny, męcząc się wskutek obecności wad wzdlużnych. Na rys. 5 przedsta-



Rys. 5. Złom zmęczeniowy sprężyny, biorący początek od wzdlużnego pęknięcia.

wiono złom zmęczeniowy sprężyny, pracującej pod obciążeniem zmiennym, ściskającym, a z fotografii widać, że początek zmęczenia wyszedł z niezbyt nawet głębokiej rysy wzdlużnej. To też w pierwszym rzędzie do badania sprężyn zastosowano inną zasadę elektromagnetyczną. Wokół

przewodu, przez który płynie prąd, powstaje pole magnetyczne, skierowane wg. reguły *Ampèra*. Pole to jest proporcjonalne do prądu przepływającego, a jeżeli przewodnik jest ferromagnetyczny, linie sił zagęszczają się w tym przewodzie, wychodząc na zewnątrz tylko tam, gdzie są przerwy, ponieważ zaś pole ma kierunek równoległy do obwodu przewodu, przeto najlepiej uwidoczniają się przerwy, leżące na powierzchni równoległe do osi przewodu. Sposób ten ma jedną zasadniczą wadę: pracuje b. dużymi natężeniami prądu, bo skuteczność jego jest najlepsza, gdy gęstość prądu wynosi 500—3000 A/cm² i gdy gęstość prądu jest tym większa, im mniejszy przekrój. W praktyce oznacza to prace natężeniami 300—2000 A (Napięcie 4—6 wolt) i silne nagrzewanie się badanych przedmiotów, jeżeli czas przepuszczania prądu jest dłuższy od kilku do kilkudziesięciu sek., zależnie od natężenia prądu i oporu badanej części. W związku z nagrzewaniem się, zastosowano w praktyce kilka sposobów badania, opartych na „polu własnym” ciała badanego. Pierwszy ze sposobów polega na na-

Rys. 6.

Aparat „Magnaflux” do wykrywania pęknięć na sprężynach za pomocą namagnesowania przez przepływ prądu.



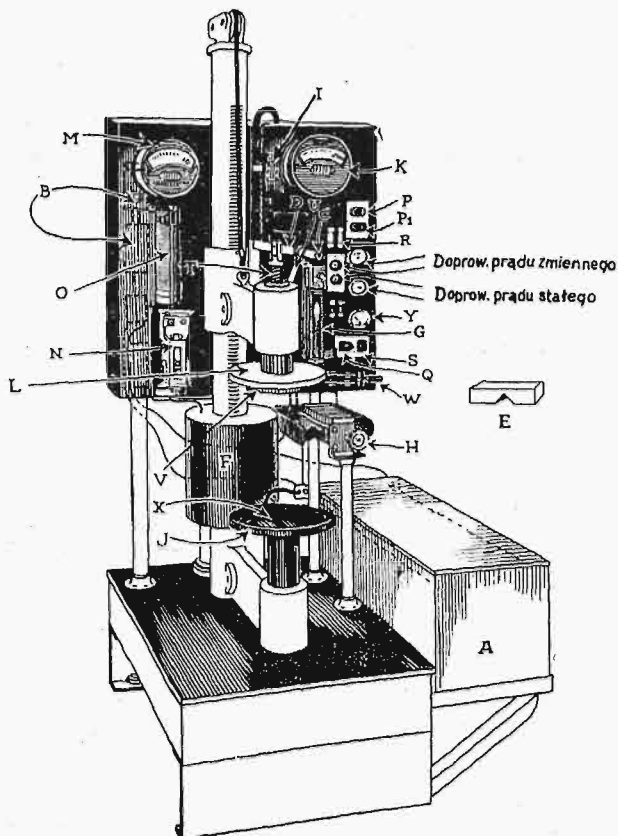
magnesowaniu np. sprężyny na aparacie, jak na rys. 6, gdzie dociśnięcie dźwigni górnego styku do badanej sprężyny włącza tym samym prąd, uprzednio dla danego rodzaju sprężyn nastawiony opornikiem regulującym. Zdjęta z tego aparatu (na prąd stały) sprężyna jest trwale namagnesowana⁵⁾ i ma pole szczątkowe, skierowane zgodnie z wzbudzeniem przez prąd aparatu. Sprężynę posypuje się specjalnym proszkiem magnetycznym (ewentualnie, gdy sprężyna ciemna — sproszkowany stop *Häusslera*) i dzięki magnetyzmowi szczątkowemu można łatwo zaobserwować skupienia proszku wzdluż pęknięć.

Inny sposób, oparty na tej samej zasadzie, polega na zanurzeniu sprężyny namagnesowanej w dobrze skłóconej zawieszynie proszku magnetycznego w nafcie, czyli w tak zwanym „atramencie” magnetycznym.

Podobne przyrządy, jak do badania sprężyn, lecz o większym natężeniu prądu stałego stosuje się też i do badania większych części. Tak np. *Wright Aeroplane Co.* stosuje aparat pokazany na rys. 7 do badania całego szeregu części, między innymi

⁵⁾ J. C. Erickson, *The Machinist* 1937.

wszystkich korbowodów, wałków, osi itp. Aparat ten ma podwójne działanie. Prąd 110 V z sieci przechodzi przez prostownik *B* i cewkę *F*, magnesując całe jarzmo przyrządu, to znaczy *X*, *J*,



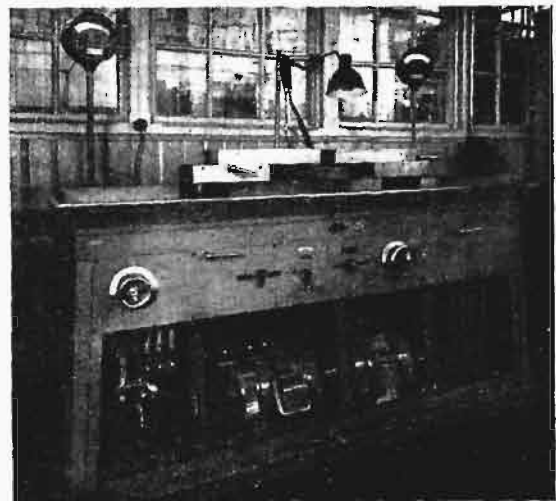
Rys. 7. Aparat „Magnaflux” do wykrywania pęknięć za pomocą elektromagnesu i przepływającego prądu.

L. Wstawiając badany przedmiot pomiędzy styki *X* i *J* magnesujemy go, wytwarzając pole skierowane od *L* ku *J*. Prostownik *B* służy równocześnie do ładowania baterii akumulatorów *A*, połączonej z miedzianymi stykami, umieszczonymi na płytach *L* i *J*. Przedstawiając przedmiot na płyty miedziane (wystarczy podłożenie gęstej siatki miedzianej pod przedmiot) i włączając prąd z baterii akumulatorów otrzymujemy linie sił magnetycznych w postaci kół współśrodkowych o środkach na osi *L—J*, a zatem w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny pól, wytworzonych przez elektromagnes⁶⁾. W ten sposób można na tym samym przyrządzie badać natychmiast po sobie dwukrotnie ten sam przedmiot, mając możliwość wykryć pęknięcia we wszystkich kierunkach.

Nie zawsze jednak wystarcza magnetyzm szczątkowy, zwłaszcza, jeżeli poszukiwać trzeba małych wad na dużych przedmiotach, w których pole pierwotne magnetyczne jest słabe, ze względu na mniejsze nasycenie. Nawet do badania sprężyn trzeba zastosować silniejsze pola, jak szczątkowe, gdy sprężyny są n. p. kadmowane, lub pokrywane parkolakiem. To też *f*-ma *Aeroplan Co. Bristol*⁷⁾ stosuje do badania sprężyn przy-

rzęd, który umieszcza się wraz z badaną sprężyną w zbiorniku z „atramentem magnetycznym”, poczem włącza się na przeciąg kilku sekund prąd i wyjmuje przyrząd pod prądem ze zbiornika, wyłączając natychmiast po wyjęciu prąd. Dzięki działaniu silniejszego pola magnetycznego uzyskuje się bardzo wyraziste obrazy wad nawet na sprężynach dość grubo pokrytych warstwą ochronną. W przyrządzie *f*-my *Bristol* można stosować zarówno prąd stały, jak i zmienny, przy czym w ostatnim wypadku unika się trwałego namagnesowania sprężyny.

Przez zastosowanie prądu zmiennego o średniej lub wysokiej częstotliwości do wytworzenia pola magnetycznego osiąga się większe zagęszczenia prądu, a z nim i pola magnetycznego na powierzchni przedmiotu badanego. Przez zagęszczanie się prądu szybkozmiennego na powierzchni badanego przedmiotu można w przypadku prądu szybkozmiennego pracować ok. 2—3 razy mniejszym natężeniem, jak w przypadku prądu stałego. Rzecz oczywista, że podobnie, jak w opisanych przyrządach, pracujących na prądzie stałym, można połączyć badanie za pomocą elektromagnesu z badaniem przez pole wzbudzone przepływem prądu w jednym przyrządzie. Przyrząd taki przedstawia rys. 8. Działanie jego jest analogiczne, jak przyrządu z rys. 7, z tym, że bada się materiał pod przepływem prądu, a że prąd jest słabszy, można go dłużej przepuszczać przez badany przedmiot bez obawy zbytowego nagrzania. Badany przedmiot polewa się z przewodu zasilanego przez pompkę „atramentem”, a dzięki łatwej obsłudze końcówki węża, można szybko przedmiot oblać. Poziome położenie badanej sztuki ułatwia oblewanie przedmiotu, a ściekający nadmiar „atramentu” spływa do zbiornika, skąd sse go znów pompa.



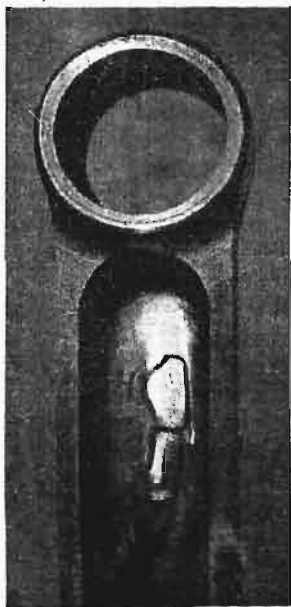
Rys. 8. Aparat „Ferroskop-Ferroflux” *f*-my *E. Heubach* do wykrywania pęknięć za pomocą magnesu i przepływającego prądu zmiennego.

Jak dalece elektromagnetyczne wykrywanie pęknięć przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania wyrobów, może ocenić tylko ten, kto w praktyce spotkał się z tym sposobem pracy i to w dłuższym użytkowaniu. Opisywanie poszczególnych przypadków nie daje

⁶⁾ *F. C. Rathbone*, *Mechanical Engineering* 59 (1937) str. 147/52.

⁷⁾ *The Production of Bristol „Pegasus” & „Mercury” Engines*, Reprinted from „*Machinery*”, *Mechanical Publication Co.*, 52/54 High Holborn, London WC 1.

niestety obrazu codziennego zastosowania elektromagnetycznego wykrywania pęknięć, zwłaszcza, że przykłady zawsze zależą od wytwórni, w której dane spostrzeżenia poczyniono. Ze względu na bardzo różne możliwości zastosowania, ograniczymy się do bardzo niewielu przykładów.

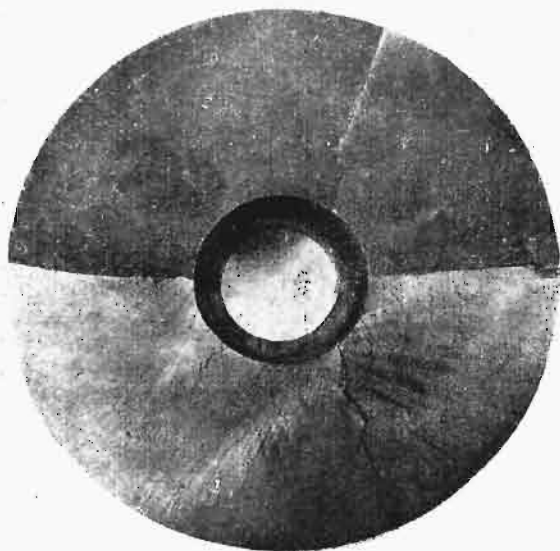


Rys. 9.

Pęknięcie na korbowodzie po badaniu elektromagnetycznym i po starciu skupienia proszku magnetycznego.

Rys. 9 ilustruje korbowód pęknięty na przestrzeni obwiedzionej kredą. Na przestrzeni dolnej nie starto proszku magnetycznego, natomiast na przestrzeni obok litery W wymazano obraz elektromagnetyczny gałgankiem. Rys. 9 stanowi bardzo przekonujący dowód ułatwienia kontroli przez elektromagnetyczne wykrywanie pęknięć.

Trawienie znacznie słabiej uwidocznia pęknięcia, pomijając już fakt, że głębsze trawienie niszczy przedmiot, a na wielu przedmiotach w ogóle

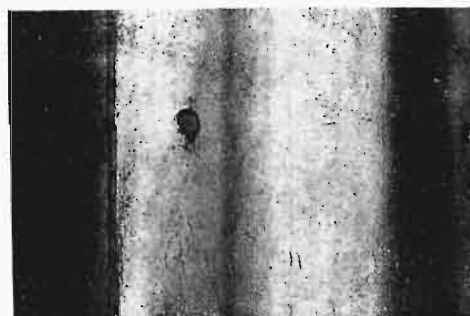


Rys. 10 Porównanie wyrazistości pęknięć po głębokim trawieniu i po ujawnieniu elektromagnetycznym.

trawienia nie można zastosować. Rys. 10 zestawia obok siebie cztery części spękanego podczas szlifowania krążka, z których dwie poddano tra-

wieniu, zaś dwie części badano elektromagnetycznie. Pomimo bardzo głębokiego trawienia, któreby dobrą część doprowadziło do wybrakowania, pęknięcia są ledwie widoczne, szczególnie na mniejszym kawałku krążka, natomiast po elektromagnetycznym sprawdzeniu nawet niewielki szczątkowy magnetyzm utrzymuje opiłki na pęknięciach, tak silnie, że trudno je zetrzeć gałgankiem, jak to widać na większym kawałku nietrawionej połowy krążka.

Bardzo duże usługi oddaje elektromagnetyczne badanie pęknięć w przypadku wykrywania pęk-



Rys. 11. B. drobne pęknięcia szlifierskie, wykryte elektromagnetycznie.

nięć szlifierskich, tak często powodujących wyłuszczenie się powierzchni elementów szybkobieżnych. Charakterystyczny obraz pęknięć szlifierskich, zupełnie niewidocznych pod powiększeniem dziesięciokrotnym, a łatwo zauważonych po sprawdzeniu elektromagnetycznym, przedstawiono na rys. 11.

W trudno dostępnym miejscach, gdzie obserwacja przez lupę jest niemal niemożliwa, wykrywanie pęknięć jest możliwe tylko drogą elektromagnetyczną. Tak drobne i schowane na kołnierzu pęknięcia, jak n. p. rys. 12, usuwają się z pod uwagi kontroli, jeżeli badanie elektromagnetyczne nie należy do metod, stosowanych w wytwórni.

