

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- Zarys projektu i budowy państwowego wodociągu z Maczek dla Zagłębia dąbrowskiego i górnośląskiego, nap. Inż. Kazimierz Nowakowski. Dyrektor Państwowych Zakładów Wodociągowych.
- O stalach miedziowych (dok.), nap. Mikołaj Dubowicki, Inżynier metalurg.
- W sprawie tolerancji długościowych sprawdzianów długościowych i kształtowych, nap. Inż. Aleksander Stulgiński.
- Metoda fotoelektryczna badania ruchu cząsteczek zawieszonych w wodzie rzek, nap. Inż. Paweł Jakuszow.
- Przegląd pism technicznych.

SOMMAIRE:

- Le projet et la construction de l'usine d'eau et des conduites d'alimentation d'eau pour le bassin houiller polonais, par M. K. Nowakowski, Ingénieur.
- Sur les aciers au cuivre (suite et fin), par M. M. Dubowicki, Ingénieur-métallurgiste.
- Sur les tolérances longitudinales des calibres longitudinaux et façonnés par M. A. Stulgiński, Ingénieur.
- La méthode photoélectrique de contrôle du mouvement des particules suspendues en eau des rivières, par M. P. Jakouchoff, Ingénieur.
- Revue documentaire.

Zarys projektu i budowy państwowego wodociągu z Maczek dla Zagłębia dąbrowskiego i górnośląskiego.

Napisał Inż. Kazimierz Nowakowski, Dyrektor Państwowych Zakładów Wodociągowych.

W górnośląskim okręgu przemysłowym, pod którym głównie rozumieć należy obszar zajmowany przez południowe gminy powiatu Tarnogórskiego, miasto Katowice i powiat, miasto Królewską Hutę i powiat Świętochłowicki, zaopatrywaną jest w wodę z państwowego wodociągu z szybu Staszica pod Tarnowskimi Górami niemal że cała ludność oraz wielki przemysł powiatu Świętochłowickiego (z wyłączeniem 6-ciu gmin północnych), miasto Królewska Huta oraz 4 gminy zachodnie i gmina Chorzów powiatu Katowickiego, za pośrednictwem dwóch rurociągów o średnicy 500 i 350 mm, przebiegających w swej środkowej części na długości około 9000 m przez tereny niemieckiego G. Śląska w okolicach miasta Bytomia.

Do całkowitego obszaru zaopatrywania państwowego wodociągu wchodzi nadto 5 gmin południowych z powiatu Tarnogórskiego, częściowo i miasto Tarnowskie Góry, dwie gminy z niemieckiego G. Śląska i szereg drobnych pojedynczych odbiorców wody (rys. 1).

Prawo korzystania z części rurociągów, leżących na terenie niemieckim i stanowiących własność niemiecką, uzyskała Polska od Niemców na zasadzie Układu polsko-niemieckiego, zawartego dnia

15 maja 1922 r. w Genewie (Konwencja Genewska), którego termin wygaśnięcia upływa, jak wiadomo, w lipcu 1937 r.

Z układu wynikły stan rzeczy nałożył na Polskę obowiązek względem odbiorców wody, by do 1937 r. posiadała takie nowe urządzenia wodociągowe na Śląsku, które całkowicie zastąpiłyby działalność państwowego wodociągu z szybu Staszica na wyżej wymienionym obszarze zaopatrywania, oraz by w ten sposób usunięta została niebezpieczna zależność od Niemiec.

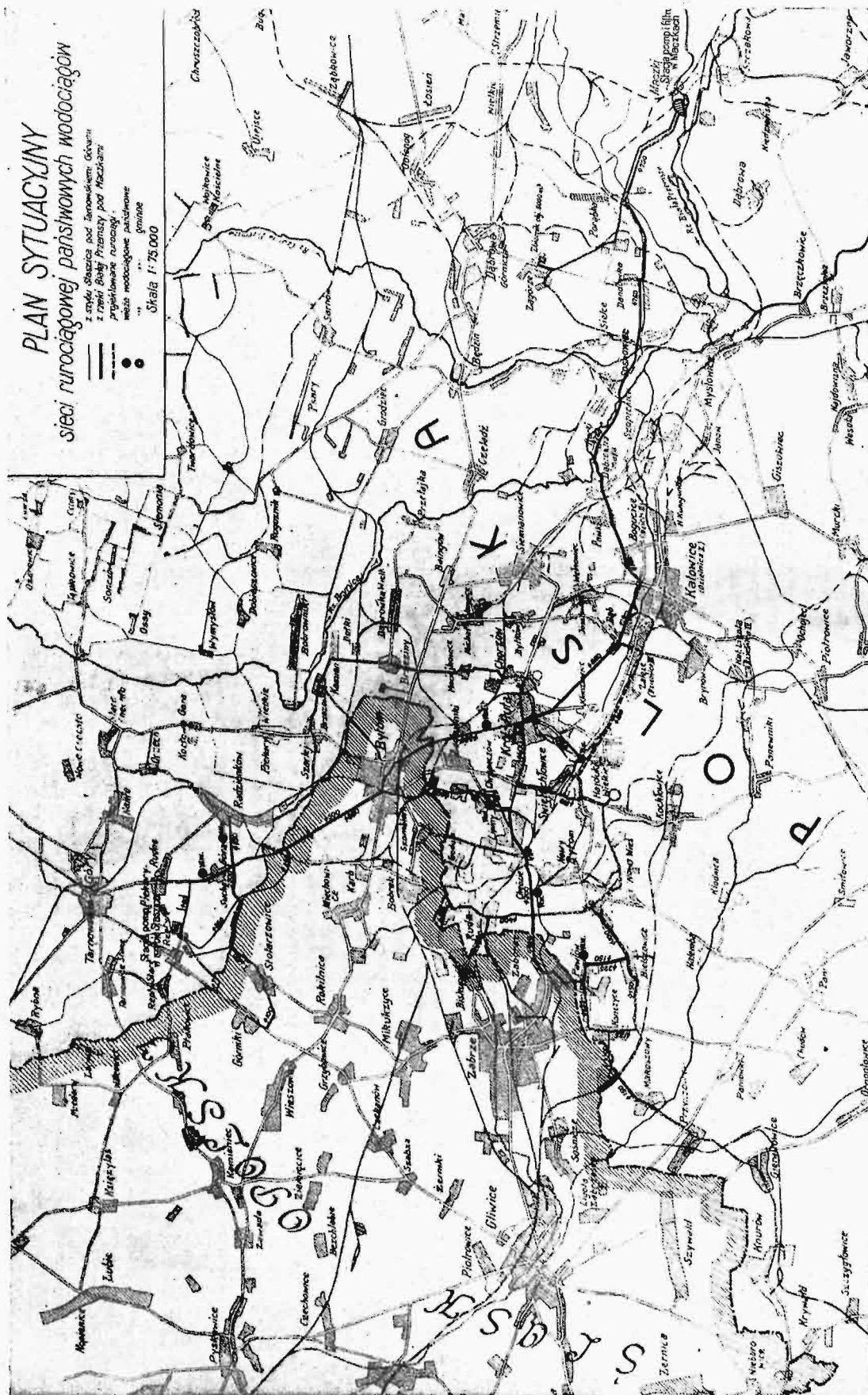
Tym dwóm kardynalnym założeniom odpowiedzieć ma zaprojektowany nowy państwowy wodociąg z Maczek, którego budowa rozpoczęta została w połowie 1929 r. Tenże wodociąg po rozbudowie przejmie dzisiejszych odbiorców wody na Śląsku, oprócz tego, poza zaopatrywaniem miasta Sosnowca, rozszerzy swoją działalność na dalsze obszary zagłębia dąbrowskiego i w końcu rozciągnie swoją działalność na najbliższej koło Maczek położone gminy powiatu Chrzanowskiego.

Wodociąg z Maczek, oprócz zobowiązań natury politycznej i celu społecznego, ma również wypełnić doniosłe zadania gospodarcze, a w szczególności ma usunąć katastrofalny brak wody, jaki daje

0.251/53

się odczuwać na obszarze zaopatrywania w porze letniej; będzie on nadto tworzył niezawodną rezer-

głównie dwóch wspomnianych rurociągów, ułożonych w znacznych częściach na terenach podkopa-



Rys. 1. Plan sytuacyjny sieci rurociągowej wodociągów państwowych w zagłębiu węglowym.

wę do 1937 r. w wypadkach przerwy w dostawie wody z szybu Staszica z powodu częstych pęknięć

nych, co powoduje tak dla odbiorców wody, jak i przedsiębiorstwa, poważne straty materialne; wresz-

cie w Zagłębiu dąbrowskim przyniesie poważną ulgę ludności zamieszkałej w gminach pozbawionych wody, wskutek odciążenia jej przez rozwijające się kopalnie węgla.

Powyższe więc względy zdecydowały głównie o tem, że budowa wodociągu nie została odłożona na czas późniejszy, jakby to można było zrobić, licząc się jedynie z terminem wskazanym w Konwencji, lecz została podjęta wcześniej.

Generalny, a częściowo i szczegółowy projekt państwowego wodociągu z Maczek wykończony był, za zgodą Ministerstwa Robót Publicznych, przy współpracy projektanta — Inż. D-ra Rosłońskiego — przez Zarząd Państwowych Zakładów Wodociągowych w 1927 r., poczem jednak, wskutek braku kredytów, nastąpiła przerwa w robotach nad projektem.

Uzyskanie w 1928 r. dalszych kredytów i zapewnienie kredytu na budowę zezwoliło na utworzenie kierownictwa budowy i ponowne podjęcie prac około projektu oraz przygotowanie do budowy. Według zestawień, ogólny kosztorys budowy, bez interkalaryj, przy dzisiejszych cenach robocizny, żelaza i innych materiałów, mieści się w kwocie zł. 23 500 000, przyczem wydajność urządzeń stacji pomp i filtrów w Maczkach wyniesie okragło 40 000 m³ wody dziennie, która to ilość zapotrzebowania przy dzisiejszym stopniu konsumpcji spodziewana jest około 1940 roku.

Finansowe trudności, względy rentowności i brak projektu szczegółowego II-giej serii robót podykłowały program budowy i rozłożenie tejże na 2 stadja budowy, z których pierwsze stadjum dzieli się na 2 serie robót. Z tych pierwsza wykończona została w końcu 1930 r., druga zaś znajduje się w budowie, i wykończenia jej spodziewać się należy w początkach 1932 r. Do budowy drugiego stadjum przystąpią Państwowe Zakłady Wodociągowe po zrealizowaniu pożyczki długoterminowej w kwocie zł. 20 000 000, gwarantowanej przez Skarb Państwa, na której zaciągnięcie uzyskały już zezwolenie ustawowe. Roboty II-go stadjum ukończone być muszą również przed upływem terminu wygaśnięcia Konwencji i koszt ich przewiduje się na zł. 8 500 000, łącznie już z ułożeniem rurociągu o średnicy 600 mm, długości 9200 m, z Maczek do Zagórz, kosztem około zł. 2 000 000.

Na powyższy koszt składają się w ogólnym zarysie następujące roboty:

W Maczkach:	
a) rozszerzenie urządzeń stacji pomp i filtrów w Maczkach do wydajności 40 000 m ³ wody dziennie i inne drobne urządzenia	zł. 2 700 000
Na Śląsku:	
b) ułożenie rurociągów na Śląsku około 9200 m od średnicy 500 mm i około 16 000 m od średnicy 350 do 150 mm.	„ 3 200 000
c) budowa zbiornika wodociągowego o pojemności do 4 000 m ³ w Kochtowicach.	„ 600 000
d) ewentualnie ułożenie rurociągu o średnicy 600 mm z Maczek do zbiornika wodociągowego w Zagórz	„ 2 000 000
Razem	zł. 8 500 000

Na serję pierwszą i drugą robót pierwszego stadjum budowy złożyły się następujące budowle i urządzenia, których koszt wyniesie okragło zł. 15 000 000. W Maczkach: budowa żelbetowego jazu na rzece Białej Przemszy, łącznie z kanałem betonowym, doprowadzającym wodę do osadnika i stacji pomp wody rzecznej, budynek maszynowy z urządzeniem do pompowania wody rzecznej, żelazobetonowy 4-komorowy odmulnik i 2-komorowy filtr piaskowy oraz zbiornik wody filtrowanej na pojemność 3500 m³ wody, budynek maszynowy z urządzeniem ruchu dla wody filtrowanej, dom administracyjny z urządzeniem laboratorium chemiczno-bakterjologicznego, 2 domy — urzędniczy i robotniczy, droga dojazdowa, oświetlenie, kanalizacja, ogrodzenia i t. p., 9 km linii przesyłowej wysokiego napięcia z elektrowni okręgowej w Jaworznie do Maczek; w Zagórz — zbiornik beto-



Rys. 2. Układanie rurociągu z rur \varnothing 750 mm, długości 12 m, z kutego żelaza.

nowy o pojemności 5000 m³, a wkońcu ułożenie żelaznego kutego rurociągu o średnicy 750 mm na długości łącznej okragło 22 km, na terenie Zagłębia Dąbrowskiego od Maczek do rzeki Brynicy z połączeniem dla miasta Sosnowca na Górze Dębowej, skąd do Dąbia na Śląsku, oraz rurociągu o średnicy 650 mm na długości około 5 km od Dąbia do miejskiej wieży wodociągowej w Królewskiej Hucie.

Na rurociągu zbudowano akwadukty żelaznej konstrukcji, idąc w kierunku od Maczek na Śląsk, nad kolejką piaskową koło kopalni Juljusz, na rzece Bobrku, Czarnej Przemszy, kanale sosnowieckim, rzece Brynicy i przez most Wolności w Królewskiej Hucie oraz kilkanaście żelbetowych przepustów na skrzyżowaniach rurociągu z kolejkami przemysłowymi i kolejami państwowymi.

Wydajność urządzeń stacji pomp i filtrów w Maczkach w pierwszym stadjum budowy może do-

sięgnąć granicy 15 000 m³ wody dziennie, rurociągiem zaś o średnicy 750 mm można przetłoczyć do 44 000 m³ wody dziennie, przy maksymalnej prędkości 100 cm/sek, jaz i kanał doprowadzający zbudowany został na całkowitą przyszłą wydajność wodociągu 130 000 m³ wody dziennie, t. j. dla poboru wody z rzeki 1500 litrów na sekundę. Jest to ilość zastrzeżona Państwowym Zakładom Wodociągowym uprawnieniem koncesyjnym, udzielonem orzeczeniem Starostwa w Chrzanowie, na podstawie przeprowadzonego dochodzenia wodno-prawnego.

Dalsza rozbudowa wodociągu z Maczek zależeć będzie od rozwoju konsumpcji i warunków uzyskania kredytów na ułożenie nowych rurociągów konsumcyjnych tak dla gmin na Śląsku, jak i w Zagłębiu Dąbrowskiem, dalej odległych od państwowego rurociągu — również pozbawionych zdrowej wody do picia.

W razie zwiększonego zapotrzebowania wody, aniżeli to projekt przewiduje, pobór wody z rzeki Białej Przemszy bez wpływu na inne zakłady, korzystające z rzeki, może być podniesiony do 2000 litrów na sek i więcej, albowiem rzeka Biała Przemsza prowadzi znacznie większe ilości wody, aniżeli to do generalnego projektu przyjęto.

Wodociąg z Maczek, po wykończeniu I-szej serii robót, oddany został do użytku publicznego w styczniu 1931 r., i z niego narazie dostarcza się wody dla miasta Sosnowca w ilości średnio 2000 m³ dziennie, co uważać należy za stosunkowo małą ilość, jeżeli się uwzględni, że miasto Sosnowiec liczy powyżej 100 000 mieszkańców i posiada liczne zakłady przemysłowe. Na niską dotychczasową konsumpcję wpływa mała ilość połączeń domowych oraz niedostateczne zasoby finansowe miasta i właścicieli realności na podniesienie tempa budowy połączeń. Miasto Sosnowiec otrzymuje wodę przez połączenie o średnicy 350 mm, założone na ul. Dębowej, skąd woda dalej tłoczona jest do miejskiej sieci wodociągowej i przez miejski rurociąg do państwowego zbiornika wodociągowego w Zagórze. W czasie zatrzymania ruchu pompowego m. Sosnowiec otrzymuje zatem wodę grawitacyjnie, a stały zapas wody w zbiorniku chroni miasto od braku wody. Przy dzisiejszym małym ruchu wodociągowym i sprawności pomp 60 i 90 l/sek, ciśnienie hydrometryczne w pompach nie przekracza 60 m, gdy przy pełnym ruchu normalnym nie przekroczy 80 m.

Na końcu budowy drugiego stadium, t. zn. przy pełnym 24-godzinnym pompowaniu po 440 litrów na sek i prędkości wody 100 cm/sek w rurociągu, a więc przy max. wydajności wodociągu okrągło 44 000 m³ na dobę, — ciśnienie manometryczne na pompach wyniesie max. 125 m i będzie dostateczne, by wodę w Królewskiej Hucie wytłoczyć do wysokości koty 340 n. p. m., t. j. o 10 m wyżej, aniżeli założone są korony przelewów w zbiornikach

wieży wodociągowej w Królewskiej Hucie i Chropaczowie. Ta nadwyżka ciśnienia potrzebna jest do zaopatrzenia w wodę ludności, która pobudowała się w ostatnich latach na wyższych terenach ni. Królewskiej Huty, oraz do uzyskania wysokości korony przelewu zbiornika wodociągowego w Chropaczowie.

Przy tych założeniach hydrometrycznych, dostosowanych do potrzeb lokalnych i warunków na istniejącej państwowej sieci wodociągowej, stosunki wodne na Śląsku znacznie się poprawią i ludność, jako też i przemysł, będą mogli korzystać w dowolnej ilości z wybornej wody pod względem zdrowotnym i składu chemicznego.

Woda z wodociągu z Maczek w porównaniu do wody z szybu Staszica jest wodą chlorowaną i posiada zaledwie 10° niem. ogólnej twardości, zaś niecałe 3° niem. twardości stałej. Należy ona zatem do wód stojących na granicy wód miękkich i twardych — może być zatem używana w stanie surowym do celów przemysłowych, jak zasila- nia kotłów niskoprężnych, ogrzewań centralnych i innych urządzeń, wrażliwych na osiadanie kamienia kotłowego. Będąc zasadniczo wodą miękką, w codziennem użyciu domowem zaoszczędzi ludności wiele wydatków na zakup mydła i opału, zaś przemysłowi oszczędzi odmiękczenie twardych wód kopalnianych chemikaljami i innymi środkami technicznymi, które kosztowało na Śląsku średnio od 20 do 100 groszy za m³ wody. Ze stosunków śląskich można wnioskować, że przy konsumpcji wody z Maczek do 40 000 m³ dziennie, oszczędność w roku, jaką ludność i wielki przemysł uzyska, przyniesie kilkaset tysięcy złotych, co nie będzie obojętne dla każdego zakładu przemysłowego, dla którego woda wchodzi również jako jeden z czynników kalkulacyjnych.

Pierwsza seria robót wykonana została z pożyczki zł. 6 500 000 i dotacji zł. 1 800 000, uzyskanej ze Skarbu Państwa, oraz funduszami przedsiębiorstwa, drugą zaś serję robót podjęły się sfinansować na dogodnych warunkach górnośląskie firmu Ferrum, Sp. Akc. w Zawodziu i Huta Bismarcka w Wielkich Hajdukach — przez dostarczenie rur i kształtek oraz gotówki na inne materiały i robociznę.