Jeszcze jeden przykład podano na rys. 13. Dotyczy on pęknięć długości 3—5 mm, a szerokości poniżej 0,01 mm we wnętrzu tulei o średnicy kilkudziesięciu milimetrów i długości dwukrotnie większej od średnicy, przy czym pęknięcia wystę-

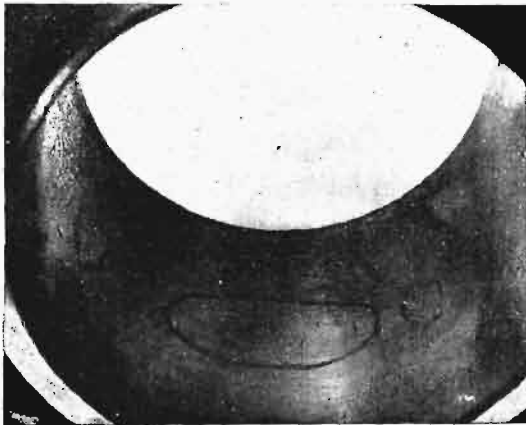


Rys. 12. Drobne pęknięcia w miejscu trudnym do obserwacji.

powąły mniej więcej w połowie długości, a więc w miejscu b. trudnym do obejrzenia. Po rozcięciu tulei okazało się, że tylko z trudem udaje się dojrzeć obecność pęknięć na polerowanej powierzchni i dopiero przy powiększeniu 20-krotnym można było z pewnością stwierdzić, że są to pęknięcia.

Niestety, elektromagnetyczny sposób wykrywania pęknięć posiada także i pewne wady, wymagające doświadczenia i zrozumienia zabiegu przez osoby,

powołane do opiniowania badanych przedmiotów. A więc przede wszystkim — wykrywa się elektromagnetycznie nie tylko wady materiału, takie, jak pęknięcia, rysy, żużle i wtrącenia niemetaliczne, ale i wszystkie inne usterki, powodujące zmian rozkładu linii sił, czy nasycenia magnetycznego. A do tych usterek należą — silnie włóknista budowa materiału, obecność pasm o mniejszej przenikliwości



Rys. 13. B. drobne pęknięcia we wnętrzu tulei, wykryte elektromagnetycznie.

magnetycznej, np. węglików chromu lub wolframu, ewentualnie pasm bogatych w austenit, a są to zjawiska w stali, szczególnie narzędziowej, dość częste i stali dobrze zahartowanej nie dyskwalifikują. Inną kategorię stanowią niewinne uszkodzenia mechaniczne, często nawet przemijające naprężenia. Zgniot na zimno powoduje wzrost przenikliwości magnetycznej, to też w lokalnie zgniecionej stali pojawiają się w miejscach zgniecionych silniejsze pola magnetyczne i powodują skupienia się opiłków, jak na miejscach z wadami. Obraz wady wykrytej elektromagnetycznie można wytworzyć sztucznie, przez naprężanie przedmiotów podczas badania elektromagnetycznego⁸⁾. Pociągnięcie rysikiem z materiału magnetycznego, a szczególnie takie „zarysowanie” tęym ostrzem magnetycznym twardej stali powoduje lokalne namagnesowanie się, które można wykazać przez polanie przedmiotu „atramentem magnetycznym”. Bardzo silne magnesowanie, zwłaszcza kilkakrotne, połączone ze zmianianiem kierunku pola i polewanie z pompy b. sil-

⁸⁾ O. Holt Schmidt, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 81 (1937) str. 862/4.

Inż. T. KOZŁOWSKI

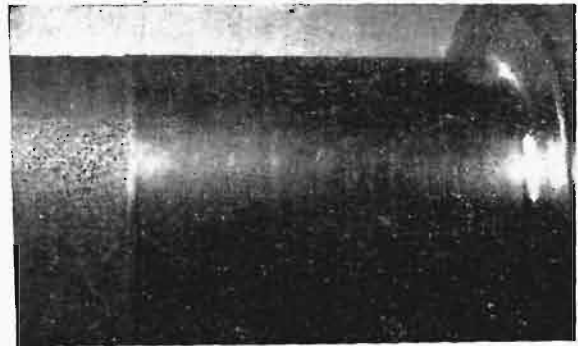
Wieża szybowa kopalni „Dorota” koło Sosnowca

W r. 1937 Zakłady Ostrowieckie zaprojektowały, wykonały w warsztatach i zmontowały wieżę szybową dla kopalni „Dorota” (Zagłębie Dąbrowskie — Kazimierz).

Ponieważ polska literatura techniczna zawiera bardzo skąpe dane, dotyczące konstrukcji budynków i urządzeń górniczych, postaramy się opisać w niniejszym artykule możliwie treściwie typ konstrukcji, sposób obliczenia i sposób przeprowadzenia montażu wyżej wymienionej wieży.

Wykonana wieża jest wieżą systemu *Koepogo*.

nym strumieniem „atramentu” podczas silnego namagnesowania, pozwalają często uniknąć pomyłek w ocenie obrazu. Rys. 14 podaje przykład obrazu wady w postaci skupienia proszku magnetycznego o kształcie, nie znajdującym logicznego uzasadnienia. Okazało się, że przedmiot przesunięto po jarzmie elektromagnesu do badania pęknięć. Po kilkunastu godzinach zjawisko się nie powtórzyło. Bardzo często można się drogą wysezonowania pozbyć fałszywych obrazów wad, jakkolwiek czasem dopiera wygotowanie w ciągu kilkunastu godzin we



Rys. 14. Wytworzenie obrazu pęknięcia na miejscu odkształconym przez uderzenie.

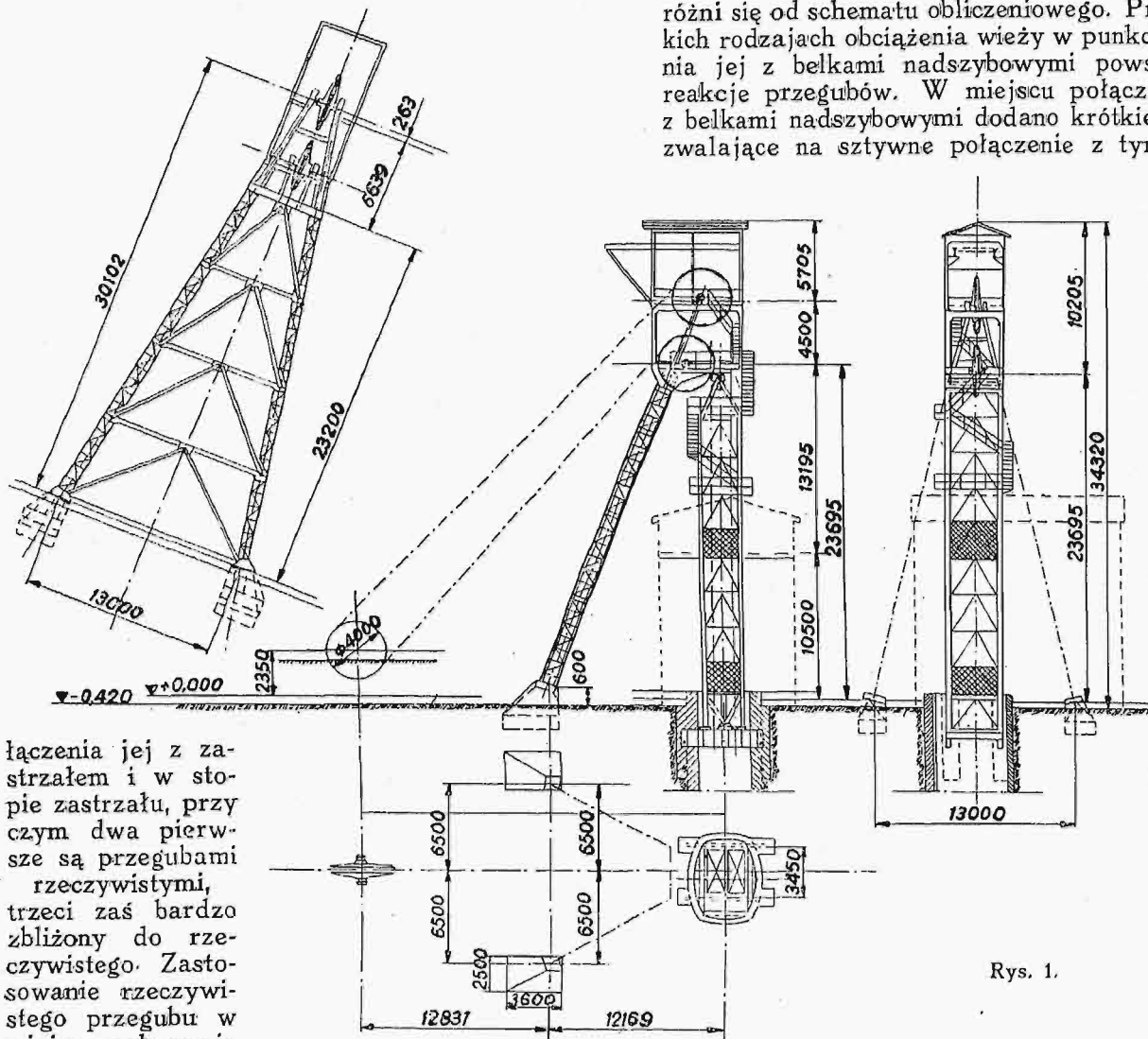
wrzącej wodzie lub w oleju o temp. 120—160° pozwala zatracić lokalny magnetyzm szczątkowy. Trzeba pamiętać o tej właściwości stali szczególnie w przypadku poszukiwania pęknięć na przedmiotach mierzonych sprawdzianami szczątkowymi, gdyż w przypadku przeciągnięcia ciasnym sprawdzianem łatwo o „wykrycie” nie istniejących skaz w postaci podejrzanych wzdłużnych obrazów wad. Przez przeciągnięcie ciałem amagnetycznym, np. rylcem z „Widii”, fałszywych obrazów wad się nie uzyskuje. W przypadkach wątpliwości, kiedy po starciu obrazu wady nie można niczego dostrzec przy 10—40 krotnym powiększeniu dobrze jest naznaczyć miejsce, w którym występuje rzekoma skaza i przedmiot poddać trawieniu, np. 2 min. w 5% HNO₃. Jeżeli trawienie nie wykaże wady, można mieć 90% pewności, że chodzi o lokalne namagnesowanie i ewentualnie wysezonować przedmiot przed powtórным zbadaniem. Wykrywanie wad ukrytych pod powierzchnią udaje się rzadko i tylko w przypadku dużych wad, a wtedy i obraz wady jest przekonująco silny.

622.242.1 (438)

Ogólny wygląd jej i zasadnicze wymiary pokazane są na rys. 1.

Konstrukcja wieży odbiega nieco od wykonywanych dotychczas wież szybowych. Wieża ta składa się, jak zazwyczaj bywa, z właściwej wieży kierowniczej i zastrzału, przy czym i wieża kierownicza i zastrzał zostały zaprojektowane w układzie kratowym i wykonane jako konstrukcja spawana.

Wieżę zaprojektowano jako układ trójprzegubowy o przegubach w miejscu połączenia wieży kierowniczej z belkami nadszybowymi, w miejscu po-



Rys. 1.

łączenia jej z zastrzałem i w stopie zastrzału, przy czym dwa pierwsze są przegubami rzeczywistymi, trzeci zaś bardzo zbliżony do rzeczywistego. Zastosowanie rzeczywistego przegubu w miejscu połączenia

wieży kierowniczej z belkami nadszybowymi stanowi tę właśnie godną zwrócenia uwagi różnicę opisywanej wieży z wykonywanymi poprzednio, do których obliczenia przyjmowano dla uproszczenia układ trójprzegubowy, w rzeczywistości zaś łączono właściwą wieżę kierowniczą z belkami nadszybowymi nie przegubowo, lecz w sposób sztywny. Rozwiązanie takie powodowało pewną rozbieżność pomiędzy schematem obliczeniowym a rzeczywistą pracą konstrukcji wieży pod działaniem ciężaru własnego, obciążenia użytkowego i wiatru. Przy sztywnym bowiem połączeniu wieży kierowniczej z belkami nadszybowymi powstają w miejscu połączenia momenty gnące, których wielkość jest zależna od rodzaju obciążenia. Momenty te przenoszą się przez belki nadszybowe na wyłot szybu, co oczywiście ze względu na materiał, z którego ten wyłot jest zrobiony (cegła lub beton), nie jest pożądane. Konstrukcję wieży należałoby w tym wypadku liczyć jako układ statycznie niewyznaczalny, co przy dużej liczbie rodzajów obciążeń byłoby bardzo uciążliwe. Zastosowanie w miejscu połączenia wieży z belkami nadszybowymi rzeczywistego przegubu usuwa tę trudność. Ponieważ z powodu dużej wysokości słupów zastrzału, połączenie ich stóp z fundamentami przy pomocy śrub kotwowych może być uważane za połączenie przegubowe, rzeczywisty układ wieży jest trójprzegubowy, a więc nie

różni się od schematu obliczeniowego. Przy wszystkich rodzajach obciążenia wieży w punkcie połączenia jej z belkami nadszybowymi powstają tylko reakcje przegubów. W miejscu połączenia wieży z belkami nadszybowymi dodano krótkie pręty pozwalające na sztywne połączenie z tymi belkami

(rys. 1), pręty te jednak mają znaczenie czysto montażowe, o czym zresztą będzie mowa niżej

Wieża szybowa posiada dwa koła linowe o wewnętrznej średnicy 3 690 mm. Koła te są położone jedno nad drugim w płaszczyźnie symetrii wieży. Oś dolnego koła linowego znajduje się na wysokości 23 695 m, oś górnego koła znajduje się o 4,5 m wyżej. Odległość osi wieży kierowniczej od osi dolnych przegubów zastrzału wynosi 12,169 m, rozstaw obu nóg zastrzału — 13,000 m. Poziom wydobywania znajduje się na wysokości 10,500 m.

Przy obliczaniu wieży szybowej uwzględniono następujące obciążenia:

- 1) obciążenie ciężarem własnym,
- 2) " " śniegiem — 60 kg/m^2 ,
- 3) parcie wiatru — 150 kg/m^2 ,
- 4) obciążenie ciężarem ruchomym,

a) przy wydobywaniu:

ciężar klatki z zawieszeniem	— 2500 kg,
ciężar 2 wózków	— 2×500 — 1000 kg,
ciężar 2 ładunków	— 2×1000 — 2000 kg,
ciężar liny	— 1000 kg,

razem — 6500 kg

- b) przy zjeździe ludzi:
 ciężar klatki z zawieszeniem — 2500 kg,
 ciężar ludzi 16×75 — 1200 kg,
 ciężar liny — 1000 kg,
 —————
 razem — 4700 kg.

Obciążenie ruchome przy zjeździe ludzi wynosi więc $\frac{4700}{6500} \times 100 = 72\%$ obciążenia przy wydobywaniu.

Jako siłę zrywającą linę o średnicy 32 mm przyjęto siłę 76 000 kg. Przy takiej sile zrywającej uzyskamy następujący stopień bezpieczeństwa:

- a) przy zjeździe ludzi — $76000/4700=16,2 > 12$ wymaganych przez przepisy bezpieczeństwa,
 b) przy wydobywaniu — $76000/6500=11,7 > 9$ wymaganych przez przepisy bezpieczeństwa.