Dotychczasowy postęp budowy został nieco wstrzymany z powodu trudności gospodarczych i finansowych, lecz niema wielkich obaw, by roboty drugiej serii nie zostały wykończone z wiosną 1932 r., wskutek czego wodociąg z Maczek rozpocznie na Śląsku wypełniać swe zadania, pod jakimi jego realizacja doszła do skutku.

Wodociąg z Maczek stanowi jedno z większych dzieł technicznych i zamierzeń państwowych w Polsce i opracowany został wyłącznie polskimi siłami, a wykonany przez robotników polskich i z materiałów krajowych.

O stalach miedziowych^{*)}

Napisał Mikołaj Dubowicki, inżynier metalurg.

Badania stali węglistych o zawartości miedzi do 1% w wodzie dystylowanej i deszczowej wykazały, że — w miarę zwiększenia zawartości miedzi w stali — zwiększa się odporność na korozję, zaś w wodzie morskiej i w roztworze 1% soli kuchennej nie zauważono dodatniego wpływu miedzi; również nad temi samymi stalami przeprowadzono badania w rozcieńczonych kwasach (w 1% H_2SO_4 , 1% HCl), przyczem stwierdzono, że stale miedziowe mniej się rozpuszczają. Stal węglista, zawierająca od 0,25 do 0,5% miedzi, rozpuszcza się od 8 do 10 razy wolniej w 10 do 20% kwasie siarkowym i 8 razy wolniej w 10 do 20% kwasie solnym, niż stal bez miedzi³⁸. Niektóre środki działają w zależności od stężenia bardzo nierównomiernie, np. kwas solny. W roztworach wodnych kwasu azotowego stal miedziowa zachowuje się tak samo, jak zwykła stal węglista. Przeciętnie domieszka miedzi około 0,4% w miękkiej stali, zwiększając jej odporność na działanie korozji pod wpływem atmosfery, jako też rozcieńczonych kwasów (H_2SO_4 , HCl), przedłuża okres pracy o 50 do 100% w porównaniu do stali bez miedzi w tych samych warunkach.

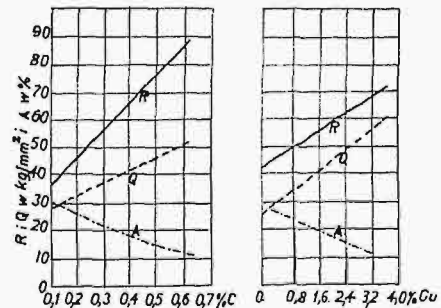
Zwiększoną odporność stali miedziowych pod wpływem działania atmosfery objaśnia się tem, że stal taka pokrywa się podczas procesu rdzewienia warstwą tlenku miedziowego, która to warstwa zmniejsza proces dalszego rdzewienia. Zwiększoną zaś odporność na korozję stali miedziowych w rozcieńczonych roztworach kwasu solnego można tłumaczyć tem, iż stal taka pokrywa się miedzią metaliczną w postaci gąbczastego proszku, z którego powstaje warstewka wodorotlenku miedzi, nie przepuszczająca wody i wstrzymująca zjawisko korozji.

Miedź w stali polepsza jej własności magnetyczne i elektryczne³⁹. Stale miedziowe o dużej zawartości węgla (do 1,2%) i miedzi ((do 5%) mogą być stosowane w stanie hartowanym na trwałę magnesy³⁴ (gdyż posiadają, oprócz zwiększonej odporności na korozję, lepsze własności magnetyczne niż stale węgliste (miedź podwyższa w stalach węglistych siłę koercji, nie obniżając zbyt pozostłości magnetycznej)). Poddając starzeniu się stale miedziowe przeznaczone na magnesy, zauważono, iż spadek strumienia magnetycznego jest mniejszy dla stali miedziowych, niż dla stali węglistych, lecz większy niż dla stali chromowo-wolframowych³⁹.

Dotychczasowi badacze twierdzą, iż miedź w stalach nisko-węglistych nie wpływa dostrzegalnie na zmianę struktury, ani w stanie wyżarzonym, ani w hartowanym. Natomiast w stalach średnio i wysoko-węglistych miedź, podobnie jak fosfor, wyciska węgiel nazewnątrz stref bogatych w miedź i zwiększa segregację. Miedź w stalach twardych

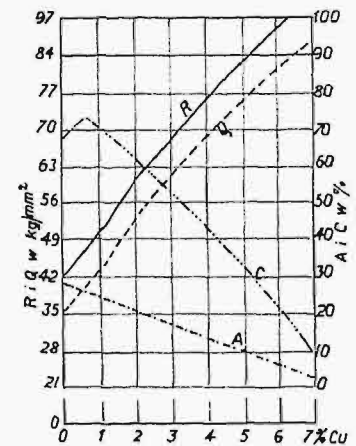
węglistych nie powoduje głębszego zahartowania, jak to ma miejsce w zwykłych stalach węglistych. Stale miedziowe są bardziej wrażliwe na przegrzanie niż zwykła stal węglista; również miedź w stali sprzyja rozrostowi ziaren.

Miedź do zawartości 0,5% w stali miękkiej, jako też półtwardej i twardej, nie wywiera znacznego wpływu na własności mechaniczne i na obróbkę mechaniczną, czy to na gorąco, czy na zimno, włącznie ze spawaniem²⁹. Większe zawartości miedzi — do 3% w stalach węglistych miękkich³⁰, półtwardych⁴⁰ i twardych³⁹ w stanie wyżarzonym, normalizowanym, hartowanym, ulepszonym wpływają na podwyższenie granicy płynności, wytrzymałości i twardości przy równoczesnym nieznacznym spadku wydłużenia, przewężenia i udarności, a z tem jest połączone zwiększenie kruchości.



Rys. 1. Własności mechaniczne stali w zależności od zawartości węgla i miedzi.

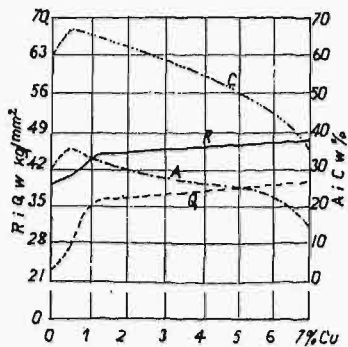
Wpływ miedzi na własności mechaniczne stali miękkiej badał Lipin (1900 r.)². Według niego, 1% miedzi wywołuje to samo podniesienie wytrzymałości, co 0,12% węgla; granica płynności podnosi się silniej niż w stali węglistej, co wynika z rys. 1⁴⁵. Rys. 1 podaje niektóre własności mechaniczne (R, Q, A) stali węglistej miękkiej w zależności od zawartości węgla i miedzi. Własnościami mechanicznymi stali miedziowej zajmowali się i inni badacze, jak Ball i Wingham⁴¹, F. H. Wingham⁴², Breuil⁴³, oraz Burgess i Aston⁴⁴. Na rys. 2 przedstawione są własności mechaniczne (R, Q, A i C) stali miedziowych, według Burgessa i Aston'a, w zależności od zawartości miedzi w stanie kutym po następnym wyżarzeniu. Ci ostatni badacze doszli do wniosku, iż własności stali mie-



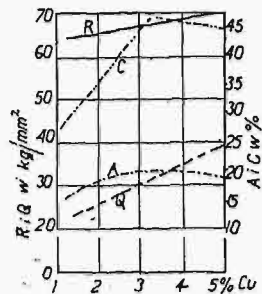
Rys. 2. Własności mechaniczne stali miedziowych w stanie kutym (według Burgess'a i Aston'a).

*) Dokończenie do str. 34 w zesz 3 — 4 z r. b.

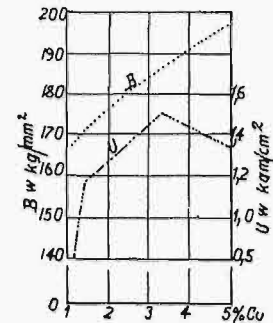
dziowych zbliżają się do własności stali niklowych. Do podobnych wyników doszli C. R. Hayward i A. B. Johnstoun¹⁷. Badania stali miedziowych o dużej zawartości węgla w stanie wyżarzonym o strukturze perlitu kulkowego³⁹, jak to wynika



Rys. 3. Własności mechaniczne stali miedziowych w stanie wyżarzonym (według Burgess'a i Aston'a).

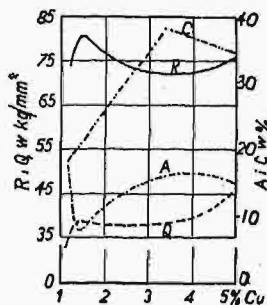


Rys. 4. Własności mechaniczne stali miedziowych w stanie wyżarzonym w zależności od zawartości miedzi przy zawartości węgla 1,1%; struktura: perlit kulkowy.

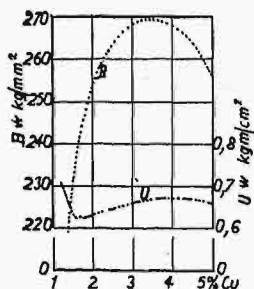


Rys. 5. Twardość i udarność stali miedziowych w stanie wyżarzonym w zależności od zawartości miedzi przy zawartości węgla 1,1%; struktura: perlit kulkowy.

z rys. 4 i 5 (przy 1,1% C), wykazują, iż w miarę wzrostu zawartości miedzi wzrasta granica płynności, wytrzymałości, jako też twardość, zaś wydłużenie i przewężenie rosną tylko do zawartości miedzi około 3%, a powyżej spadają. Na rys. 6 i rys. 7 są podane własności mechaniczne tej samej stali miedziowej (1,1% C) w stanie wyżarzonym, lecz o strukturze perlitu pasemkowego (lamelarnego). Podobnie jak na rys. 4 i rys. 5, tak i na dwóch osiach, jest wyraźny punkt zwrotny, który odpowiada zawartości miedzi od 3 do 3,5%. Również stale miedziowe w stanie hartowanym lub ulepszonym (hartowanie z następnym odpuszczaniem) wykazują wysokie wartości granicy płynności i wytrzymałości, przy dobrym zachowaniu wydłużenia i przewężenia. Stale miedziowe podeutektoidalne i nadeutektoidalne w stanie u-



Rys. 6. Własności mechaniczne stali miedziowych w stanie wyżarzonym w zależności od zawartości miedzi przy zawartości węgla 1,1%; struktura: perlit lamelarny.

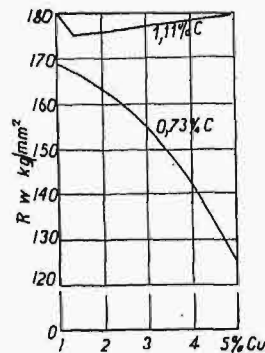


Rys. 7. Twardość i udarność stali miedziowych w zależności od zawartości miedzi przy zawartości węgla 1,1%; struktura: perlit lamelarny.

hartowanej w oliwie przy temperaturze 800° i odpuszczonej przy 400°.

Na rys. 9 i 10 są przedstawione krzywe wytrzymałości stali miedziowych (pod i nadeutekto-

idalnych) w zależności od zawartości miedzi po zahartowaniu i odpuszczeniu; dane na rys. 9 dotyczą stali odpuszczonych przy 500°, zaś na rys. 10 — przy 600°C. Zastępuje na uwagę ta okoliczność, iż wytrzymałość stali miedziowych o podeutektoidalnej zawartości węgla w stanie ulepszonym spada odpowiednio w miarę zwiększenia zawartości miedzi, podczas gdy w stalach miedziowych nadeutektoidalnych zachodzi zjawisko odwrotne. Wpływ temperatury odpuszczania na niektóre własności mechaniczne (Q, R i A) stali miedziowej o zawartości węgla 1,03% i miedzi 5,07% (0,09% Si i 0,14% Mn), zahartowanej w oleju przy temperaturze 800°, podaje dokładniej rys. 11. Granica wytrzymałości i płynności obniżają się znacznie w miarę zwiększania temperatury odpuszczania, podczas gdy wydłużenie zwiększa się nieznacznie. Zwiększenie wydłużenia między 500° a 600° przypisuje autor tylko przypadkowi podczas badania na rozrywanie³⁹.



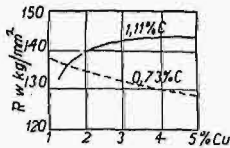
Rys. 8. Wytrzymałość miedziowej stali podeutektoidalnej i ponadeutektoidalnej, w zależności od zawartości miedzi, hartowanej przy 800° w oliwie i odpuszczonej przy 400°.

Stosunek granicy płynności do wytrzymałości stali miedziowych wynosi od 70 do 80%, podobnie jak stali niklowych, podczas gdy w stalach węglistych wynosi tylko od 50 do 60%⁴⁵. W stanie walcowanym stale miedziowe zachowują też przy podwyższonych temperaturach dobry stosunek Q/R, przewyższając pod tym względem znacznie stale

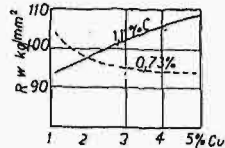
lepszym posiadają różne wartości wytrzymałości w zależności od zawartości miedzi i temperatury odpuszczania; właśnie na rys. 8 podane są krzywe wytrzymałości stali podeutektoidalnej i nadeutektoidalnej w zależności od zawartości miedzi,

węgliste o tej samej wytrzymałości wyjściowej. Stwarza to nowe możliwości zastosowania stali miedziowych w budowie kotłów, gdzie dotychczas stosuje się stal węglistą, a w kotłach wysokoprężnych stal niklową. Bardzo ważne znaczenie ma ta

okoliczność, iż stal miedziana odpuszczona po walcowaniu posiada wysoką granicę płynności w wyższych temperaturach, do około 400°. Według F. Körber'a i A. Pomp'a⁴⁷, stosunek granicy płynności w temperaturach wyższych do wytrzymałości w temperaturach otoczenia jest, niezależnie od zawartości węgla, dla pewnych temperatur prawie stały. Właśnie na rys. 12 podane są liczbowo te stosunki dla stali węglowych i niklowych według



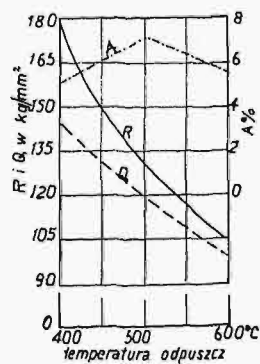
Rys. 9. Wytrzymałość miedzianej stali pod i nadeutektoidalnej w zależności od zawartości miedzi, po zhartowaniu odpuszczonoj przy 500°.



Rys. 10. Wytrzymałość miedzianej stali pod i nadeutektoidalnej w zależności od zawartości miedzi, po zhartowaniu odpuszczonoj przy 600°.

Körber'a i Pomp'a, jako też dla miedzianych stali odpuszczonych i nieodpuszczonych⁴⁸. Z rysunku tego widać dokładnie, że stosunek granicy płynności w wyższej temperaturze do wytrzymałości na rozciąganie w temperaturze otoczenia leży dla stali miedzianej wyżej, niż dla stali niklowej i węglistej. Stale miedziane o zawartości powyżej 0,5% Cu i 0,1 do 0,3% C poddają się ulepszeniu; ponieważ w stalach miedzianych w stanie ulepszonym nie zauważono do temperatury około 400° żadnej zmiany własności mechanicznych, mogą mieć one zastosowanie na części konstrukcyjne, pracujące w wyższych temperaturach, nie wyżej 400°, co ma miejsce głównie w budowie kotłów parowych.

Stale miedziane, które podlegają ulepszeniu, można stosować nie tylko jako stal konstrukcyjną w budowlach, kotłach i t. p., lecz także na różne części kujne, a osobliwie na części ze stali lanej. Zawartość miedzi w odlewach stalowych dochodzi do 1%, jednak zawartość siarki nie powinna być zbyt wielka (najwyżej 0,045 do 0,05% S)⁴⁹. Takie odlewy posiadają następujący przybliżony skład chemiczny i własności mechaniczne: węgla od 0,25 — 0,33%, manganu 0,50 — 0,75%, krzemu 0,25 — 0,30%, siarki 0,045 — 0,06%, fosforu 0,035 — 0,045% i miedzi do 1%; $R = 48 - 51 \text{ kg/mm}^2$, $S = 30 - 28 \text{ kg/mm}^2$, $A = 33\%$ i $C = 53\%$. Rzadko kiedy odlew stalowy poddaje się hartowaniu z powodu obawy występowania naprężeń wewnętrznych i rys; natomiast stale miedziane mają tę zaletę, że są samohartujące i posiadają wyższe wartości mechaniczne (głównie Q , R , Q/R) zarówno w zwyk-



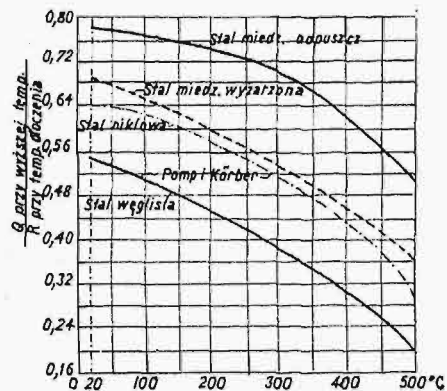
Rys. 11. Własności mechaniczne stali miedzianej o 1,03% C i 5,07% Cu w zależności od temperatury odpuszczania po zhartowaniu przy 800° w oliwie.

łych jak i podwyższonych temperaturach, w porównaniu do stali węglowych tej samej wytrzymałości.

Ponieważ miedź zwiększa odporność stali węglowych na działanie korozji, jak również przy większych zawartościach podwyższa niektóre własności mechaniczne, spotyka się ją coraz częściej, bądź jako domieszkę, bądź jako składnik stopowy w stalach stopowych (specjalnych).

Konstrukcyjne stale krzemowe⁵⁰ (0,1% C i 1,0% Si), względnie krzemomanganowe (0,1% C, 1,0% Mn i 1,0% Si), pomimo lepszych własności mechanicznych w porównaniu do zwykłej stali węglistej, posiadają tę ujemną stronę, iż pierwsze wykazują większą skłonność do rdzewienia na powietrzu i rozpuszczania się w kwasach. Tę ujemną stronę udało się usunąć po części przez małą domieszkę miedzi (od 0,2 do 0,3%)⁵¹. Stal krzemowa z domieszką miedzi 0,3% (poza tem 0,14—0,18% C, 0,7—1,2% Mn i 0,7—1,3% Si) nadaje się także na odlewy stalowe, które posiadają mniejszą skłonność do rdzewienia⁵².