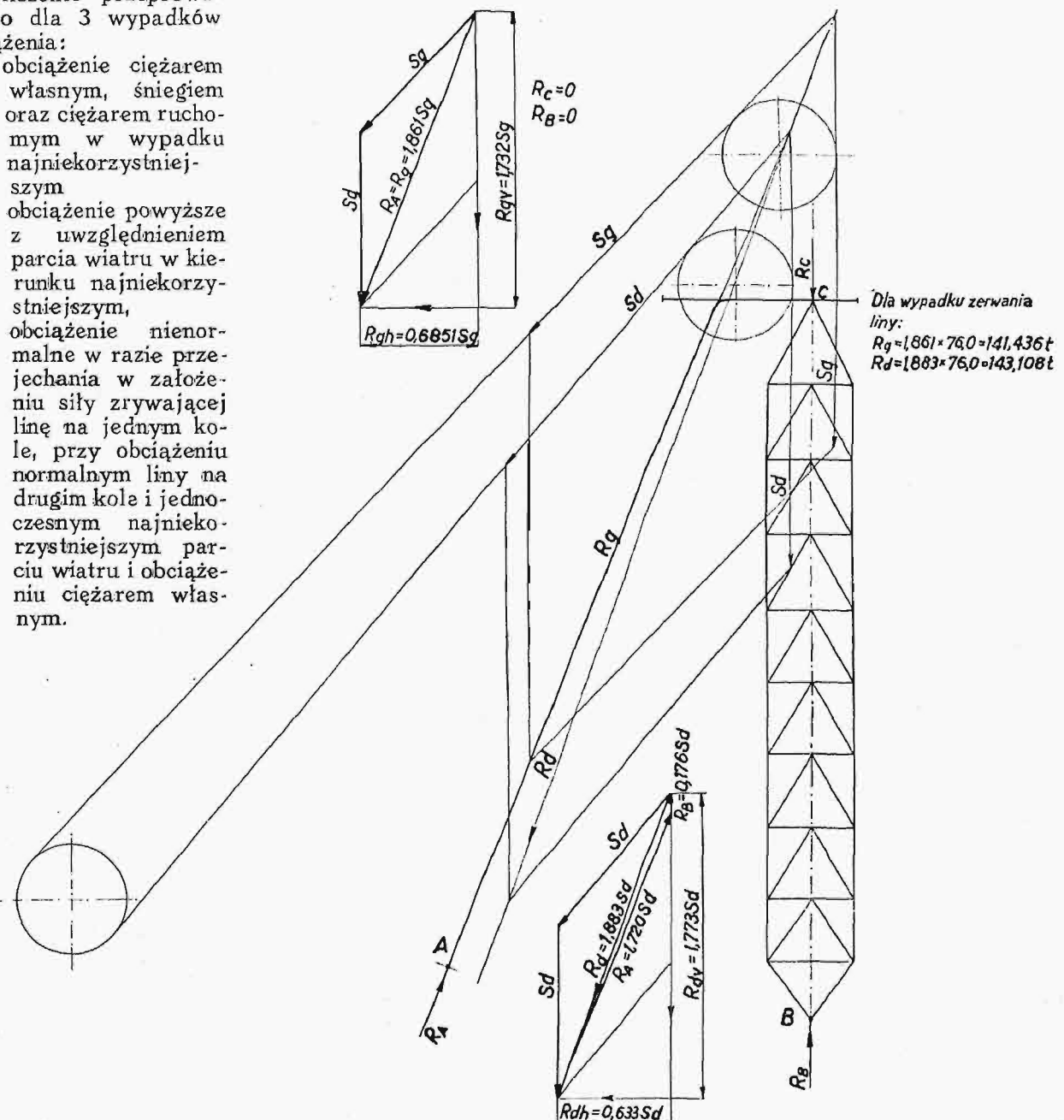
Obliczenie przeprowadzono dla 3 wypadków obciążenia:

- 1) obciążenie ciężarem własnym, śniegiem oraz ciężarem ruchomym w wypadku najniekorzystniejszym
- 2) obciążenie powyższe z uwzględnieniem parcia wiatru w kierunku najniekorzystniejszym,
- 3) obciążenie nienormalne w razie przejechania w założeniu siły zrywającej linę na jednym kole, przy obciążeniu normalnym liny na drugim kole i jednoczesnym najniekorzystniejszym parciu wiatru i obciążeniu ciężarem własnym.

Przy obliczaniu sił od uderzenia spadającej klatki przyjęto obciążenie równe pięciokrotnemu obciążeniu statycznemu.

W braku odpowiednio zróżnicowanych polskich przepisów dotyczących naprężeń dopuszczalnych w konstrukcjach górniczych, przyjęto w obliczeniu za zgodą odpowiednich władz górniczych naprężenia dopuszczalne według przepisów niemieckich dla stali o wytrzymałości 37—44 kg/mm², a mianowicie: dla pierwszego wypadku obciążenia—1200 kg/cm², dla drugiego wypadku obciążenia — $1200 + \frac{1}{6} 1200 = 1400$ kg/cm², dla trzeciego wypadku obciążenia — $1200 + \frac{1}{3} 1200 = 1800$ kg/cm².

Ponadto przy obliczaniu niektórych części wieży wprowadzono odpowiednie współczynniki dynamiczne również według przepisów niemieckich.

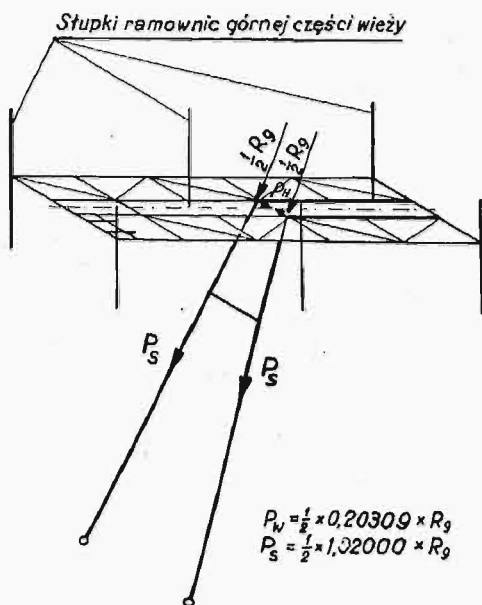


Rys 2.

Jak widać z rys 1, górna część wieży, w której pomieszczone są koła linowe, składa się z dwóch kondygnacji ramownic przestrzennych.

Górna kondygnacja tej części wieży została zaprojektowana jako bardzo lekka konstrukcja, ponieważ przenosi ona tylko obciążenie ciężarem własnym, śniegiem na niewielkiej powierzchni dachu i ciężarem koła linowego, zawieszzonego na wsporniku wystającym z tej ramy, w rzadkich wypadkach wymiany dla naprawy kół.

Schemat statyczny konstrukcji wieży pokazano na rys. 2.

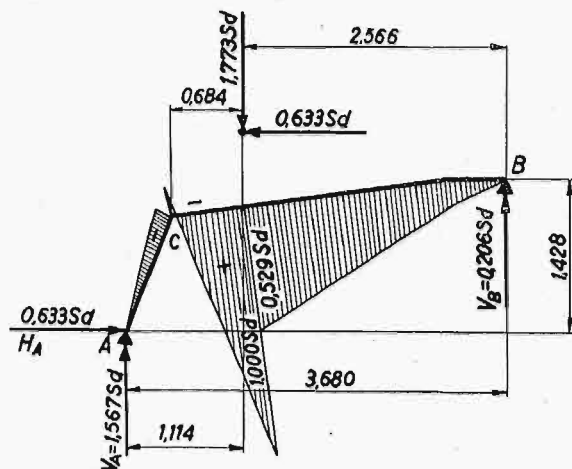


W zależności od tego, czy obciążona jest górna czy dolna lina siłami, które oznaczmy S_g i S_d , otrzymujemy dwie wypadkowe R_g i R_d o różnych kątach nachylenia. Pochylenie zastrzału dobrano w ten sposób, że oś zastrzału pokrywa się z kierunkiem wypadkowej R_g . Uzyskujemy przez to całkowite przeniesienie się wypadkowej naciągu górnego koła linowego na zastrzał w postaci siły osiowej, przy czym sama wieża kierownicza nie doznaje od tej siły obciążenia.



Wypadkowa naciągu dolnego koła linowego, przechodząc wewnątrz układu pomiędzy wieżą kierowniczą a zastrzałem, powoduje zginanie zastrzału.

Dolna kondygnacja górnej części wieży składa się z układu ramownic, przenoszących obciążenie od górnej kondygnacji i z konstrukcji podtrzymującej górne koło linowe. Konstrukcję tę zaprojektowano w postaci dwóch ram półportalowych, przenoszących nacisk od wypadkowej górnego koła, jako siłę ściskającą, na zastrzał wieży. Zastrzały ram półportalowych mają oczywiście kierunek wypadkowej naciągu górnego koła linowego. Ponieważ jednak w kierunku prostopadłym do płaszczyzny kół linowych zastrzały obu tych ram mają kierunek rozbieżny i wypadkowa naciągu górnego koła linowego daje dwie składowe w poziomie górnego pomostu, zaprojektowano dwie specjalne kratownice poziome, przenoszące działanie tych wypadkowych na narożniki ramownic zewnętrznych. Kratownice te pokryte blachą ryflowaną, stanowią równocześnie



podłogę pomostu górnego. Konstrukcja ram półportalowych i wspomniane kratownice poziome pokazane są schematycznie na rys. 3.

Zastrzałom nadano bardzo sztywny przekrój rurowy z dwóch ceowników NP 26, rozporom ram półportalowych — dwuteowy.

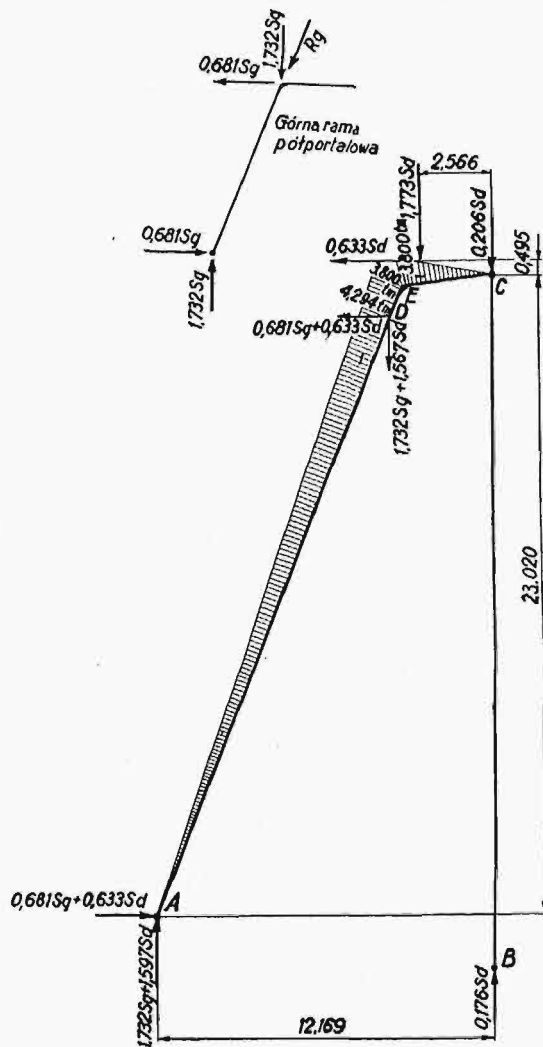
Ramy półportalowe, na których spoczywają łożyska górnego koła linowego, opierają się na dolnych ramach półportalowych.

Ciężar własny dolnego koła linowego oraz wypadkowa naciągu liny tego koła przenoszą się przez łożyska na dwie bardzo sztywne blachownice.

Rys. 4 przedstawia te blachownice w stanie wykończonym, przed wysyłką ich na miejsce montażu. Blachownice te, będące w gruncie rzeczy ramownicami, obliczono jako belki wolnopodparte. Na rys. 5 pokazano reakcje podpór oraz wykres momentów gwałtownych w blachownicy od obciążenia jej naciągiem liny dolnego koła.

Jeden z nacisków podpór tych blachownic przenosi się za pośrednictwem łożysk umieszczonych na belce poprzecznej na wieżę kierowniczą, drugi zaś na górną belkę poprzeczną zastrzału. Belka ta otrzymuje od tych nacisków momenty gwałtowne poziome i pionowe i została oczywiście odpowiednio zaprojektowana. Blachownice są połączone w rzeczywistości z górną belką poprzeczną zastrzału nie za pośrednictwem łożysk, lecz sztywnego połączenia. Oczywiście przy obliczaniu górnej belki poprzecznej wpływ tego częściowego zamocowania został uwzględniony.

Siły pionowe od ciężaru własnego i siły od naciągu lin przenoszą się za pośrednictwem górnej belki poprzecznej na zastrzał. Otrzymujemy w ten spo-



Rys. 6.

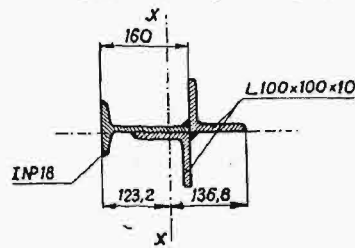
sób pokazaną na rys. 6 statycznie wyznaczalny układ trójprzegubowy. Na rysunku tym pokazano siły i momenty gnące, powstające w tym układzie pod wpływem sił naciągów lin, przy czym siła S_g naciągu górnej linii, jak już zaznaczono zresztą wyżej, nie powoduje w układzie momentów gnących, lecz tylko siłę ściskającą w zastrzale. Natomiast siła S_d naciągu dolnej linii wywołuje w zastrzale momenty gnące, w wieży zaś kierowniczej siłę ściskającą, wynoszącą $0,176 S_d$.

Główny układ trójprzegubowy policzono na podane powyżej rodzaje obciążeń, ponadto przy rozpatrywaniu wypadku zerwania linii uwzględniono uderzenie klatki górnej, względnie dolnej linii, o belki odbojowe oraz uderzenia tychże klatek o podchwyty.

Ponieważ wieża kierownicza została zaprojektowana jako konstrukcja kratowa, siły osiowe w prętach przy każdym rodzaju obciążenia obliczono dla niej posługując się wykresami Cremony, następnie zestawiono te siły w tabelę i do obliczania przekrojów brano odpowiednio ich maxima względnie minima. Narożnikom wieży kierowniczej nadano przekrój krzyżowy z kątowników +, w dolnej czę-

ści z kątowników $100 \times 100 \times 10$, w górnej z kątowników $80 \times 80 \times 10$. Krzyżulce kraty zaprojektowano z pojedynczych kątowników $100 \times 100 \times 10$, wzgl. $90 \times 90 \times 9$. Poziome rozpórki wykonano jako przekroje rurowe z dwóch ceowników NP 14,5. W przedziałach bezkrzyżulcowych wieży, t. j. w tych, w których znajdują się drzwi dolne otwierane i górne na poziomie nadszycia podnoszone, wzmocniono narożniki częściami dwuteowników NP 18 w sposób pokazany na rys 7.

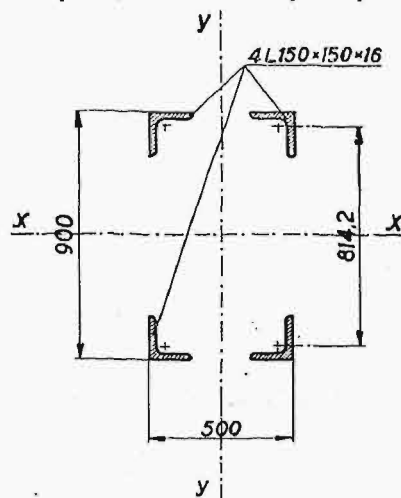
Podane wyżej wypadki obciążenia powodują w zastrzale momenty gnące i siły osiowe. Największe, co do bezwzględnej wartości, momenty gnące w zastrzale powstają wskutek działania ciężaru stałego i parcia wiatru w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny kół. Momenty od ciężaru stałego wyginają zastrzał ku dołowi, t. j. w kierunku wieży kierowniczej. Zerwanie dolnej linii wywołuje momenty gnące o kierunku przeciwnym i wartości bezwzględnej wynoszącej ok. 12% wielkości momentów gnących od ciężaru własnego. Parcie wiatru w kierunku równoległym do płaszczyzny kół wywołuje w zastrzale momenty o znakach różnych, zależnie od kierunku działania wiatru, i o wartości bezwzględnej wynoszącej ok. 90% wielkości momentów gnących od ciężaru stałego.



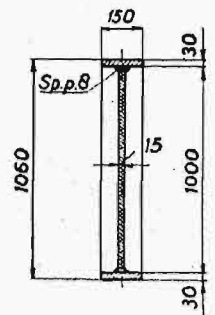
Rys. 7.