Znacznie lepiej zachowuje się w porównaniu do konstrukcyjnej stali krzemowej, względnie krzemowo-manganowej, stal chromowo-miedziana o składzie chemicznym (według źródeł niemieckich)⁵²: ok. 0,15% C, 0,5—0,8% Cu, ok. 0,4% Cr, ok. 0,25% Si i ok. 0,8% Mn; jej własności mechaniczne są prawie takie same, jak stali krzemowych, natomiast przewyższa ona te ostatnie pod względem odporności na rdzewienie. Czasopisma amerykańskie⁵⁴ podają stale chromowo-miedziane o zawartości ok. 0,3% C, 0,05—1,0% Mn, do 1,5% Cr i do 1,2% Cu, które również posiadają dobre własności mechaniczne i zwiększoną odporność na korozję, głównie pod działaniem atmosfery i wody, w porównaniu do stali krzemowych, względnie krzemowo-manganowych. Francuskie zaś czasopisma⁶⁴ podają nieco odmienny skład chemiczny stali Cr—Cu, mianowicie: chro-



Rys. 12. Stosunek granicy płynności przy wyższych temperaturach do wytrzymałości na rozciąganie w temperaturze otoczenia dla blach kotłowych.

mu 0,4—0,6%, miedzi = 0,3—0,5%, $S \leq 0,06\%$, $P \leq 0,07\%$, a co do innych składników chemicznych, jak C, Mn, Si, nie stawiają żadnych ograniczeń, byleby tworzywo posiadało odpowiednie własności mechaniczne. Stal taka powinna wyka-

zywać wytrzymałość od 50 do 60 kg/mm², granicę płynności = 36 kg/mm², wydłużenie = 22% i wytrzymać próbę na gięcie na zimno bez tworzenia rys. Stal ta jest znakomicie odporna na korozję pod działaniem atmosfery i kwasów. Strata na ciężarze w kwasie siarkowym wynosi w tych samych warunkach tylko 1/12 straty zwykłej miękkiej stali, a połowę straty stali z domieszką miedzi. Stosując tę ostatnią stal, osiągamy, oprócz zwiększenia czasu życia konstrukcji, oszczędność na ciężarze od 20 do 30%. Stal chromowo-miedziowa jest droższa w stosunku do stali krzemowo-miedziowej. Ze stali chromowo-miedziowej można walcować różne profile dużych i małych rozmiarów, podobnie jak ze stali węglistej. Stal chromowo-miedziowa dobrze się spawa i należy ją stosować na takie konstrukcje, gdzie trzeba liczyć się z rdzewieniem, np. w budowie „drapaczy chmur”, okrętów, mostów i t. p., gdyż posiada znacznie większą odporność na rdzewienie, niż stal węglista z domieszką miedzi. Stale chromowo-miedziowe poddają się ulepszeniu i praktycznie posiadają te same własności, co stale chromowo-niklowe o tej samej zawartości węgla i tych samych warunkach hartowania, jednakże są więcej wrażliwe na spalenie⁶⁶. Stale chromowo-miedziowe o wysokiej zawartości chromu (12 do 14%) i miedzi do 1,88% przewyższają pod względem odporności na korozję stale chromowe o 20% Cr i wyżej⁶⁶.

W stalach chromowych na prądnice (ok. 1,5% Si) i na transformatory (ok. 4% Si) domieszka miedzi do 0,7% nietylko nie wpływa szkodliwie na własności magnetyczne i elektryczne w porównaniu do stali bez miedzi, lecz przyczynia się do zwiększenia odporności na korozję⁶⁷.

Stale niklowe z domieszką miedzi posiadają, oprócz dobrych własności mechanicznych, mniejszą zdolność do rozpuszczania się w kwasach (np. siarkowym) niż stale bez miedzi⁶⁸. Stopy podwójne miedzi z żelazem (od 5 do 20% Cu) są kruche, osobliwie na gorąco, a dodatek niklu od 20 do 50% czyni je ciągliwymi tak, że można je walcować, kuć i t. p., czyli poddawać wszelkiej przeróbce mechanicznej. Stopy Fe—Ni—Cu są to stopy nierdzewiące, oprócz tego posiadają mały współczynnik wydłużalności cieplnej i wobec tego można je stosować zamiast stopów Fe—Ni (o 25 do 35% Ni). Stopy Fe—Ni—Cu można otrzymać wprost z rud niklowych w Sudbury. Blachy wywalcowane ze stopów Fe—Ni—Cu stosuje się zamiast blach miedzianych.

Rzadziej spotyka się miedź w stalach chromowo-niklowych, i to tylko w małych ilościach. W każdym razie domieszka miedzi do 2% w stalach stopowych nie wywiera wpływu ujemnego.

W stalach narzędziowych i szybkołotnych spotyka się zawartość miedzi⁶⁹ do 1%, czasem więcej, które to ilości nie są szkodliwe; stale narzędziowe o zawartości miedzi do 1% lepiej jest hartować w oleju, niż w wodzie⁶⁹. Miedź w stalach szybkołotnych wpływa na powiększenie wielkości ziarn.

Oprócz znajdowania się miedzi bądź jako domieszki, bądź jako składnika stopowego, czy to w surowcach, czy w stalach, należy wspomnieć o zastosowaniu miedzi metalicznej do galwanicznego pokrywania cienką powłoką zewnętrznych powierzchni różnych części konstrukcyjnych, wykonanych ze stali, dla zabezpieczenia od rdzewienia lub nawęglania podczas cementacji powierzchniowej zapomocą węgla w stanie stałym lub gazowym. Warstwa miedzi o grubości 0,01 mm wystarczy, by wstrzymać cementację stali węglem⁶².

W ostatnich latach zaczęto stosować, zwłaszcza w Ameryce, na przewody wysokiego napięcia zamiast znacznie droższej miedzi druty stalowo-miedziane, które posiadają rdzeń stalowy, złączony w jedną całość z płaszczem miedzianym, pod nazwą „Monnotmetall”⁶⁸. Przewody elektryczne z „Monnotmetallu” posiadają około 40% przewodnictwa elektrycznego drutu miedzianego o tej samej średnicy, a zaletą ich jest wyższa wytrzymałość, a głównie granica płynności w porównaniu do drutów miedzianych, zaś w porównaniu do żelaznych — lepsze przewodnictwo i większa odporność na (rdzewienie) działanie korozji. Druty takie i blachy otrzymuje się w ten sposób, iż odlewa się skorupkę miedzi nazewnątrz dookoła zlewka stalowego, później taki zlewek walcuje się na drut lub na blachę, otrzymując w ten sposób drut lub blachę o rdzeniu stalowym i zewnętrznym płaszczu miedzianym, razem spojonych. Można też stosować spawanie stali miedzią metaliczną lub jej stopami.

Reasumując, miedź jest bardzo korzystną domieszką, względnie składnikiem stopowym stali węglistych, jakoteż stali specjalnych (stopowych), w mniejszym może stopniu surowców. Domieszka miedzi jest bardzo pożądana w stalach, zwłaszcza konstrukcyjnych, gdzie trzeba walczyć ze rdzą bądaj najwięcej. W przemyśle budowlanym, chemicznym, elektrotechnicznym, rolniczym i t. p. zwiększenie odporności na rdzewienie przez dodatek miedzi ma wielkie znaczenie, na co powinni zwrócić uwagę mechanicy-konstruktorzy przy projektowaniu i doborze tworzywa na wszelkiego rodzaju konstrukcje; przez zwiększenie z jednej strony odporności na korozję, z drugiej zaś strony przez podwyższenie własności mechanicznych osiągnąć można korzyści techniczne i ekonomiczne, doniosłe z punktu widzenia ogólnoswiatowej gospodarki materiałowej. Właśnie stale miedziowe należą do tych tanich w stosunku do innych stali stopowych, a mało co droższych od węglistych, które posiadają zwiększoną odporność w porównaniu do zwykłych stali węglistych na działanie korozji, lepsze własności mechaniczne (Q, R, Q : R) nietylko w zwykłych temperaturach, lecz i w wyższych (do 400°C), co pozwala na stosowanie wyższych dopuszczalnych obciążeń i naprężeń; dla pewnych zaś celów stale miedziowe mogą w zupełności zastąpić znacznie droższe stale stopowe, np. nikłowe — na blachy kotłowe.

Wkońcu nadmieniam, iż starałem się podać w artykule niniejszym w streszczeniu wyniki różnych badań na podstawie dotychczasowych wiadomości

z tego działu. Wprawdzie nie są one liczne, lecz tu i ówdzie spotyka się różne sprzeczności. Pochodzi to stąd, według mego mniemania, iż istniejący dotychczasowy układ żelazo-miedź wymaga kardynalnych zmian. Zmiany te dotyczą w pierwszym rzędzie zakresu roztworów stałych miedzi w żelazie, a głównie konfiguracji fazy γ , co do której przypuszczamy, iż zakres jej jest zamknięty; również nie są dotychczas należycie wyjaśnione stosunki, istniejące w układzie potrójnym żelazo-węgiel-miedź.

Uzasadnienie i potwierdzenie dotychczasowych przypuszczeń postaram się podać w najbliższej przyszłości w osobnym artykule, na podstawie badań doświadczalnych.

LITERATURA.

- 1 J. Iron and Steel Inst. r. 1899, t. I., str. 123/31.
- 2 St. u. E. 1900, zesz. 10, str. 536/11 i zesz. 11, str. 583/90.
- 3 St. u. E. 1906, zesz. 24, str. 1493/5.
- 4 St. u. E. 1906, zesz. 23, str. 1444/7.
- 5 St. u. E. 1915, zesz. 12, str. 313/17.
- 6 St. u. E. 1930, zesz. 6, str. 179 (D. R. P. nr. 487538.)
- 7 St. u. E. 1912, zesz. 48, str. 1999.
- 8 St. u. E. 1928, zesz. 22, str. 739; także J. Iron and Steel Ind. I (1928) zesz. 7, str. 205/8 i zesz. 8 str. 237/41.
- 9 St. u. E. 1930, zesz. 31, str. 1093.
- 10 Giess. 16 (1929) str. 179/83.
- 11 Arch. Eisenhüttenwes. 1928/29, zesz. 5, str. 333/40 i St. u. E. 1928, zesz. 49, str. 1716.
- 12 St. u. E. 1 25, zesz. 40, str. 1672/3 i Science Rep. Tohoku Univ. 13 (1924) str. 133/78.
- 13 P. Oberhoffer: „Das technische Eisen”, Berlin, Julius Springer, 1925, str. 101/3 i str. 212/15.
- 14 St. u. E. 1914, zesz. 19, str. 684/6.
- 15 B. Ossan: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, 1921, str. 545.
- 16 St. u. E. 1900, zesz. 1, str. 54.
- 17 J. Iron and Steel Inst. 1901, t. II, str. 104/21 i 1907, t. II, str. 4.
- 18 St. u. E. 1927, zesz. 12, str. 491/3.
- 19 G. Mars. „Die Spezialstähle”. 1922, str. 484/88.
- 20 St. u. E. 1925, zesz. 9, str. 313/15 i zesz. 16, str. 594/5.
- 21 Chem. Met. Eng. 1921, 30/III, str. 565/7 i Iron Age 1920, 25/XI.
- 22 Iron Age, tom 84, str. 1476.
- 23 St. u. E. 1925, zesz. 1, str. 7/9.
- 24 St. u. E. 1929, zesz. 25, str. 897/903.
- 25 St. u. E. 1929, zesz. 22, str. 820 i Chem. Abstracts 23/1929 zesz. 5, str. 1092/4.
- 26 Przegląd Gór. Hutn. 1930, zesz. 5, str. 251/63.
- 27 St. u. E. 1912, zesz. 48, str. 2012 i Iron Age r. 1912, 30/X, str. 732.
- 28 St. u. E. 1929, zesz. 6, str. 178.
- 29 St. u. E. 1926, zesz. 52, str. 1857/63.
- 30 St. u. E. 1928, zesz. 48, str. 1170/1.
- 31 St. u. E. 1921, zesz. 2 str. 37/45 i zesz. 3, str. 76/83.
- 32 St. u. E. 1929, zesz. 44, str. 1538/9.
- 33 St. u. E. 1913, zesz. 30, str. 1245/6 i Iron Age r. 1913, 17/IV, str. 931.
- 34 St. u. E. 1921, zesz. 51, str. 1857/8.
- 35 St. u. E. 1928, zesz. 46, str. 1622/4.
- 36 St. u. E. 1927, zesz. 22, str. 924/5.
- 37 St. u. E. 1930, zesz. 33, str. 1168/9 i Mitt der deutschen Materialprüfungsanstalten, Berlin 1930, zesz. spec. 11, str. 1/25.
- 38 St. u. E. r. 1929, zesz. 13, str. 448 i Chem. Zentrbl. 99 1928, t. II, zesz. 18, str. 1934.
- 39 Arch. Eisenhüttenwes. 1928/29, zesz. 5, str. 321/31.
- 40 St. u. E. 1919, zesz. 36, str. 1045/6.
- 41 J. Iron and Steel Inst. 1918, t. I., str. 123/31.
- 42 Metallurgie 3/1906, str. 328/34.
- 43 Comptes Rendus 143/1906, str. 346/8.
- 44 Trans. Am. Inst. Min. Eng. 47/1914, str. 523 i St. u. E. 1914, zesz. 16, str. 684.
- 45 St. u. E. 1930, zesz. 20, str. 678/86.
- 46 St. u. E. 1930, zesz. 20, str. 687/95.
- 47 Mitt. K. W. Inst. f. Eisenforsch. 12/1930, str. 13/22.
- 48 Arch. Eisenhüttenwes. 1929/30, zesz. 5, str. 353/9.
- 49 St. u. E. 1916, zesz. 35, str. 848/9.
- 50 Przegl. Techn. 1930, zesz. 2, str. 34/38 i zesz. 4, str. 74/8.
- 51 St. u. E. 1927, zesz. 16, str. 677.
- 52 St. u. E. 1930, zesz. 6, str. 161/8.
- 53 St. u. E. 1928, zesz. 26, str. 849/53.
- 54 J. Iron and Steel Inst. 1930, t. I, str. 209.
- 55 St. u. E. 1917, zesz. 41, str. 931/2.
- 56 St. u. E. 1929, zesz. 43, str. 1559/60 i Trans. Am. Soc. Steel Treat., 1929, str. 36.
- 57 Przegl. Techn. 1930, zesz. 37, str. 684 i St. u. E. 1930, zesz. 34, str. 1194/7.
- 58 St. u. E. 1918, zesz. 6, str. 113/4 i St. u. E. 1924, zesz. 24, str. 700.
- 59 St. u. E. 1910, zesz. 40, str. 1730 i zesz. 52, str. 2207; także St. u. E. 1913, zesz. 13, str. 524.
- 60 St. u. E. 1924, zesz. 27, str. 797 i zesz. 51, str. 1720/28.
- 61 St. u. E. 1929, zesz. 7, str. 222/3.
- 62 F. Rapalcz: Die Edelmetalle, Berlin 1925, str. 87 i St. u. E. 1924, zesz. 11, str. 288.
- 63 St. u. E. 1910, zesz. 39, str. 1679 i St. u. E. 1924, zesz. 10, str. 269.
- 64 St. u. E. 1930, zesz. 30, str. 1069/70 i Aciers Spec. 4/1929, zesz. 52, str. 604.

W sprawie tolerancji długościowych sprawdzianów długościowych i kształtowych.

Napisał Inż. Aleksander Stulgiński, Państw. Wytwórnice Uzbrojenia.

Nie tak dawno zjawily się układy pasowań średnic, a już coraz wyraźniej ocenia ogół techników korzyści, jakie płyną z ich stosowania.

Znormalizowane zostały w tych układach tolerancje wałków i otworów cylindrycznych, jako elementów konstrukcyjnie najprostszych i najczęściej podlegających pasowaniu w ogólnej konstrukcji maszynowej. Dotychczas jednak nie tknięto ogólnej normalizacji pasowań długościowych i kształtowych (poza dziedziną gwintów). Niewątpliwie, zagadnienia te są o wiele bardziej złożone niż zagadnienie pasowania średnic, należy

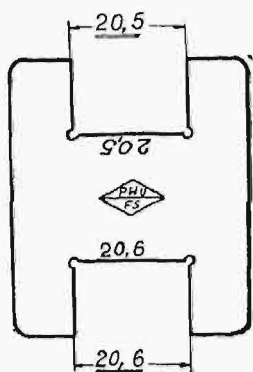
się jednak spodziewać, że już w najbliższej przyszłości można będzie przystąpić do rozwiązania tego zagadnienia.

Zastosowanie tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów normalnych do sprawdzianów długościowych.

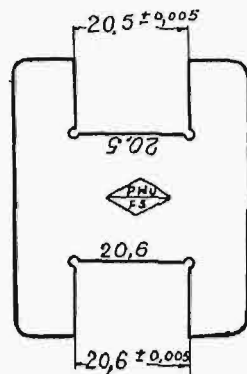
W chwili obecnej stoi technika warsztatowa przed koniecznością stosowania sprawdzianów długościowych i kształtowych, bez istnienia normalnego układu pasowań tych elementów. Nie przesądając sprawy pasowań tych elementów konstrukcyjnych, należy się zastanowić, czy nie

da się wprowadzić pewnego uproszczenia i systematyki do gospodarki sprawdzianowej, idąc po linii zastosowania znormalizowanych wartości do zagadnienia dokładności wykonania i zużycia sprawdzianów długościowych i kształtowych.

Już obecnie używa się normalnych sprawdzianów różnicowych przy wykonywaniu elementów konstrukcyjnych o kształcie nie walcowym (np.



Rys. 1. Dawniej używany sposób oznaczania dokładności wykonania głównych wymiarów sprawdzianu.



Rys. 2. Oznaczenie dokładności wykonania głównych wymiarów sprawdzianu przez podanie odchyłek.

kwadratowych zakończeń chwytów cylindrycznych do narzędzi). Tolerancje wykonania tych elementów konstrukcyjnych wykraczają często poza obręb tolerancji przewidzianych używanymi obecnie układami pasowań średnic.

Ostatnio opracowany projekt międzynarodowego układu pasowań (Wiadomości P. K. N. 1931 r., str. 55) obejmuje już wystarczający obszar (przewiduje, zgodnie z uchwałą Konferencji ISA—3 w Kopenhadze z dnia 15 maja 1931 r., dokładności wykonania od 5 do 16 klasy, co odpowiada mniej więcej obszarowi, objętemu przez pięć klas polskiego układu pasowań wspólnie z obszarem wielkich luzów, ujętym w normie PN/N—711). Zauważmy pozatem, że wspomniany układ nie nosi ściśle charakteru układu pasowań. Nie będziemy tu zabierali głosu co do słuszności takiego postawienia sprawy, stwierdzimy tylko, że układ ten normalizuje określone pola tolerancyjne, ich rozkład względem linii zerowej oraz odpowiednio sprawdziany. Przez dowolne kojarzenie wykonanych w myśl tego układu wałków i otworów, otrzymać możemy różne pasowania w obecnym tego słowa znaczeniu. Układ ten jednak nie łączy tych elementów ściśle ze sobą w określone pasowania, jak to czyni np. układ niemiecki (DIN). Dlatego też właściwiej jest nazwać go nie układem pasowań, lecz układem (pól) tolerancji wykonania.

Do niedawna przyjętem było na rysunkach wykonawczych sprawdzianów i narzędzi podkreślać jedną lub dwiema kreskami wymiary główne, dla których zachowania należało przyjąć pewną mniej lub więcej określoną dokładność wykonania (rys. 1). Oznaczało to (abstrahując od podkreślenia wymiarów rysunkowych, podanych w niewła-

ściwej skali), że jeden raz podkreślony wymiar winien być wykonany np. z dokładnością do 0,1 mm, zaś dwa razy podkreślony — z dokładnością do 0,01 mm. Przytem samo pojęcie „dokładności wykonania” było dość rozciągłem i nie zawsze dostatecznie jasno sprecyzowanem.