Wiatr działający w tym kierunku obciąża układ trójprzegubowy i wywołuje w zastrzale oprócz momentów gnących również siły osiowe, w wieży zaś kierowniczej — siły osiowe.

Wpływ parcia wiatru w kierunku prostopadłym do płaszczyzny kół linowych obliczono w sposób następujący: parcie wiatru na górną część wieży obliczono oddzielnie. Właściwą wieżę kierowniczą obliczono jako belkę na dwóch podporach, przy czym jako jedną podporę przyjęto przeguby łączące wieżę z belkami nadszycowymi, jako drugą zaś za-



Rys. 8.

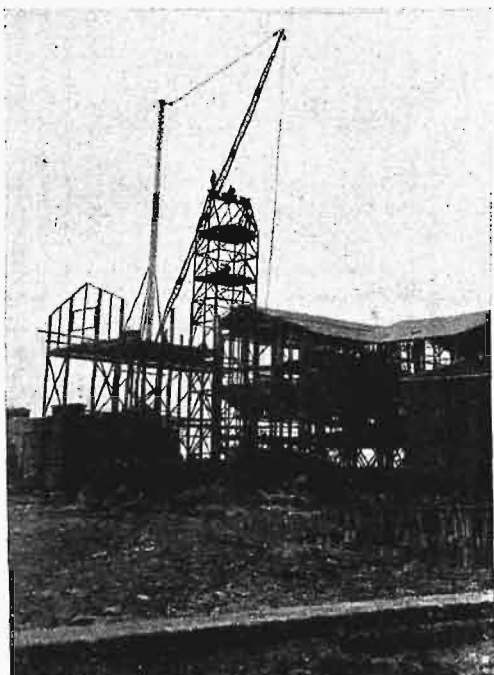


Rps. 9.

dwuprzegubową konstrukcją kratową, obciążoną parciem wiatru na powierzchnię boczną, oraz w górnym narożniku siłą skupioną, będącą wypadkową

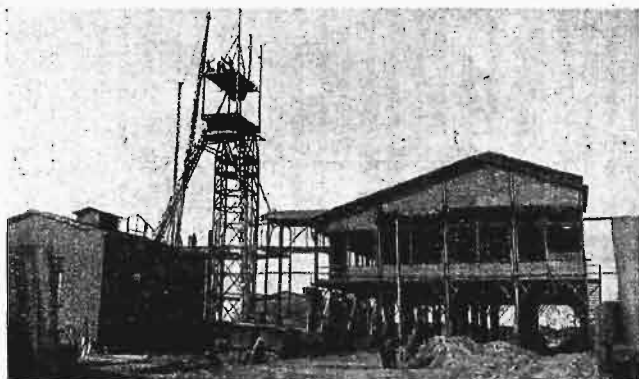
parcia wiatru na górną część wieży i na górną połowę wieży kierowniczej. Parcie wiatru w tym kierunku powoduje oczywiście przeciążenie jednej z nóg zastrzału i odciążenie drugiej.

Momenty gnące w zastrzale od obciążenia śniegiem oraz od wymienionych powyżej uderzeń klatek są niewielkie.



Rys. 10.

Największy łączny moment gnący wynosi $+61,137$ tm i zachodzi w poziomie połączenia belek, na których opiera się dolne koło linowe, z górną poprzeczną belką zastrzału. Siły ściskające w nogach zastrzału są duże i dochodzą do 95 t. Wobec tak znacznych obciążeń przekrój nogi zastrzału musi być odpowiednio duży i sztywny. Przekrój ten pokazano na rys. 8. Krzyżulce wykonano jako lekkie belki kratowe o pasach z korytek NP 14,5—20 i kracie z kątowników $50 \times 50 \times 5$. Rozpórki zastrzału wykonano również jako belki kratowe o pasach z ceowników NP 10.



Rys. 11.

Belki nadszybowe, których przekrój pokazano na rys. 9, zaprojektowano jako blachownice o dużej wysokości, wynoszącej 1060 mm. Wieża kierownicza została połączona z belkami nadszybowymi za pośrednictwem przegubowych łożysk, co zresztą zo-

stało opisane na samym początku niniejszego artykułu.

Konstrukcja została wykonana jako całkowicie spawana łukiem elektrycznym przy użyciu elektrod „Jotem”.

Ciężar konstrukcji wieży szybowej wynosi:

1) górna część wieży	15,1 t
2) wieża kierownicza	16,9 „
3) belki nadszybowe wraz z zakotwieniem	3,8 „
4) łożyska przegubowe górne i dolne	2,0 „
5) belki pomostu dolnego koła	3,8 „
6) zastrzał	14,8 „
7) drzwi, podchwyty i blachy ochronne	3,6 „
8) schody	2,9 „

razem . 62,9 t

Montaż wieży przeprowadzono w następujący sposób. Naprzód założono belki nadszybowe z odpowiednimi częściami łożysk dolnych, następnie złożono szkielec wieży kierowniczej w postaci leżącej, podniesiono go przy pomocy żurawi montażowych, ustawiono na belkach nadszybowych i połączono z nimi na czas montażu sztywno przy pomocy dodatkowych prętów, o których mowa była na początku. Po wykonaniu tych czynności złożono w odpowiedniej pozycji nogi i górną belkę poprzeczną zastrzału oraz belki pomostu dolnego koła linowego, po czym podniesiono tę część konstrukcji i oparto na górnych łożyskach wieży kierowniczej. Po zmontowaniu w ten sposób zasadniczych części konstrukcji trójprzegubowego układu wieży, przystąpiono do założenia górnej części wieży, kraty zastrzału, drzwi, schodów, blach ochronnych itd. Po całkowitym ukończeniu montażu usunięto dodatko-



Rys. 12.

we połączenie wieży kierowniczej z belkami nadszybowymi, uzyskując przez to przyjęty do obliczenia układ trójprzegubowy. Na rys. 10 i 11 pokazane są dwie fazy montażu, na rys. zaś 12 wieża po całkowitym wykończeniu. Na rys. 10 dobrze są

widoczne górne łożyska przegubowe wieży kierowniczej

Przy wykonywaniu projektu konstrukcji wieży Biuro Techniczne Zakładów Ostrowieckich korzystało częstokroć z cennych wskazówek dyrektora kopalni „Dorota”, inż. *M. Mackiewicza*.

Inż. J. STIKSA

532 „5”

Tarany hydrauliczne

Wykorzystanie najmniejszych sił wodnych

Wstęp.

Artykuł niniejszy pragnę poświęcić mało znanemu zagadnieniu: wykorzystania, za pośrednictwem taranów hydraulicznych, małych i najmniejszych sił wodnych.

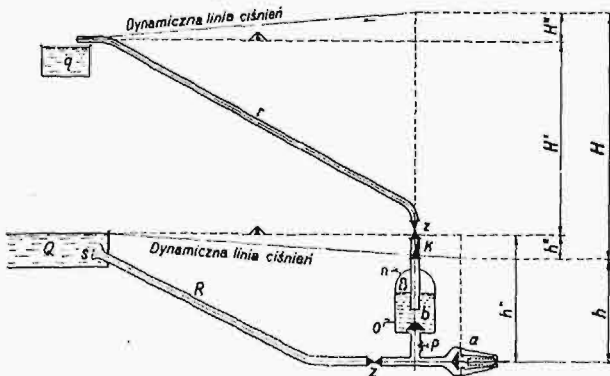
Małych sił wodnych mamy w kraju mnóstwo. Sprawa ich wykorzystania jest zagadnieniem zawsze aktualnym i bardzo wdzięcznym, gdyż projektant po zainstalowaniu taranu hydraulicznego zyskuje zawsze pełne uznanie ze strony swojego mocodawcy.

Taran hydrauliczny może wykorzystać prawie każdą dowolnie małą siłę wodną; działa już przy ilości wody pędnej 0,4 l/sek. przy spadzie 1 m i mniej. Przyjmując sprawność 0,5, uzyskamy w danym wypadku moc 0,003 KM. Taranem hydraulicznym możemy wykorzystać oczywiście i większe ilości wody, np. 6 l/sek., co przy spadzie 30 m da już 1,50 KM. W tym drugim wypadku marnuje się znaczną wartość, licząc bowiem koszt koniogodziny 0,30 zł., otrzymamy dzienną wartość tej siły wodnej równą 10,37 zł. Jest to już kwota poważna, nad której uratowaniem warto pomyśleć.

Taran hydrauliczny ma kilka niewspółmiernych zalet, jest maszyną nad wyraz tanią, nie wymagającą prawie żadnej obsługi, ani dodatkowego smarowania (smarowanie wodne).

Zasada taranu hydraulicznego.

Taran hydrauliczny jest przeznaczony wyłącznie do pompowania wody, stanowi zatem silnik



Rys. 1.

wodny, połączony bezpośrednio z pompą wodną. Na rys. 1 pokazany jest schemat urządzenia.

Konstrukcja stalowa budynków płóczki, sortowni i budynku nadszybowego dla tejże kopalni została wykonana również w 1937 r. przez Zakłady Ostrowieckie według projektu, wykonanego przez Biuro Techniczne tychże Zakładów.

Taran hydrauliczny składa się z następujących zasadniczych części składowych:

- 1) źródła wody Q ,
- 2) rury pędnej R ,
- 3) zaworu pulsującego a ,
- 4) zaworu tłocznego b ,
- 5) zbiornika powietrznego B ,
- 6) rurociągu tłocznego r ,
- 7) zbiornika wody wypompowanej q .

Jak widać, całe urządzenie jest nad wyraz proste.

Teoretycznie praca taranu hydraulicznego przedstawia się następująco:

$$Q \cdot h = q \cdot H, \text{ gdzie}$$

Q — wydajność źródła w l/sek.,

q — potrzebna ilość wody w l/sek.,

h — użyteczny spadek w m,

H — manometryczna wysokość pompowania.

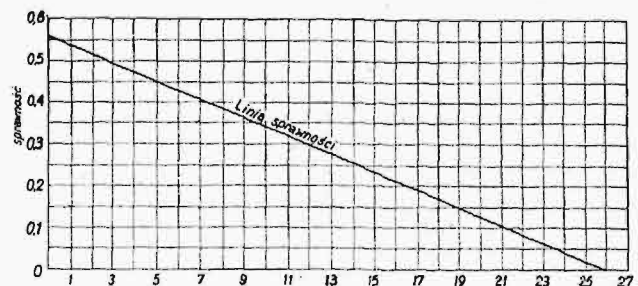
Jak widać z rysunku, wysokość spadku hydrodynamicznego $h = h' - h''$, t. j. spadek hydrostatyczny pomniejszony o opory przy przepływie wody pędnej przy szybkości 1 m/sek.; zaś manometryczna wysokość pompowania równa się sumie hydrostatycznej wysokości pompowania, oporu w rurociągu tłocznym (w m) i oporu w rurociągu pędnym (w m).

Wyraz $Q \cdot h$, z przynależnym współczynnikiem η' , ilustruje pracę silnika wodnego, zaś wyraz $q \cdot H$, z przynależnym współczynnikiem η'' , wyraża siłę potrzebną do pompowania wody.

Iloczyn $\eta' \eta'' = \eta$ określa sprawność taranu hydraulicznego, traktowanego jako całość. Ostateczny wzór działania taranu przedstawia się zatem następująco:

$$Q \cdot h \cdot \eta = q \cdot H.$$

Przyjmując sprawność małych silników wodnych równą 0,7 i sprawność pompy 0,8, otrzymamy idealną sprawność całego taranu 0,56.



Rys. 2.

Jak widzimy z wykresu, rys. 2, wartości tej odpowiada stosunek $h : H = 1 : 1$. Przy mniej ko-

rzystnych stosunkach $h : H$ wartość maleje, osiągając przy stosunku $1 : 26$ wartość równą zeru.

Przedstawiona na rys. 2 linia sprawności taranów hydraulicznych, zależna jest od stosunku $h : H$. Znając zatem Q , h , H , odnajdujemy η i wówczas już z łatwością obliczamy q .

Taran hydrauliczny jest maszyną wykorzystującą uderzenia wodne w rurociągu, powstałe wskutek raptownego przerwania przepływu wody tymże rurociągiem. Wracając do wykresu 2 widzimy, że uderzenia wodne dochodą do $26h$ czyli, że przy sprzyjających warunkach możemy osiągnąć 26-krotną wielkość przynależnego ciśnienia hydrodynamicznego. (Fakt ten jest dla nas o tyle interesujący, że uwypukla potrzebę zbiornika powietrznego na rurociągach, w których spodziewamy się uderzeń wodnych).

Nieco o teorii uderzeń wodnych w rurociągach.

Istnienie uderzeń wodnych w rurociągach jest każdemu z nas dobrze znane, zwalczamy je często w rurociągach tłoczących przy pompach. W danym wypadku zachodzi coś wręcz przeciwnego, mianowicie pragniemy stworzyć warunki, dla osiągnięcia w rurociągu możliwie maksymalnych uderzeń wodnych. Wiemy, że uderzenia wodne w rurociągu falują i że fale te prędko zanikają. W zależności od warunków istniejących w rurociągu fale osiągają zaledwie kilka okresów. Fallowanie uderzeń wodnych w taranach hydraulicznych nie jest dopuszczalne, albowiem powrotne fale powodują zatrzymanie się taranu.

Długość fali uderzenia wodnego zależna jest od długości i średnicy rurociągu; im dłuższy i większy rurociąg, tym dłuższa fala i odwrotnie. Bezwładność ruchu masy zaworów w taranie hydraulicznym narzuca nam częstotliwość skoków tych zaworów i z praktyki wiemy, że liczba skoków wynosi od 30—90 /min; taran najlepiej pracuje przy ok. 60 skokach.

W roczniku 1933 czasopiśmie „Gas u. Wasser-fach” opisywany jest przebieg fali uderzeń wodnych w rurociągu tłoczącym wodociągu miejskiego w Magdeburgu. Rurociąg ten posiada długość 29 km i średnicę 800 mm. Tym rurociągiem pompuje się 417 l/sek. wody, czemu odpowiada szybkość przepływu 0,83 m/sek. W tych warunkach podczas pompowania, ciśnienie w zbiorniku powietrznym pomp wynosi 3,8 at, podczas postoju — 2,12 at.

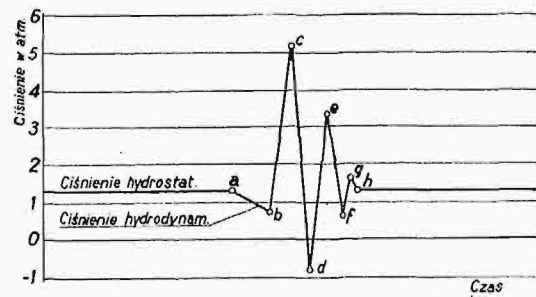
Przebieg fali uderzenia wodnego w danych warunkach jest następujący: po zatrzymaniu pomp ciśnienie spada w ciągu 2 min do 0,1 at. Na tej wartości ciśnienie 0,1 at utrzymuje się w ciągu następnej minuty (z czego wniosek, że następuje wtórne ssanie wody ze studni). Po upływie jednej minuty ciśnienie wzrasta do 5 at, osiągając maximum po $4\frac{1}{2}$ min, licząc od chwili zatrzymania pomp.

Wtórna fala osiąga swój niż, równy już tylko 0,6 at po 70 sek.

Fakt opisany przytaczam dlatego, aby zapoznać czytelnika z falami (nie przedstawiającymi dla nas w omawianej sprawie żadnej wartości, a raczej przeciwnie) długimi.

W krótkich rurociągach, bez powietrznika, t. j. bez amortyzatora uderzeń wodnych, zyskujemy

uderzenia wodne ostre i krótkie, trwające zaledwie ułamek sekundy. Przebieg takiej fali przedstawia rys. 3.