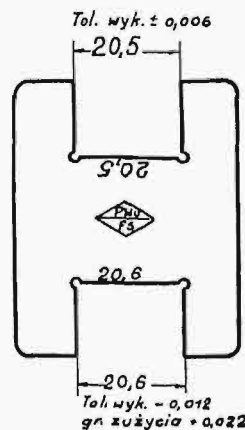
Ze wzrostem wymagań co do wykonania, wzrastały wymagania stawiane narzędziom i sprawdzianom. Zaczęto konkretniej precyzować odnośne wymagania, wpisując np. na rysunkach wykonawczych wymiary graniczne przepisanej tolerancji w postaci dopuszczalnych odchyłek od wymiaru nominalnego. Przepisane granice obejmowały wspólnie dokładność wykonania i zużycia sprawdzianów (rys. 2). W tym wypadku polegano na wzorcarzu, iż utrzyma on wymiar rzeczywisty sprawdzianu w pobliżu górnej, ew. dolnej granicy (zależnie od typu danego sprawdzianu — tłoczkowego czy szczękowego), aby pozostało dość pola na zużycie. Innymi słowy, pozostawiano doświadczeniu i umiejętności rzemieślnika rozłożenie w wyznaczonem odchyłkami granicznemi pola — zużycia i tolerancji wykonania sprawdzianu.

Prawidłowem rozwiązaniem tego zagadnienia będzie oczywiście ściśle przepisanie przez konstruktora granic tolerancji wykonania sprawdzianu, jak również granicy jego zużycia (rys. 3).

Konstruktor sprawdzianów będzie miał trudne zadanie do rozwiązania, wymagające dużego doświadczenia i praktyki. Nieraz będzie on stał przed zagadnieniem, które rozwiązać będzie mógł tylko, jak się mówi, „na oko”. Nie obejdzie się oczywiście w tych wypadkach bez popełnienia błędu, który może drogo kosztować, a nieraz, niewykryty odrazu, będzie mógł być tylko z wielkim trudem usunięty, mimo, iż przyczynia się do podniesienia kosztu produkcji.

Dogodnem będzie bezsprzecznie skorzystać konstruktorowi z doświadczenia wcielonego do międzynarodowego układu pasowań. Znajdzie on tam wszelkie dane, dotyczące tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów, z których będzie mógł wybrać odpowiednie do rozpatrywanego wypadku.

Ograniczając nasze zagadnienie, założymy, iż będziemy obierali wzajemny rozkład pól tolerancji wykonania elementów konstrukcyjnych, odpowiadający tylko pasowaniu suwliwemu układu pasowań średnic, nie przesądzając tem sprawy doboru rodzaju pasowania.



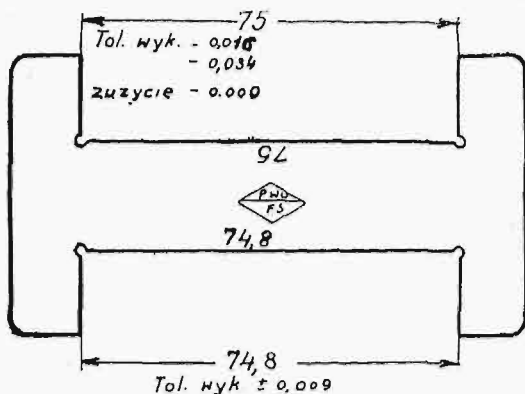
Rys. 3. Całkowite cyfrowe opisanie sprawdzianu.

zgodnie z wymaganiami konstrukcyjnymi — 0,2 mm. W tablicach międzynarodowego układu

pasowań (ISA) znajdujemy, że wymiar ten i wielkość tolerancji odpowiadają 11-tej klasie dokładności wykonania (symbol „75 h 11”) oraz że dla sprawdzianów szcegłowych 11-tej klasy przewidziano następujące odchyłki:

dla strony nieprzechodniej $+ 0,009$ i $- 0,009$ mm
 „ „ przechodniej $- 0,016$ i $- 0,034$ „
 granicę zużycia stanowi odchyłka 0,000.

Dane te wypiszemy na rysunku konstrukcyjnym sprawdzianu, np. tak, jak to wskazuje rys. 4.



Rys. 4. Odchyłki dokładności wykonania i użycia sprawdzianu, zapożyczone z międzynarodowego układu pasowań (ISA).

Niewątpliwie, takie zapożyczenie danych z układu międzynarodowego ułatwi znacznie pracę konstruktora.

Zastosowanie symbolistyki sprawdzianów normalnych do oznaczania tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów długościowych.

Dogodnym jest w gospodarce sprawdzianowej, aby bezpośrednio na samym sprawdzianie były uwidocznione następujące dane: wymiar nominalny i tolerancja wykonania przedmiotu lub wymiary graniczne, tolerancja wykonania sprawdzianu i granica jego zużycia.

Przy kontroli wykonania nowego sprawdzianu będziemy mieli najczęściej pod ręką, załączony do zamówienia lub karty wykonawczej, odnośny rysunek sprawdzianu, na którym odnajdziemy potrzebne nam wielkości liczbowe. W wypadku zaś bieżącej kontroli sprawdzianów, podczas sprawdzania ich stanu zużycia, będzie czas potrzebny na to jego sprawdzenie zwiększony, wobec konieczności odszukania właściwego rysunku. Uwidocznienie na sprawdzianie wszystkich potrzebnych danych przyczyni się do zmniejszenia kosztów i czasu kontroli i przyspieszy obieg sprawdzianów w całokształcie gospodarki sprawdzianowej.

Nieraz spotykamy jednak sprawdziany tak małych wymiarów, że zbraknie miejsca na dostatecznie wyraźne uwidocznienie wszystkich potrzebnych danych w postaci cyfrowej. Widzimy zatem, że tego rodzaju całkowite „opisanie” sprawdzianu nie zawsze będzie możliwym.

Sprawdziany normalne zaopatruje się w krótkie oznaczenia symboliczne, określające jedno-

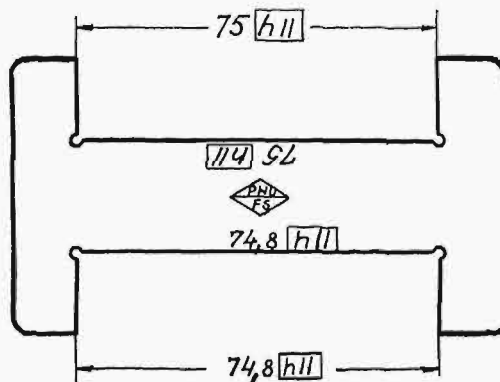
znacznie wszystkie wspomniane wyżej wartości.

O ile przyjmiemy dane liczbowe tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów, zapożyczając je z układu międzynarodowego, samo przez się nasuwa się przyjęcie również i odnośnych oznaczeń symbolicznych.

Symbole, przyjęte w układzie międzynarodowym, składają się z liter alfabetu łacińskiego, oznaczających rodzaj pasowania, oraz cyfr arabskich, odpowiadających przyjętej klasie dokładności wykonania. Do oznaczenia tolerancji wykonania otworów służą duże litery alfabetu, dla wałków — litery małe. Temi samymi symbolami oznacza się również i odpowiednie sprawdziany. Zatem sprawdziany tłoczkowe (do otworów) oznacza się odpowiednimi dużymi literami, sprawdziany szcegłowe (do wałków) literami małymi. Symbole te umieszcza się bezpośrednio za wymiarem nominalnym. Np. symbol „75 h 11” oznacza, że jest to sprawdzian szcegłowy do wałka wykonanego w granicach 75—74,8 mm; strona nieprzechodnia sprawdzianu winna być wykonana w granicach 74,809—74,791 mm; strona przechodnia natomiast w granicach 74,984—74,966 mm; granica zużycia zaś wynosi 75,000 mm (przykład rozpatrzony wyżej — rys. 4).

Jak widzimy, symbol ten jest tak krótki, że nie sprawi trudności umieszczenie go nawet na niewielkim sprawdzianie. O ile przyjmiemy tę symbolistykę do oznaczania tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów nienormalnych, np. długościowych, to należałoby dla odróżnienia od sprawdzianów normalnych wpisać odnośny symbol do prostokąta (oprowadzić go obwódka). Przedstawiony uprzednio (na rys. 4) sprawdzian zostałby zgodnie z powyższym zwymiarowany w sposób podany na rys. 5.

Nieraz używa się w praktyce warsztatowej t. zw. sprawdzianów jednostronnych (po niemiecku „Vollmasslehren”). Dla tych sprawdzianów, nawet służących do kontroli wykonania otworów i wałków, nie znormalizowano tolerancji wykonania i zużycia. Wspomniane sprawdziany, stano-



Rys. 5. Symboliczne oznaczenie dokładności wykonania i zużycia sprawdzianu różnicowego.

wiące jednostronne ograniczenie sprawdzanego wymiaru, mogą być rozpatrywane jako strony przechodnie odpowiednich sprawdzianów normalnych. Przyjmując dla nich te same, co i dla stron

przechodnich sprawdzianów normalnych, tolerancje wykonania i zużycia, będziemy je mogli oznaczać omówionymi wyżej symbolami.

Zastosowanie symbolistyki sprawdzianów normalnych do oznaczania tolerancji wykonania i zużycia długościowych sprawdzianów złożonych.