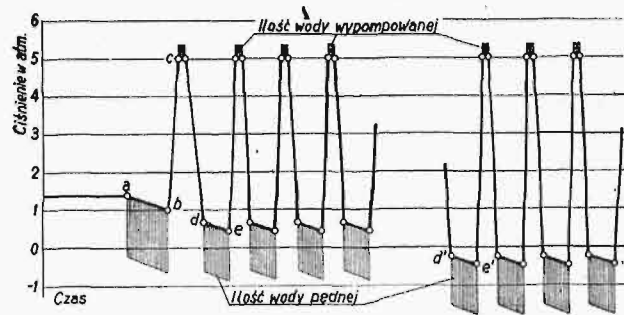


Rys. 3.

Praktyczne wykorzystanie uderzeń wodnych.

Chcąc wykorzystać w taranie hydraulicznym siłę uderzenia wodnego, mamy następujące zadanie:

- 1) odebrać max. ilość wody na szczycie fali w miejscu c (patrz rys. 3),
- 2) otworzyć samoczynnie zawór pulsujący przed osiągnięciem niżu fali d tak, aby nie dopuścić do fali wtórnej.



Rys. 4.

Rys. 4 przedstawia przebieg uderzeń wodnych panujących w rurociągu pędnym taranu hydraulicznego. Rysunek ten uwytadnia również postęp przy uruchamianiu taranu oraz całą jego pracę; mianowicie w miejscu a otwieramy za pomocą siły mechanicznej zawór pulsujący taranu, po czym nastąpi oczywiście wypływ wody. Zawór pulsujący, wskutek siły żywej przepływającej wody, zamyka się już samoczynnie w miejscu b, wywołując uderzenie wodne. Na szczycie uderzenia w miejscu c odbieramy wodę. Zawór pulsujący tak skonstruujemy, aby jego automatyczne otwarcie nastąpiło w granicach b—d powodujące ponowny wytrysk wody z rurociągu pędnego. Otwarcie zaworu pulsującego uniemożliwia powstanie fali wtórnej. Żywa siła wody zamyka zawór pulsujący w miejscu e, względnie e', wywołując znane już uderzenia wodne i t. d., jak opisano wyżej.

Tak uruchomiony taran pracuje dalej bez niczyjej pomocy.

Projektowanie wodociągu taranowego.

Wiemy już z poprzedniego, że im mniejszy jest stosunek $h : H$, tym lepsza jest sprawność. Prak-

tycznie biorąc, możemy pompować wodę 2—20 razy wyżej od uzyskanego spadku od źródła wody na taran. Chcąc wyzyskać w danych warunkach najlepiej siłę wody, musimy stworzyć maximum spadku. Wiemy dalej, że jesteśmy ograniczeni długością rury pędnej. Długość ta oznacza się w praktyce w przybliżeniu 5-krotną wysokością spadku.

Przy projektowaniu należy więc przestrzegać następujących prawideł:

- 1) długość rury pędnej obrać równą $5h$;
- 2) nie oszczędzać na tworzywie rury pędnej, (rury bez szwu, Manessmanowskie rury kołnierzowe z zapuszczonymi pierścieniami uszczelniającymi i t. p.);
- 3) zaprojektować studzienkę wyrównawczą, jeżeli źródło znajduje się dalej od miejsca ustawienia taranu, aniżeli wynosi pięciokrotna wysokość spadku;
- 4) rurę komunikacyjną pomiędzy źródłem i studzienką wyrównawczą wymiarować tak, aby stracić jak najmniej na oporach. Większy wydatek taranu zazwyczaj przewyższa zwiększony koszt rur;
- 5) ze względu na zamrażanie, należy zaprojektować pomieszczenie na taran pod ziemią (szyb ok. 2 m głębokości).

Kwestionariusz i przykłady.

Chcąc otrzymać ofertę na taran hydrauliczny, należy podać przedsiębiorstwu budującemu tarany hydrauliczne następujące dane:

- 1) ilość zapotrzebowanej wody na dobę,
- 2) wydajność źródła w l/m,
- 3) wysokość spadku w m, mierzoną od zwierciadła wody w źródle do zaworu pulsującego taranu hydraulicznego,
- 4) hydrostatyczną wysokość pompowania, t. j. różnicę wysokości zwierciadła wody w źródle i w zbiorniku na miejscu zapotrzebowania,
- 5) odległość źródła od miejsca ustawienia taranu,
- 6) odległość pomiędzy taranem i zbiornikiem wody.

Dla lepszej orientacji, przytaczam dwa charakterystyczne przykłady z praktyki:

Zadanie 1: zaopatrzyć w wodę folwark. Woda do picia pobierana będzie ze studni; potrzeba wody użytkowej dla 100 sztuk bydła oraz dla $1\frac{1}{2}$ hektarowego ogrodu warzywnego.

Obliczamy zapotrzebowanie wody:	
dla 100 sztuk bydła po 50 l na dobę	5 000 l
do zlewania co trzeci dzień 5000 m ² ogrodu po 2 l na każdy m ²	10 000 l
razem	15 000 l

Możemy zastosować taran; wiemy, że taran pracuje 24 godz. na dobę, rozkładamy zatem pracę na całą dobę. Zapotrzebowanie wody na sek. wynosi zatem 15 000 : 86 400 = 0,18 l/sek.

W oddaleniu 800 m od folwarku, 48 m poniżej tegoż, znajduje się własny, mały młyn wodny. Spad na koło wodne 6 m, ilość wody pędnej w czasie posuchy 5 l/sek. Nie może być więc mowy o tym, aby zastosować pompę z napędem od koła wodnego.

Obliczamy dla taranu a proksymatywnie $h : H = 6 : 48 = 1 : 8$, z wykresu rys. 2 odczytujemy sprawność = 0,40. Z równania $Q \cdot h = q \cdot H$ obliczamy

$Q = \frac{qH}{h\eta} = \frac{0,18 \times 48}{6 \times 0,4} = 3,6$ l/sek. Jak widzimy, określona ilość 5 l/sek. w potoczku jako krytyczne min. gwarantuje nam potrzebną siłę popędową dla taranu hydraulicznego, wobec czego przystępujemy do obliczenia szczegółowego:

Rurociąg pędny: Optymalne (dające się w taranie praktycznie wykorzystać) uderzenie wodne w rurociągu pędnym uzyskamy przy $v = 1$ m. Przyjmując czas wytrysku wody z zaworu pulsującego równy czasowi jego zamknięcia, mamy za zadanie obliczyć dane dla rurociągu, który by przeprowadził 3,6 l/sek. wody w 30 sek., czyli podwójną ilość = 7,2 l/min. przy $v = 1$ m. Z tabeli odnajdujemy średnicę = 80 mm, czemu odpowiadają straty, przy $l = 5 \times 6 = 30$ m, $h = 0,30$ m.

Rurociąg tłoczący: Z tabeli wyszukujemy, że dla rurociągu o długości $l = 800$ m średnicy rur 2,5 mm, przy przepływie 0,18 l/sek. v wynosi 0,33 m/sek. i opory $h = 6,4$ m.

Spad hydrodynamiczny równa się zatem $6 - 0,3 = 5,7$ m.

Manometryczna wysokość pompowania wynosi $48 + 0,3 + 6,4 = 54,7$ m.

Skorygowany stosunek $h : H = 5,7 : 54,7 = 1 : 9,6$, z wykresu rys. 2, odnajdujemy przynależne $\eta = 0,36$.

Ostateczna ilość wody pędnej wynosi zatem $Q = \frac{qH}{h\eta} = \frac{0,18 \times 54,7}{5,7 \times 0,36} = 4,9$ l/sek., a więc dobrze; wody pędnej nie brak.

Zadanie 2: obliczyć max. ilość wody dla sanatorium o 100 łózkach, dającą się wypompować za pomocą taranu hydraulicznego ze źródła o wydajności 10 l/sek., znajdującego się w przepaści 100 m poniżej sanatorium, w oddaleniu 500 m. W oddaleniu 450 m od źródła można użyć spadu 30 m.

W przybliżeniu obliczamy: $h : H = 30 : 100 = 1 : 3,3$, czemu odpowiada $\eta = 0,485$.

Z równania $Q \cdot h = q \cdot H$ obliczamy $q = \frac{QH\eta}{H} = \frac{10 \times 30 \times 0,485}{100} = 1,94$ l/sek.

Obliczenia szczegółowe:

Rurociąg komunikacyjny o długości $450 - 150 = 300$ m ma przeprowadzić 10 l/sek. przy możliwie małych stratach. W danym wypadku zrobimy jednak ustępstwo od tej reguły, gdyż wiemy już, że ilość wypompowanej wody będzie znacznie przewyższała zapotrzebowanie. Odnajdujemy więc z tabeli, że rurociąg o długości $l = 300$; przy $Q = 10$ l/sek., $d = 100$ mm; $v = 0,80$ m rozchodzi na opory $h = 2,3$ m.

Rurociąg pędny przy $l = 150$ m, $Q = 10$ l/sek., $v = 1$ m wymaga $d = 90$ mm przy $h = 2,1$ m.

Rurociąg tłoczący przy $l = 500 + 450 = 950$ m; $Q = 1,94$ l/sek.; $v = 0,6$ m otrzyma $d = 60$, czemu odpowiada $h = 7,30$ m.

Spad hydrodynamiczny = $30 - (2,3 + 2,1) = 25,60$ m.
Manometryczna wysokość pompowania = $100 + 2,3 + 2,1 + 7,3 = 111,7$.

Stosunek $h : H = 25,6 : 111,7 = 1 : 4,36$, czemu odpowiada $\eta = 0,47$.

Ostatecznie obliczamy $q = \frac{10 \times 25,6 \times 0,47}{111,7} = 1,08$ l/sek

Wynik: Taranem możemy wypompować 1,08 l/sek = 933,12 hl wody na dobę. Sanatorium o 100 łózkach potrzebuje 300 hl wody na dobę, pozostaje zatem wielka nadwyżka na zlewanie ogrodu, co dyrekcja sanatorium przyjmie z zadowoleniem do wiadomości.

W danym wypadku należałoby całe obliczenie powtórzyć, gdyż ilość wody wypompowanej znacznie się zmniejszyła. Można będzie zatem osiągnąć dalsze oszczędności na rurociągu tłoczącym.

Inż. A. PAULY

681.117:522

Czas i czasomierz

Określeniem co to jest czas, zajmowali się filozofowie, poczynawszy od *Platona* i *Arystotelesa* w starożytności do *Kartezjusza*, *Kanta* i innych czasów nowożytnych. *Św. Augustyn*, filozof i myśliciel średniowiecza, powiedział: „Dokąd nikt nigdy nie pyta wiem co to jest czas, kiedy jednak zaczynam tłumaczyć pytającemu przestaję wiedzieć sam”.

Czas jest pojęciem abstrakcyjnym i subiektywnym, czyli pojęciem oderwanym, które może sobie wyobrażać jednostka myśląca.

Zdawać sobie sprawę z trwania czasu można tylko przez badanie jego przebiegu między dwoma zaobserwowanymi wypadkami, ewentualnie zjawiskami.

Porównanie jakiegoś przeciągu czasu ze stałym jego okresem (miarą) daje pojęcie o ilości przebiegu czasu.

Dla mieszkańców ziemi miarą czasu jest okres jednostajnego obrotu kuli ziemskiej naokoło jej osi. Pełny ten obrót odbywa się w ciągu doby równej 24 godzinom¹⁾.

Obracając się wraz z ziemią, człowiek nie widzi rzeczywistego obrotu, natomiast widzi pozorny obrót gwiazd na wnętrzu pozornego sklepienia niebieskiego. Pozorny ruch stałych gwiazd na sklepieniu niebieskim, jako odbicie obrotu ziemi wokół jej osi, odbywa się dzięki temu jednostajnie po kołach równoległych do równika, po t. zw. równoleżnikach deklinacyjnych, mających odpowiedniki na kuli ziemskiej w równoleżnikach geograficznych — szerokościowych.

Gwiazda stała, nie posiadająca prócz pozornego obrotu po równoleżniku deklinacyjnym własnego ruchu, przechodzi średnicą swego dysku raz na dobę przez południk świata na sklepieniu niebieskim nad południkiem geograficznym jakiegoś określonego punktu na kuli ziemskiej. Zjawisko to nazywa się górną kulminacją gwiazdy dla tego punktu, i powtarza się ściśle co 24 godziny. W 12 godzin po górnej kulminacji następuje dolna kulminacja danej gwiazdy, gdy staje ona nad południkiem odległym o 180° po drugiej stronie kuli ziemskiej.

Ponieważ pozorny ruch stałej gwiazdy odbywa się jednostajnie po łuku koła, gwiazda w różnych odstępach czasu przechodzi równe wartości łuku, stale jednostajnie zmieniając kąt, odpowiadający swemu łukowemu ruchowi. Ten kąt, zwany kątem godzinowym gwiazdy, jest miarą czasu, czyli, że stałą gwiazdę można uważać za koniec wskazówki olbrzymiego zegara, którego tarczą jest równoleżnik deklinacyjny tej gwiazdy.

Od wieków ludzie pracują nad wytworzeniem takiego przyrządu, któryby wiernie odtwarzał obrót ziemi wokół jej osi, t. j. w jednakowych odstępach czasu odmierzał równe kąty i tym samym był dokładnym czasomierzem.

Czas może być gwiazdowy, księżycowy, słoneczny i t. d. w zależności od tego, czy obserwujemy którąś z gwiazd stałych, księżyc, słońce, czy też inne jakieś ciało niebieskie podczas kulminacji. Czas zaczyna się liczyć obecnie od dolnej kulminacji obserwowanego ciała niebieskiego zwanej momentem, o czasie 0h (zero godzin); podczas górnej kulminacji tedy czas tego ciała wynosi 12 godz. W astronomii czas liczy się od 0h do 24 godz. „cywilny”, zaś czas liczy dwa razy po 12 godz.

Gwiazdy stałe znajdują się w olbrzymich odległościach od kuli ziemskiej, ewentualnie zatem ich ruch własny jest

prawie niewyczuwalny na ziemi i dlatego każda z nich nadaje się do uchwycenia momentu. W astronomii jednak do mierzenia czasu gwiazdowego wybrano ze względów praktycznych t. zw. punkt wiosenny, który tak jak i gwiazdy stałe nie zmienia swego położenia na sklepieniu niebieskim i jest punktem przecięcia toru ziemi z płaszczyzną równika świata dnia 21 marca.

Obserwując codziennie moment kulminacji jakiejś gwiazdy stałej, przekonano się, że wszystkie doby gwiazdowe są sobie równe, czyli, że odtwarzają wiernie obrót ziemi dokoła jej osi.

W ten sposób przekonano się, że księżyc oprócz ruchu pozornego ma jeszcze rzeczywisty ruch własny, krążąc dokoła ziemi. Mianowicie okres całkowitego obiegu księżycy dokoła ziemi wynosi 27,3 dnia (miesiąc gwiazdowy), ponieważ jednak słońce przez ten czas przesunęło się w ruchu pozornym naprzód, księżyc dogania słońce i dopiero po 29,5 dniach (miesiąc synodyczny) staje w tym samym położeniu względem słońca.

Słońce jest nie tylko źródłem lecz i regulatorem życia na ziemi, dzięki zmianie pór roku oraz dnia i nocy. Czas zatem cywilny, według którego ludzie pędzą tryb życia, musi być czasem słonecznym. Obserwacje jednak słońca wykazały, że doba słoneczna trwa prawie o 4 minuty dłużej od doby gwiazdowej i w dodatku, że następujące po sobie doby słoneczne nie są sobie równe.

Przyczyną pierwszego zjawiska jest to, że słońce oprócz pozornego ruchu dziennego ma między gwiazd: drugi pozorny ruch własny w kierunku przeciwnym do ruchu dziennego, będący skutkiem obrotu ziemi w ciągu 1 roku dokoła słońca. Ten pozorny obrót słońca o 360° odbywa się w ciągu 365 $\frac{1}{4}$ dni czyli, że w ciągu doby słońce posuwa się 360° : 365 $\frac{1}{4}$, co równa się prawie jednemu stopniowi i odpowiada prawie 4 minutom czasowym. W rezultacie rok zwrotnikowy wynosi 365,2422 dni słonecznych lub 366, 2422 dni gwiazdowych, gdyż słońce wyprzedza pozornie gwiazdy o jeden dzień na rok.

Przyczyną drugiego zjawiska jest to, że ziemia krąży dokoła słońca według prawa *Keplera* po torze elipsy, mającej różne krzywizny, a nie po torze koła, skutkiem czego szybkość kątowa ziemi jest zmienna, a zatem doby słoneczne nie mogą być równe, lecz stopniowo zwiększają się, a następnie zmniejszają.

Chcąc jednak mieć czas, odpowiadający warunkom życiowym na ziemi i w dodatku jednostajny, t. j. o niezmiennym kącie godzinowym, puszczono fikcyjnie w obiegu t. zw. s ł o ņ c e s r e d n i e, mające wspólne koło godzinne z prawdziwym słońcem dnia 24 grudnia.

Czas słońca średniego różni się w ciągu roku od czasu słońca prawdziwego w granicach ± 16 minut, przechodząc cztery razy przez zero ze zmianą znaku. Różnica ta jest obliczona na każdy dzień roku i nazywa się równaniem czasu.

Mając czas średni i dodając lub odejmując, zależnie od znaku, równanie czasu, otrzymuje się czas prawdziwy i odwrotnie.

W chwili południa czasu prawdziwego ciało niebieskie (słońce — gwiazda) góruje t. j. znajduje się na południku świata czyli nad południkiem geograficznym danego punktu na kuli ziemskiej. Chwila ta jest tym samym różna dla rozmaitych miejscowości kuli ziemskiej o innych południkach. Ponieważ według południka, poczynawszy od zero-

¹⁾ Podział koła na 360° i doby na 24 godziny został dokonany w czasach prahistorycznych przez astronomów Assyrii i Babilonu.

wego obecnie Greenwich¹⁾, liczy się długość geograficzną, różnica zatem tej długości odpowiada różnicy czasów ciała niebieskiego dla notowanych miejscowości, czyli że różnicy 1 godziny odpowiada różnica 15°, różnicy 1 minuty czasowej odpowiada — 15 minut kątowych, różnicy 1 sekundy czasowej odpowiada — 15 sekund kątowych.

Dokąd nie została stwierdzona zasada, że różnica czasów ciała niebieskiego w danej chwili dla dwóch rozmaitych miejscowości odpowiada wg powyższego przeliczenia różnicy długości geograficznych między tymi miejscowościami, panowały w żegludze wielkie trudności i niedokładności przy określaniu rzeczywistej pozycji okrętu na otwartym morzu.

To też parlament angielski w 1714 r. na skutek referatu *Newtona* o trudności określania długości geograficznej na morzu, mocą uchwały wyznaczył 10 000 £ nagrody temu, kto poda sposób określania długości z dokładnością do 1° (stopnia), 15 000 £ — jeżeli dokładność będzie się równała 40 minutom i 20 000 £ — jeżeli dokładność będzie doprowadzona do 30 minut; jednocześnie został powołany komitet, którego obowiązkiem było badanie proponowanych sposobów, mający prawo otrzymania od admiralicii sumy do 2 000 £ na dokonywanie prób.

Cieśla okrętowy z Liverpoolu, *John Harrison*, na wieść o tym przeniósł się w 1723 r. do Londynu i z nadzwyczajną wytrwałością i talentem zajął się udoskonaleniem mechanizmów zegarowych, które jego zdaniem jedynie mogły rozstrzygnąć dodatnio sprawę ścisłego określania długości na morzu. W 1723 r. wynalazł on kompensator do wahadła zegara ściennego, w 1735 r. wypróbował na niewielkim stateczku pierwszy skonstruowany przezeń chronometr. Dokonane próby dowiodły prawidłowości idei *Harrisona*. Pracując stale nad dalszym ulepszeniem mechanizmu swego chronometru, *Harrison* przedstawił Komitetowi swój wynalazek i Komitet zdecydował dokonanie próby na otwartym morzu. W tym celu został wysłany dnia 17 listopada 1761 r. na pokładzie wojennego okrętu „Depthford” *William Harrison* (syn) z ojcowskim chronometrem na wyspę Jamajkę do Ameryki. Po przybyciu do Kingstown na Jamajce po 75 dniach żeglugi została wg przywiezionego chronometru określona długość Kingstown, jako mająca 5 godz. 2 min., 46 sek., różniąca się od długości tego punktu, określonej w 1743 r. przy przechodzeniu planety Merkurego przez tarczę słoneczną o 5 sekund czasowych (1¼ mili morskiej)¹⁾. Z Kingstown *William* wrócił na niewielkim brygu do Anglii po 161 dniach i pomimo strasznej burzy w powrotnej drodze, która omal nie zatopiła okręciku wraz z pierwszym chronometrem, różnica w Portsmouth wyniosła 1 min 5 sek. w czasie, co w długości geograficznej stanowiło

¹⁾ Greenwich — Obserwatorium Londyńskie. Dawniej za południk zerowy był uważany południk wyspy Ferro o 17° na zachód.

różnicę 16 minut. Po nowej sześciotygodniowej próbie wypłacono *Harrisonowi* 5 000 £ i zażądano wyjaśnienia teorii chronometru, oraz sporządzenia 5 nowych egzemplarzy; z jednym z nich *William* został ponownie wysłany do Ameryki, a po powrocie jego w 1764 r. wypłacono ojcu drugie 5 000 £ i dopiero w 1765 roku 75-letniemu już wtedy *Johnowi Harrisonowi* parlament kazał wypłacić pozostałe 10 000 £ należnej a dobrze zasłużonej nagrody.

Chronometr jest zatem precyzyjnym zegarem o jednostajnym biegu, niezależnym od siły naprężenia sprężyny, wstrząsów, kołysania okrętu, temperatury, wilgotności i t. p., czyli wszelkich wpływów zewnętrznych.

W rzeczywistości nie chodzi o to, aby chronometr nie spieszył lub nie opóźniał się, a tylko aby ta różnica, zwana dobowym chodem chronometru, była zawsze jednakowa.

Zwyczaj chronometry okrętowe są zorientowane ze średnim czasem Greenwich, to znaczy, że różnica między wskazaniem chronometru i średnim czasem Greenwich, zwana stanem chronometru, musi być wiadoma.

Nastawianie chronometru według czasu Greenwich jest zbędne, potrzebne są tylko stan i dobowy chód chronometru przy jednostajnym jego biegu, wtedy zwykłym rachunkowym przeliczeniem otrzymuje się dokładnie średni czas w Greenwich.

Okręty są zwykle zaopatrzone w trzy chronometry, ze wskazań których wyprowadza się średnią arytmetyczną. Każdy chronometr ma swoją tabelę lub wykres poprawek na bardzo wysokie lub niskie temperatury, kompensatory bowiem konstrukcyjne są sporządzone na temperatury średnie. Obserwacje na morzu według czasu można dokonywać z dokładnością do 0,4 (cztery dziesiąte) sekundy czasowej. Mila morska jest długością łuku równika, odpowiadającą jednej minucie kątowej, czyli 4 sekundom czasowym, równa się przeto 1853 m ($2 R : 360 \times 60$) w założeniu, że kula ziemiska jest kulą równej objętości z geoidą ziemi¹⁾. Obserwacja zatem z dokładnością 0,4 sekundy czasowej daje długość łuku odpowiadającą 1/10 mili morskiej równej 185 m zwanej kablem.

Dzięki radiotelegrafowi czas w Greenwich jest obecnie sygnalizowany co godzinę, lecz w czasie wojny lub w razie uszkodzenia na okręcie aparatu odbiorczego nawigacja musi być prowadzona przy pomocy chronometru.

$$1) \quad 360 \times 60 = 21600 \text{ minut}$$

$$\frac{1}{3} a^2 b \pi = \frac{4}{3} R^3 \pi$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{a^2 b}{4}} = \sqrt[3]{\frac{6\,377\,397^2 + 6\,350\,079}{4}} = 6\,370\,283$$

$$2 \pi R = 2 \times 3,14 \times 6\,370\,283 = 40\,024\,377,24 \text{ m}$$

$$40\,024\,377,24 : 21600 = 1853 \text{ m (długość 1 mili morskiej).}$$

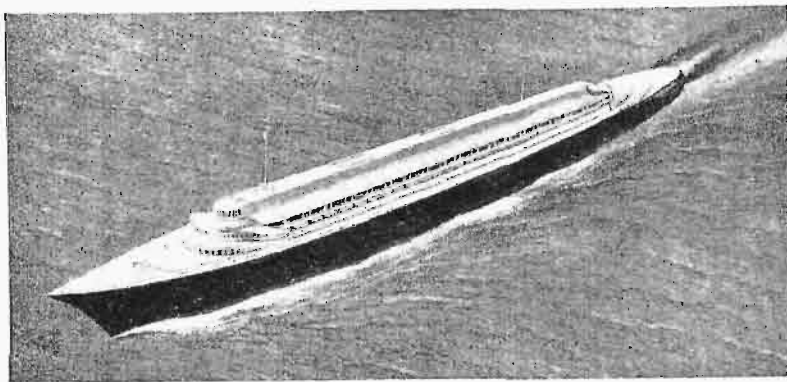
NOWOŚCI TECHNICZNE

Transoceaniczny okręt przyszłości.

Współzawodnictwo na szlakach morskich, szczególnie na trasie Europa — Ameryka Półn., w ostatnich kilku latach doprowadziło do tego, że obecnie biorą w nim udział nie tylko towarzystwa okrętowe, ale i rządy zainteresowanych wielkich narodów morskich, udzielając często ogromnych sum w postaci subsydiów na budowę coraz to większych i szybszych okrętów pasażerskich, które mają być widomym znakiem potęgi morskiej, zdolności technicznych i zasobów gospodarczych kraju.

Oddanie przez Francuzów do użytku komunikacyjnego na trasie Europa — Nowy Jork *Normandie* w 1935 r., a w rok później przez Anglików *Queen Mary*, które to okręty tonnażem, mocą zainstalowanych silników i szybkością prześcignęły znacznie dawniejsze pasażerskie statki transatlantyczne, jest właśnie jednym z ostatnich etapów współzawodnictwa narodów morskich i walki o „błękitną wstęgę Atlantyku”. Pierwszeństwo w tym etapie, jak wiemy, zatrzymała *Normandie* jako najszybszy i największy okręt pasażerski obecnej doby. Od kilku lat w tym współzawodnictwie i to

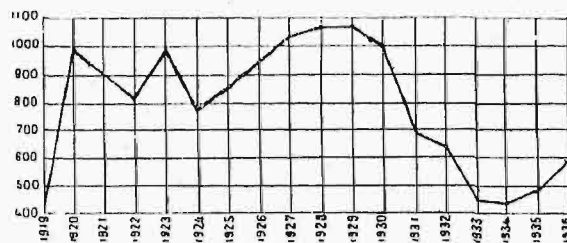
skutecznie bierze udział lotnictwo i ono właśnie jest jeszcze jedną z przyczyn, która zmusza towarzystwa okrętowe do budowy coraz większych, szybszych parowców i o jak najdalej posuniętym komforcie.



Rys. 1. Projekt okrętu przyszłości.

Zagadnienie transatlantyckiego okrętu przyszłości rozwiązał pozytywnie i w sposób bardzo oryginalny P. de Malglaive wspólnie z A. C. Hardy, przedstawiając na posiedzeniu Institute of Marine Engineers szczegółowe projekty nowego okrętu-olbrzyma przyszłości¹⁾.

Według autorów projektu, konstrukcja wielkiego okrętu przyszłości oprze się z jednej strony na nowych zdobyczach współczesnej techniki okrętowej, muszą być jednak wprowadzone dla właściwego rozwiązania nowe zasady, jeszcze obecnie nie stosowane. Przyszły transatlantyk kształt kadłuba będzie miał zbliżony nieco do kształtu wielkich wodnosamolotów a tonnaż jego ma być nieco większy od *Normandie*. Do napędu, według autorów, należy zastosować silniki parowe, pracujące pod bardzo wysokim ciśnieniem; silników takich mamy już obecnie kilka typów. Do nich stosuje się kotły: *Bensona*, *Loefflera*, *Sulzera* i inne. Jako główną ich zaletę należy wymienić znacznie mniejszy ciężar w stosunku



Rys. 2. Ilość pasażerów, którzy przebyli Atlantyk od r. 1919 (w tys.).

do tych kotłów na wysokie ciśnienie, które dotychczas stosowano na okrętach. Ciężar wspomnianych kotłów na wysokie ciśnienie wynosi zaledwie 50% ciężaru dawniejszych, które wskutek tego zajmowały również dwa razy większą objętość. Zrozumiałą jest rzecz, że budowa każdego większego od największych dotychczasowych okrętów pasażerskich musi być w poważnym stopniu subwencjonowana przez państwa, tak, jak to zresztą miało miejsce przy budowie *Normandie* i *Queen Mary*. Koszt zainstalowanych maszyn o mocy 400 000 KM autorzy obliczają na sumę 1 758 000 funtów szterlingów (ok. 46 mil. złotych), co stanowi 4 funty 8 szylingów na 1 KM, a koszt całkowity okrętu przekroczy wartość 200 mil. złotych. Pomimo jednak tak wysokich kosztów, autorzy, opierając się na danych z eksploatacji *Queen Mary* i *Normandie*, są zdania, że budowa nowego olbrzyma morskiego będzie opłacalna. Aby jednak nowoczesny statek pa-

szerski mógł skutecznie walczyć z rozwijającą się konkurencją komunikacji lotniczej, czas podróży jego przez Atlantyk Półn. należy skrócić do trzech i pół dni, a więc powiniem rozwijać prędkość średnią od 35 do 37 węzłów, czyli

ok. 70 km/godz. Wprawdzie i w tym wypadku czas podróży statkiem na omawianej trasie będzie nieco dłuższy od podróży powietrznej²⁾, ale podróż okrętem nie zależy od warunków atmosferycznych, co właśnie, łącznie z dalej posuniętym komfortem i całkowitym bezpieczeństwem, przeważa szalę na jego korzyść. Udane ostatnie przeloty samolotów komunikacyjnych przez Atlantyk Półn. trwały znacznie krócej, ale samoloty na tej trasie jeszcze nie prędko będą mogły zapewnić regularną komunikację, jaką mamy już obecnie przez Atlantyk Połudn., który samoloty samych francuskich linii lotniczych jedynie w r. 1936 przebyły 212 razy.

Długość projektowanego okrętu wynosi 410 m (*Normandie* 313 m) a kształty jego najbardziej zbliżone do aerodynamicznych, chociaż linie opływowe części statku wystających ponad wodę, mają duże znaczenie dla jego szybkości dopiero przy szybkościach 100 km/godz. W przypadku jednak wiatru czołowego już o szybkości 20 do 30 km/godz., co przecież często może się zdarzyć, linie opływowe statku przy tej samej mocy pozwolą osiągnąć większą szybkość średnią. Jeżeli chodzi o urządzenie wewnętrzne statku, to przewidziane są najdalej posunięte udoskonalenia; statek ma posiadać zasadniczo tylko dwie klasy; pierwszą (*classe-cabine*) i turystyczną, a więc tyle klas, ile posiada *Queen Mary*³⁾.

Będzie więc to statek typowo turystyczny. Za budową takiego statku przemawia i ten wzgląd, że obecnie, po zredukowaniu do minimum w r. 1924 emigracji do Stanów Zjedn., liczba pasażerów trzeciej klasy spadła o przeszło 50%. Kabin turystyczne wyniosą 55% wszystkich kabin, *classe cabine* 30%, a 15% będą stanowiły kabin luksusowe.

Do napędu sześciu śrub, dających 220 obr./min. każda, służy sześć turbo-prądnic o łącznej mocy 400 000 KM.

Poniższa tabelka przedstawia dane charakterystyczne maszyn projektowanego okrętu.

Turbo - prądnice:

Liczba	6
Moc maksymalna każdej	51 000 kW
Maksymalna ilość obrotów	2 640 obr./min
Ciśnienie pary	56 kg/cm ²
Temperatura pary	480°
Powierzchnia skraplacza	5 100 m ²

Kotły główne:

Liczba	12
Produkcja pary jednego	90 t/godz.
Ciśnienie w kotle	58 kg/cm ²
Temperatura pary	495°
Temperatura dostarczonej wody	93°
Rozchód paliwa ⁴⁾	6,87 t/godz.

Rozchód paliwa:

Rozchód zespołów głównych	80,3 t/godz.
Rozchód zespołów pomocniczych	8,7 t/godz.
Rozchód całkowity	89 t/godz.
Rozchód na 1 KM/godz.	0,226 kg

²⁾ Całkowity czas podróży Zeppelinem z Frankfurtu do Lakehurst wyniósł ok. 3 dni.

³⁾ Opis *Queen Mary* podał „Przeł. Techn.” w r. 1936, str. 571.

⁴⁾ Kotły opalane ropą.

¹⁾ Por. Génie Civ. z 12 lutego 1938 r.

Według autorów ciężary głównych części maszyn wynoszą:

6 turbo-prądnic — 1970 t, skraplacze główne oraz ich części 1580 t, 12 kotłów głównych 1630 t, silniki do napędu śrub 1740 t.

Całkowity dzienny rozchód paliwa osiągnie 2150 t. Zbiorniki obliczone są na 14000 t paliwa dla jednej podróży i na 3000 t wody do kotłów.

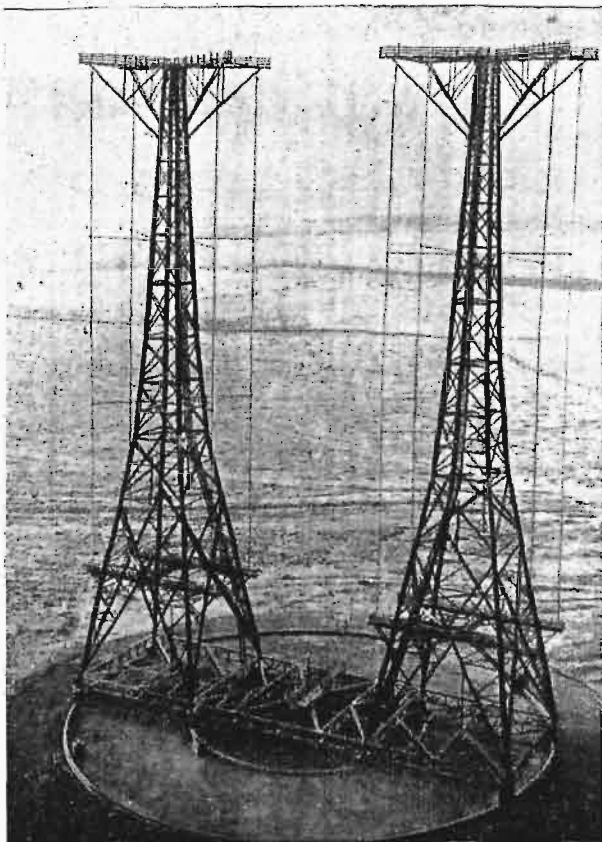
t.

Antena obrotowa stacji radiowej w Huizen (Holandia).

Niedawno została oddana do użytku w Huizen antena obrotowa, skonstruowana w ten sposób w celu zwiększenia zasięgu tej stacji radiowej, przeznaczonej dla nadawania telegramów i audycji na krótkich falach głównie do Indji Holenderskich.

Stwierdzono, że nadawanie telegramów na falach krótkich jest zapewnione tylko przy zastosowaniu specjalnych anten kierunkowych. O ile więc stacja radiowa zechciałaby nadawać w różnych kierunkach, musiano by zbudować kilka, albo szereg anten. Byłoby to naturalnie bardzo kosztowne. Nasunęło to myśl skonstruowania jednej anteny, którą można by było obracać i nadawać dokładnie żądany kierunek.

Antena obrotowa w Huizen składa się z dwóch wież stalowych o przekroju kwadratowym, spoczywających na poziomej ramie również stalowej, która posiada osiem par kół, toczących się po dwóch współśrodkowych pierścieniach.



Rys. 1. Widok anteny obrotowej w Huizen.

Ruch obrotowy antenie nadaje silnik elektryczny. W środku umieszczony jest wielki czop stalowy, na którym obraca się cała konstrukcja, wpuszczony w blok betonowy objętości 20 m³.

Każda z wież posiada na wierzchołku cztery ramiona poziome, z których zwieszają się anteny pionowe, podzielone każda na trzy części izolowane. W ten sposób ukształtowane są 24 anteny, zasilane prądem wysokiej częstotliwości.

Wieże mają wysokość 60 m i każda waży 18 tonn. Każda z czterech podstaw każdej wieży wywiera nacisk 4,5 tonn, lecz w warunkach wyjątkowych, spowodowanych wiatrem lub śniegiem, nacisk ten może osiągnąć 48 tonn.

Rezultaty osiągnięte za pomocą takiej anteny obrotowej są b. ciekawe. Energia wysyłana w obranym kierunku jest 24 razy większa, niż energia wysyłana za pomocą anteny zwykłej, i efekt osiągany w tym kierunku jest taki, jaki otrzymuje się z nadajnika mocy 1500 kW, promieniującego jednakowo we wszystkich kierunkach. (Gén. Civ., 15.I. 1938).

J. Ch.

Wyniki próby Mayo *).

Dn. 6 lutego b. r. *Mercury* wystartował z *Mayo* na wysokości ok. 210 m. Po tym pierwszym udanym starcie obydwie samoloty samodzielnie wodowały bez żadnych trudności. *Mercury* nie był obciążony całkowicie, gdyż ważył ok. 6400 kg.

Druga próba odbyła się 23 lutego b. r. Start nastąpił na wysokości ok. 300 m. Zdjęcie filmowe całego startu, trwającego ok. 2 sek. przy szybkości lotu 200 km/godz., wykazuje, że zgodnie z przewidywaniem opartym na rachunku, *Mercury* po odzepsaniu się zaczepu „aerodynamicznego” wznosi się prostopadle nad *Mayo*. Wysokość tego wzniesienia wynosi ok. 15 m. Przy starcie całkowicie obciążonego *Mercurgo* (t. zn. do 9500 kg) wzniesienie to będzie prawdopodobnie nieco mniejsze. Po odzepsaniu się wspomnianego zaczepu *Mayo* idzie w dół częściowo z powodu nagłej utraty nośności (ok. 2270 kg), a częściowo dlatego, że przy próbach pilot *Mayo* skierował ją w dół bezpośrednio po wystartowaniu *Mercurgo*. Takie warunki startu zapewniają bezpieczeństwo przez usunięcie możliwości zaczepienia ogonów tych samolotów.

Sam mechanizm, umożliwiający połączenie, a następnie rozłączenie samolotów, jest zbudowany tak, że wskazuje pilotom chwilę właściwą do wyłączenia zaczepów mechanicznych, zarazem umożliwia im nierozłączanie tych zaczepów o ile przy odpowiedniej sile aerodynamicznej (ok. 2270 kg) zespół zajmuje położenie, niedogodne dla startu wysokościowego, może to mieć miejsce np. przy schodzeniu do przymusowego wodowania i t. p.

Ponieważ sztywne połączenie samolotów utrudniałoby znacznie start wysokościowy, przeto zadowolono się połączeniem w jednym punkcie; pilot *Mayo* posiada wskaźniki trzymu *Mercurgo*, aby mógł swój samolot ustawić odpowiednio (jak wiemy górny samolot ma zablokowane mechanizmy sterowe). Tutaj więc również uwzględniono czynnik bezpieczeństwa.

Powodzenie prób nie oznacza bynajmniej pokonania wszystkich trudności przed rozpoczęciem eksploatacji w nalazku. Przede wszystkim musi być zrobiona próba wysokościowego startu z pełnym obciążeniem. Po dalszym wyniku tej próby należy przystąpić do budowy drugiego egzemplarza *Mayo*, aby znacznie obciążony samolot mógł wystartować w drogę powrotną. Ten etap pracy nie nastręczy trudności.

Następnie należy rozważyć możliwość przewozu pasażerów zamiast poczty (4—5 osób z bagażem), zmniejszenie rezerwy paliwa w celu zwiększenia ładunku płatnego.

*) Por. art. „Próba Mayo”, Przegl. Techniczny, zeszyt 1—2 z r. b.

Widzimy więc, że dużo pracy trzeba jeszcze włożyć przed praktycznym wykorzystaniem pomysłu mjr. Mayo.

Zastosowanie startu wysokościowego do celów wojennych ma swe dobre strony przez umożliwienie wykorzystania b. wielkiego obciążenia samolotu, praktycznie biorąc niezależnie od pogody panującej na poziomie morza, bowiem start wysokościowy może się odbyć na pułapie o warunkach optymalnych. Co się tyczy startu zespołu, to łodzie latające z reguły mają start bardziej niezależny od stanu morza i wiatru, niż wodnosamoloty pływakowe. Tutaj więc pomysł mjr. Mayo upraszcza znacznie praktyczne zastosowanie tych samolotów w razie wojny. Ciężar użyteczny nie jest duży — wynosi ok. 450 kg. Należy zwrócić uwagę, że długodystansowe przeloty na samolotach wojennych były zawsze robione z praktycznie biorąc zerowym ciężarem użytecznym, gdyż samoloty te musiały być wyposażone w dodatkowe zbiorniki materiałów pędnych. Wodnosamoloty typu *Mercury* nadają się do wykorzystania dla celów wojennych. Pożądane zmiany, oprócz wymienionych już w opublikowanej pracy „Próba Mayo” powinnyby objąć zmniejszenie ilości silników do 2, tak, aby moc całkowita nie była mniejsza od dotychczasowej oraz zamontowanie uzbrojenia, np. 2 działek *Madsena* 23 mm o ciężarze 52 kg; pociski tych działek mają tor płaski na odległości kilkakrotnie większej od możliwej do wykorzystania w wale powietrznej. Zresztą uzbrojenie można dostosowywać do zasięgu — im mniejszy zasięg, tym mniejsza ilość paliwa, a więc większy ciężar do wykorzystania.

W obecnym stanie rzeczy, wbrew wielu pesymistycznym głosom, uważamy pomysł mjr. Mayo za całkowicie nadający się do wykorzystania zarówno do celów cywilnych jak i wojennych.

Raf.

KRONIKA PRZEMYSŁOWA

Niemiecki plan budowy międzynarodowej sieci autostrad w Europie.

Idea autostrady zrodziła się we Włoszech. Jej twórcą był inż. *Pierro Puricelli*. Pierwszą autostradę buduje się we Włoszech, jest nią linia „Mediolan-Jeziora”, otwarta w r. 1924. Ideę międzynarodowej sieci autostrad w Europie podejmuje „Międzynarodowe Biuro Pracy”, zwołując Pierwszy Międzynarodowy Kongres w r. 1931 do Genewy. Drugi kongres obraduje w r. 1932 w Mediolanie. Od r. 1933 w dziedzinie budowy autostrad wysuwają się na plan pierwszy Niemcy, zapowiadając budowę sieci krajowej długości 7 000 km. Układ sił obu tych potęg „autostradowych” w dzisiejszej Europie można wyrazić stosunkiem długości, będących w eksploatacji, linii autostradowych. Wynosiła ona na dzień 1.VIII. 1937 r. (według danych „Polski Gospodarczej” XVIII 50) dla Włoch: 505 km, dla Niemiec 1 422 km.

Widoczna przewaga Niemiec zachęciła *Kurta Kaftana* do opracowania projektu międzynarodowej sieci autostrad, będącej przedłużeniem już istniejącej, względnie mającej się w najbliższym czasie wykończyć, sieci niemieckiej. Pod hasłem „Europa braucht Autobahnen” (Reichsportverlag Berlin 1937) występuje *Kaftan* w szczególonym, na studiach nad kierunkami ruchu opartym, zarówno technicznym jak i finansowym planem zbudowania w najbliższym czasie 65 000 km międzynarodowych autostrad, z czego na Polskę przypadałoby 4 575 km. *Kaftan* proponuje powołanie w poszczególnych krajach odpowiednich urzędów do wykonania wstępnych projektów, utworzenia po upływie 1½ roku międzynarodowej komisji, której zadaniem byłoby ustalenie kolejno-

ści budowy autostrad w poszczególnych krajach. Opierając się na doświadczeniach niemieckich, proponuje zużycie na ten cel sum, przeznaczonych na walkę z bezrobociem: z sum, wykładanych przez państwa na budowę autostrad, należy odliczyć do 40% sumy, które pochłonęłyby zasiłki dla bezrobotnych, ponadto do 30% sumy, które wracają do kas pod postacią podatków i opłat specjalnych. Autor przeprowadza analogię z rozwojem międzynarodowej sieci kolejowej, której budowa trwała dziesiątki lat i przyczyniła się do rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego Europy i świata.

Podaje na zakończenie cyfry, charakteryzujące rozmach niemiecki w dziedzinie autostradowej. Wykonanie całego planu (7 000 km) wymagać będzie wżruszenia góry ziemi o wysokości Mont-Blanc, zużycia 2 milionów t stali i żelaza, 7 milionów t cementu, 2 500 lokomotywek wąskotorowych, 52 000 wagonetek i t. d.

Rozwój przemysłu gumowego w Polsce.

Rozwój przemysłu gumowego w Polsce w ciągu ostatnich lat jest olbrzymi. Przyjmując przywóz podstawowych surowców (kauczuku surowego i mlecza oraz gumy regenerowanej) za 100 dla roku 1933, otrzymujemy dla lat następnych 1935, 1936 i 1937 wskaźniki: 196, 214, 273, względnie 113, 153, 494. Potwierdza to również statystyka produkcji, opracowana przez G. U. S., przy czym ostatnie dane dotyczą roku 1936. Przyjmując produkcję w r. 1933 = 100, otrzymujemy następujące wskaźniki dla szeregu artykułów: masywy powozowe 200, 1271, 1371; podeszwy gumowe 36, 450 i 1157; rękawice techniczne i chirurgiczne 300, 700, 700; chodniki 259, 253, 522; pasy 212, 278, 495; ebonit i wyroby z ebonitu 144, 231, 267. „Szybki ten rozwój w dziale produkcji artykułów technicznych — stwierdza inż. *Diamond* w „Polsce Gospodarczej” XVIII/52 — wymagał rozbudowy inwestycji”. W r. 1936 proces ten można uznać prawie za zakończony, ponieważ polski przemysł gumowy wykonuje już prawie wszystkie rodzaje wyrobów gumowych, opartych na przerobie surowego kauczuku. Gorzej natomiast przedstawia się sprawa z przerobem mlecza kauczukowego, stanowiącego najnowszą zdobycz techniki gumowej świata. Dzięki taniej robociznie może Polska podjąć na rynkach światowych konkurencję z wyrobami niemieckimi, angielskimi, amerykańskimi. Dalsza rozbudowa produkcji winna iść, zdaniem cytowanego autora, w kierunku wypełnienia sezonowych luk produkcyjnych w fabrykach przez rozbudowę w nich dodatkowych urządzeń, jednak w oparciu o podstawowy aparat techniczny tych fabryk. Fabryki przemysłu gumowego, które już to zrobiły, wykazują duże zyski bilansowe, natomiast inne, mimo dobrej ogólnej koniunktury gumowej, strąty. Zagadnienie cen i jakości wyrobów gumowych, ze względu na ich ogólnoprzemysłowe znaczenie, wymagałoby porozumienia na terenie instytucji ogólnoprzemysłowych. Podniesienie jakości tych wyrobów, których poziom cen zbliża się do zagranicy, i ustalenie pewnych norm, odpowiadających różnym jakościom, wydaje się być sprawą aktualną, jeśli nie pilną.

a. b.

BIBLIOGRAFIA

A. *Zischka*. „Nauka łamie monopol”. Książnica-Atlas. Lwów — Warszawa.

Książnica-Atlas zapowiada serię wydawnictw pod nazwą „Przemiany” która obejmuje przekłady z dzieł, poświęconych zagadnieniom surowców i techniki. Jako pierwszy tom wymienionej serii ukazała się książka, znanego

niemieckiego publicyście od spraw gospodarki światowej. A. Zischka, pod tytułem „Nauka łamie monopol”. Zischka z właściwym sobie talentem literackim opisuje w sposób barwny i zajmujący dzieje przemysłu surowcowego, wykorzystując bogaty materiał faktów, jaki zdołał zebrać z licznych dzieł specjalnych, których spis zamieścił przy końcu książki. Bibliografia, wprawdzie ograniczona przeważnie do literatury niemieckiej, podnosi wartość książki.

Oto przegląd jej treści: I. Najważniejsze ze wszystkich zwycięstw: przewyciężenie lęku. II. Walka Europy z głodem. III. Cukier z buraków, drzewa i węgla. IV. Uszlachetnione drzewa. V. Wełna bez owiec. VI. Kauczuk z wapna i węgla, przeciw „kuczukowi z krwi”. VII. Prześcignięsmy przyrodę. VIII. Bolączka syntezy surowcowej; metale IX. Pokarm dla maszyn. X. Nauka łamie przywileje. Podtytuł rozdziału o metalach brzmi niepokojąco: „Chromu i ołowiu na 9, cynku na 18 lat; a co po tym”? Zischka opiera się na obliczeniach niemieckiej pary uczonych I. i W. Noddack z Freibergu i stwierdza, że „Europa, która od tysięcy lat kopała metale, co dało nazwę epoce żelaza i brązu, nie ma już prawie żadnych poważniejszych złóż metalowych”. Ale nowe metody geochemiczne i geofizyczne pozwolą niewątpliwie odkryć nowe, dzisiaj nieznanne pokłady. Metody te dają, jak sędzić z ostatnich wyników, coraz lepsze rezultaty: w lipcu 1936 r. odkryto w Pensylwanii pokłady węgla, w Ontario pokłady niklu przy pomocy prądów elektrycznych. Syntezy metali dotychczas się nie udały, pozostaje wyzyskiwanie metali „rozproszonych”, oszczędzanie i odzyskiwanie metali. Zischka podaje szereg ciekawych przykładów: niemiecka akcja gromadzenia tubek pasty do zębów, przy tygodniowym spożyciu 8 milionów tub, mogłaby dać 4160 t cyny rocznej oszczędności. Dzięki „elektrofiltracji” potrafiła kopalnia miedzi w Montana odzyskać dziennie 7000 kg miedzi i pyłu cynkowego, wydobywając je z kurzu, ułatniającego w powietrze. Pokrywanie „durabilitem” (kauczukiem) przedmiotów metalowych, stosowanie metody „eloksacyjnej” dla ochrony aluminium może dać również znaczną oszczędność w spożyciu metali. Wykorzystując prace wspomnianej już pary uczonych Noddack potrafiliby Niemcy przywrócić opłacalność wyczerpanym oddawna kopalniom cynku, wzmoczyć jej produkcję do 40 000 t rocznie i uniezależnić się od przywozu cynku. Metale są „rozproszone” nie tylko w ziemi, ale i w morzu. W Hute Beach koło Wilmington przetwarza Ethyl-Dow Corporation dziennie 37 milionów gallonów wody morskiej na brom; w tej jedynej fabryce amerykańskiej uzyskuje się 7,5 t bromu z morza. Okazuje się, że „szukanie szpilki w stogu siana” jak Haber nazwał swe próby odkrycia zioła w wodzie morskiej, nie jest już tak beznadziejne. W laboratoriach zaczyna się już naśladować ostrygi, które kondensują miedź, zawartą w morzu. „Metale są bolączką syntetyków, ale ratunku oczekiwać można od geologów i inżynierów” — kończy Zischka interesujący rozdział o metalach.

Bogaty materiał faktów, podany w starannej oprawie literackiej ogromnie ułatwiającej czytanie, charakteryzuje wszystkie dotychczasowe prace autora. „Książnica” zapowiada tłumaczenie jego książki o bawelnie. Głęboka wiara Zischki w twórcze wartości nauki dodaje pracom jego szczególnego uroku. „Nauka stworzyła bogactwo. Odkryła przecięź tysiąc, jeszcze przed stu laty nieznanych, źródeł chleba i radości życia. Tylko nauka stworzyła prawdziwą demokrację, ku pożytkowi wszystkich” — w tym hymnie na cześć techniki i przyrodoznawstwa zawarte jest credo ideowe naszego autora.

Książkę warto przeczytać i innym do czytania polecić.

Wydawcy zaopatrzyli książkę (liczy 328 str. i kosztuje 10 zł.) w zdjecia polskich zakładów przemysłowych. Bard.

Machine Designers Guide. K. W. Najder. Str. 259. Wyłączną sprzedaż: Mrs Kasimir W. Najder. Lake Orion, Michigan.

Autor, ś. p. Kazimierz Najder, podjął się ciężkiej dla praktyka pracy napisania podręcznika dla konstruktorów maszyn.

Autor zebrał w czasie swej pracy zawodowej wzory najczęściej potrzebne konstruktorowi samochodów i poparł je przykładami, które ułatwiają znacznie zastosowanie początkującym i są ciekawym materiałem dla starszych. Choć podręcznik ten pozornie zawiera niemal to samo, co rozmaite kalendarze techniczne, to różni się przykładami i dużym praktycznym doświadczeniem autora.

Od autora podręcznika żądamy, aby znalazł przede wszystkim dobrze zależności matematyczne i mechaniczne, miał dar i zamiłowanie do przedstawiania ich w sposób jasny i prosty, co nie każdy „teoretyk” i nie każdy „praktyk” umie.

W czasach, gdy nasi konstruktorzy samochodów czynią pierwsze żywsze wysiłki uwolnienia się z więzów różnych licencji, rozwiązanie kilka pytań mających związek z budową samochodów może być ciekawe nie tylko dla młodych, lecz również i dla starszych.

Wartość omawianego podręcznika określiło już uznanie szerokiej rzeszy techników w Ameryce. Byłoby wskazane, aby nasz świat techniczny zainteresował się tą pracą i znalazł się ktoś, kłoby przetłumaczył ją na język ojczysty autora.

W. K.

Inż. Marcin Maślanka. Niebezpieczeństwo techniki i cywilizacja przemysłowa. Legenda XX wieku. Lwów 1937. Księgarnia A. Krauczyński. Str. 337.

Do napisania tej książki zachęciło autora powodzenie, jakie zdobyła wśród techników pierwsza filozofia techniki, napisana przez inżyniera, profesora politechniki w Zurychu, A. Stodolę pod tytułem „Gedanken zu einer Weltanschauung vom Standpunkte des Ingenieurs”. Praca inż. Maślanki jest pierwszą w literaturze polskiej próbą ujęcia zagadnień techniczno-przemysłowych z punktu widzenia filozoficznego, w oparciu o materiał faktów, zaczerpnięty z polskiej rzeczywistości. Część pierwsza („Zaranie, rozwój i przerost techniki”) była drukowana w „Gregorianum”, w części drugiej („Wynalazczość techniczna i potrzeby społeczne”) przedstawia autor wynalazczość, jako czynnik walki z entropią, w części trzeciej („Niebezpieczeństwo techniki i jego równoważnik”) omawia zmiany w kulturze duchowej pod wpływem postępu techniki, w części czwartej („Porządek techniki i powikłania życiowe”) poruszone zostały zagadnienia teorio-poznawcze, w związku z nowymi zdobyczami w dziedzinie poznania budowy materii.

Subtelne rozważania na temat wpływu, jaki wywarło na rozwój nauk przyrodniczych przejście od średniowieczno-arystotelesowskiego pojmowania świata jako czegoś stałego i niezmiennego do renesansowego ujęcia dynamiki zjawisk, wskazuje na dobre filozoficzne przygotowanie autora, na ogół dosyć rzadkie wśród techników. Uwagi na temat oporu, na jakie natrafia wielki przemysł w opanowaniu różnych zawodów rzemieślniczych, pokazane na przykładzie rzemiosła ciesielskiego wskazują na to, że i nowoczesna socjologia nie jest obca autorowi.

Książka ciekawa, mocno jednostronna, wymaga pogłębienia

a. b.

LISTY DO REDAKCJI

W sprawie art. p. t. „Zespoły śmigło-silnikowe w nowoczesnych samolotach”, zes. 6 „Przeglądu Technicznego” z r. b.

Analizatory automatycznie regulujące mieszankę (str. 187 łam 2, w. 10 od góry) nie istnieją. Prawdopodobnie Autorowi chodziło o urządzenie, samoczynnie regulujące skład mieszanki, uzyskiwanej w gaźniku, t. zw. samoczynną pompką wysokościową.

Głównym powodem stosowania śmigła dwuskoku nie jest bynajmniej „właściwe wykorzystanie mocy ze względu na jej spadek przy wzroście wysokości” (str. 187, łam 2, w. 5 od dołu), ale dążenie do lepszego wyzyskania mocy silnika i podwyższenia sprawności śmigła, co w ostatecznym wyniku daje większy ciąg śmigła, a zatem skrócenie startu w porównaniu do tych samych wyników, uzyskanych przy użyciu śmigła o stałym skoku.

Autor określa istotę doładowywania silników w ten sposób, że wywołuje wrażenie (str. 188, łam 1, w. 12 od góry), że do mieszanki jest dodawany tlen pod ciśnieniem, gdy tymczasem chodzi tu po prostu o sprężanie powietrza bądź też mieszanki (sprężarka przed bądź też za gaźnikiem). Również wymagają sprostowania wywody, uzasadniające konieczność ograniczenia ciśnienia ładowania przy ziemi. Zasadniczą rolę odgrywa tu skłonność paliw lotniczych do detonacji, natomiast nieprawdopodobna jest ewentualność rozsypania się silnika bądź też łożysk sprężarki (str. 188, łam 1, w. 16 od góry i 29 od dołu).

Autor uważa, iż każdy zna zasady działania i konstrukcji regulatorów ciśnienia ładowania (str. 188, łam 1, w. 20 od dołu), i nie opisuje tych rzeczy. Dla czego więc wyjaśniał, na czym polega doładowywanie, mimo że znajomość tej sprawy jest wśród czytelników „Przeglądu Technicznego” niewątpliwie znacznie szerzej rozpowszechniona, aniżeli znajomość regulatorów ciśnienia ładowania.

Jak dobrze wiadomo, moc pochłaniana przez określony typ śmigła o stałym skoku zależy wyłącznie od jego obrotów oraz od gęstości powietrza, w którym śmigło pracuje. Wynika z tego, że jeżeli dwa identyczne śmigła pracują na tym samym samolocie z taką samą ilością obrotów, to napędzające je silniki rozwijają jednakowe moce. Natomiast Autor twierdzi, że w wypadku dwóch jednakowych zsynchronizowanych śmigieł (str. 189, łam 1, w. 24 od góry) moc zależy od ciśnienia ładowania (str. 189, łam 1, w. 32 od dołu), zapominając o tym, że w miarę pogarszania się

stanu silnika uzyskanie pewnej, określonej mocy może wymagać coraz wyższych ciśnień ładowania.

Uwagi Autora o ustawianiu kątów łopatek dwuskoków i typu „Constant Speed” (str. 189, koniec 1 i początek 2 łamu) są niezrozumiałe dla niewtajemniczonego czytelnika, który nie wie (Autor mu tego nie wyjaśnił), jaka jest zasada zmiany skoku śmigieł *Hamilton Standard* (nie *Ham. Stand.*, jak pisze Autor) oraz jaką rolę spełniają przy tym przeciwwagi lub kamienie (str. 189, łam 2, w. 1 od góry). Czytelnik nie może również wiedzieć, że śmigło *Hamilton Standard* o stałej ilości obrotów jest ewolucją dwuskoku tej samej firmy. Inż. J. Tuszyński.

ŻYCIE STOWARZYSZENIA

TECHNIKÓW POLSKICH W WARSZAWIE

Z SALI ODCZYTOWEJ

Dnia 18 marca r. b. p. J. Krasicki wygłosił odczyt p. t. „Energia wiatru, silniki wiatrowe, ich zastosowanie i budowa”.

Prelegent omówił znaczenie energii wiatru, jej wyzyskanie w rozmaitych krajach i budowę silników wiatrowych oraz ich zastosowanie do różnych celów.

Silniki wiatrowe znane były już w odległej starożytności (Babilonia, Egipt). Nowoczesne urządzenia silników wiatrowych datują się od początku XX w. Energia wiatru, której wyzyskanie w niektórych krajach jest daleko posunięte (Holandia, Niemcy), u nas jest niedoceniana. Silniki wiatrowe powinny być, ze względu na ich najniższy koszt eksploatacji, więcej stosowane. Rozróżniamy 4 typy silników wiatrowych w zależności od ich mocy, która w praktyce wynosi od ½ do 30 KM, a teoretycznie nawet do 1000 KM. Dla zapewnienia ciągłości pracy silnik wiatrowy należy zaoptać w mały silnik spalinowy.

Największe zapotrzebowanie na silniki w Polsce waha się od 1 do 4 KM, stanowi ono 75% ogólnego zapotrzebowania. Koszt eksploatacji silnika o mocy 3 KM wynosi ok. 100 zł. rocznie, a cena typów wyrabianych w kraju od 500 do 1200 zł./KM.

Najczęściej spotykane silniki tego rodzaju — to wiatraki. W zakończeniu Prelegent omówił różne typy stosowanych w różnych krajach silników wiatrowych, ich cechy charakterystyczne oraz tendencje rozwojowe silników wiatrowych.

Odczyt był ilustrowany modelami wiatraków i przezroczami.

TREŚĆ:

Wpływ odkształceń na korozję stalowych rur wodociągowych, prof. dr. A. Skąpski i dr. E. Chyżewski.
Metoda elektromagnetycznego wykrywania pęknięć w stali, inż. K. Kornfeld.
Wieża szybowa kopalni „Dorota” koło Sosnowca, inż. T. Kozłowski.
Tarany hydrauliczne, inż. J. Stiksa.
Czasiczasomierz, inż. A. Pauly.
Nowości techniczne.
Kronika przemysłowa.
Bibliografia.
Listy do Redakcji.
Biuletyn Koła Inżynierów Mierniczych.
Przegląd Czasopism.

SOMMAIRE:

L'influence des déformations sur la corrosion des tubes d'acier, par M. le prof. A. Skąpski et E. Chyżewski.
La méthode électromagnétique pour la recherche des criques en acier, par M. K. Kornfeld.
La tour de puits de la mine „Dorota” près de Sosnowiec, par M. T. Kozłowski.
L'exploitation les plus petites forces hydrauliques, par M. J. Stiksa.
Le temps et le chronomètre, par M. A. Pauly.
Informations diverses.
Chronique.
Bibliographie.
Lettres reçues par la Redaction.
Bulletin.
Revue des journaux.