Sprawdziany złożone, służące do kontroli wykonania uzależnionych wzajemnie kilku wymiarów długościowych, nie są niczem innym, jak zbiorem kilku sprawdzianów prostych, zestawionych ze sobą w odpowiedni sposób w jedną całość. Taki sprawdzian złożony można uważać jako zestawienie stron przechodnich kilku sprawdzianów prostych. Uzasadnienie powyższego znajdziemy łatwo, o ile zważymy, że sprawdzian złożony, przedstawiający „stronę nieprzechodnią”, nie obejmie, ew. nie da się wprowadzić do dobrze wykonanego wymiaru sprawdzanego przedmiotu. A więc, jeżeli pierwszy wymiar przedmiotu, który wejdzie w styczność ze sprawdzianem, jest wykonany dobrze, to sprawdzian nie wejdzie dalej i nie pozwoli stwierdzić, jak zostały wykonane pozostałe wymiary przedmiotu. Niema zatem celu stosować taki złożony sprawdzian nieprzechodni.

Wobec powyższego, możemy każdy sprawdzian złożony rozłożyć w myśli na „przechodnie” sprawdziany elementarne. Będą to oczywiście sprawdziany jednostronne. Wymiarując te elementarne sprawdziany, będziemy mogli, odpowiednio do wymaganych przez daną konstrukcję dokładności wykonania poszczególnych wymiarów przedmiotu, zaopatrzyć je w omówione wyżej symbole, uwidoczniające klasy dokładności wykonania poszczególnych wymiarów.

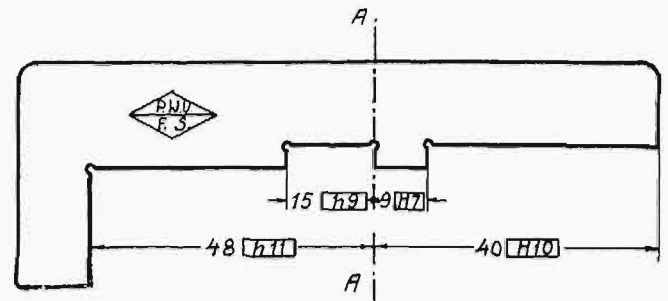
Niewątpliwie otrzymają odnośne biura i działy fabryczne wszystkie potrzebne im do wykonania wskazówki z odpowiednio zwymiarowanego rysunku, jednak przy wprowadzeniu do wymiarowania tych rysunków wspomnianych oznaczeń symbolicznych, wystąpią te wskazówki o wiele przejrzystej i będą łatwiejsze do odczytania.

Umieszczenie symbolicznych oznaczeń na samym sprawdzianie przeniesie do warsztatu wszystkie wspomniane dane, objaśniając majstra i rzemieślnika w sposób jasny i przejrzysty, podnosząc tem wartość oraz znaczenie sprawdzianu na warsztacie, co jest sprawą godną wielkiej uwagi. Rzemieślnik bowiem, zobaczywszy na sprawdzianie np. symbol „h6”, wie, że wymiar ten musi bardzo starannie wykonywać, natomiast symbol „h11” mówi mu, że ma do dyspozycji sporą tolerancję wykonania, sięgającą dziesiątych milimetra. Uwidocznienie na samym sprawdzianie wszystkich tych wskazówek jest szczególnie korzystne przy sprawdzianach złożonych, gdzie ma rzemieślnik do dyspozycji tylko sprawdzian przechodni, a więc ograniczający wymiar tylko jednostronnie.

Przy produkcji seryjnej, a szczególnie masowej, praktycznie biorąc, rysunku nie ma się stale

na warsztacie pod ręką, — narzędzia więc i sprawdziany zabezpieczać winny zachowanie żądanej dokładności wykonania. Uwidocznienie zatem potrzebnych danych na samym sprawdzianie, który ma stale rzemieślnik pod ręką, wpłynie niewątpliwie dodatnio na jego pracę. Wszystkim warsztaatom znane są przecie wypadki, gdzie sprawdzian, szczególnie długościowy złożony lub kształtowy, staje się czynnikiem powodującym, że się przedmiot wykonywa o wiele precyzyjniej, niż to jest istotnie niezbędne.

Zwymiarowany w wyżej wspomniany sposób sprawdzian złożony przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Symboliczne oznaczenie dokładności wykonania i zużycia sprawdzianu złożonego.

W związku ze szczegółowszym rozpatrzeniem podanych na tym rysunku symboli, pozwolimy sobie wtrącić parę uwag, dotyczących samego wymiarowania sprawdzianów złożonych.

Za bazę wymiarową przyjęto tu krawędź pomiarową A—A.

Tolerancje wykonania poszczególnych wymiarów tego sprawdzianu będą (wartości odchyłek zostały wyjęte z tablic projektu ISA—3 — tablice Nr. 6 i 7 — rozkład zgodnie z wykresami rys. 4, 5, 6, 7, 8 i 9, podanymi w Wiadomościach PKN 1931 r., str. 55):

$$\begin{aligned} 9 H 7 &= + 0,0035 \quad i \quad + 0,0005 \\ 15 h 9 &= - 0,004 \quad i \quad - 0,012 \\ 40 H 10 &= + 0,0055 \quad i \quad + 0,0165 \\ 48 h 11 &= - 0,0145 \quad i \quad - 0,0295 \end{aligned}$$

Rozpatrywany przez nas sprawdzian rozpada się na następujące składowe sprawdziany proste:

9 H 7	—	sprawdzian	typu	trzępieniowego	(str. przech.)
15 h 9	—	„	„	szczękowego	„
40 H 10	—	„	„	trzępieniowego	„
48 H 11	—	„	„	szczękowego	„

Granice zużycia dla tego sprawdzianu będą odchyłki:

$$\begin{aligned} 9 H 7 &= - 0,0015 \\ 15 h 9 &= + 0,004 \\ 40 H 10 &= - 0,005 \\ 48 h 11 &= + 0,000 \end{aligned}$$

Wymiar 9 H 7 celowo jest na przedmiocie sprawdzić dodatkowo sprawdzianem nieprzechodnim typu tłoczkowego, aby przekonać się, czy nie

wypadł on większy od przepisanych mu granic (zgodnie z podanym symbolem H 7 — dokładność wykonania klasy 7-ej).

O ile rozpatrywany sprawdzian zwymiarowany zostanie w inny sposób i za bazę przyjętą będzie powierzchnia pomiarowa B—B (rys. 7), to otrzymamy następujące odchyłki tolerancji wykonania poszczególnych jego elementarnych sprawdzianów:

$$\begin{aligned} 9\text{ H }7 &= +0,0035 \text{ i } +0,005 \\ 24\text{ h }9 &= -0,0045 \text{ i } -0,0135 \\ 31\text{ H }10 &= +0,0055 \text{ i } +0,0165 \\ 57\text{ h }11 &= -0,016 \text{ i } -0,034. \end{aligned}$$

Graniczne odchyłki zużycia będą:

$$\begin{aligned} 9\text{ H }7 &= -0,0015 \\ 24\text{ h }9 &= +0,004 \\ 33\text{ H }10 &= -0,005 \\ 57\text{ h }11 &= +0,000. \end{aligned}$$

Mimo zmiany w wymiarowaniu, nie zmieniliśmy znaków przed odchyłkami i symboli. Innymi słowy, rozbiliśmy nasz sprawdzian na następujące sprawdziany elementarne:

9 H 7	—	sprawdzian typu tłoczkowego
24 h 9	—	„ „ szczękowego
31 H 10	—	„ „ tłoczkowego
57 h 11	—	„ „ szczękowego.

Zwróćmy uwagę na to, że wymiary 24, 31 i 57 mm (sprawdziany elementarne) naszego sprawdzianu ograniczone są powierzchniami pomiarowymi zwróconymi w tym samym kierunku, a więc nie przypominają normalnych sprawdzianów tłoczkowych lub szczękowych, mimo to jednak dokonaliśmy, jak wyżej, tego podziału. Kierowaliśmy się przy tym rozumowaniem następującym. Za bazę wymiarową, ściśle związaną z przedmiotem wykonanym, przyjęliśmy powierzchnię B—B, uważając ją za nieruchomą w przestrzeni. Wobec powyższego, powierzchnia C—C, ograniczająca wymiar 24 mm, jako zwrócona ku bazie B—B, stworzy odpowiednik szczęki, przy której strona przechodnia powinna objąć dobrze wykonany wymiar przedmiotu; powierzchnia zaś pomiarowa D—D, ograniczająca wymiar 31 mm, jest zwróconą w kierunku od bazy B—B i stworzy w myśl powyższego odpowiednik sprawdzianu typu tłoczkowego, którego strona przechodnia winna się dać wprowadzić do wymiaru przedmiotu, o ile ten ostatni został należycie wykonany.

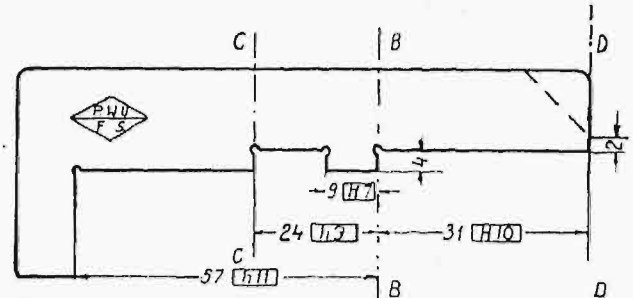
Oczywiście, za bazę możnaby było obrać także inną z powierzchni pomiarowych sprawdzianu, np. C—C lub D—D. W tych jednak wypadkach niepotrzebnie musiałaby być podniesioną dokładność, przez co wzrósłby koszt sprawdzianu i przedmiotu.

Wymiar 9 mm winien dać nam punkt wyjścia do zwymiarowania całości, gdyż należy go wykonać z największą w tym sprawdzianie dokładnością (z największą tolerancją wykonania, o czym nam mówi symbol H 7).

Przyjęcie bazy w A—A należy uważać za naj-

odpowiedniejsze, bowiem przy tej bazie wprowadzają kontrolowane wymiary najmniejsze, a zatem łatwiejsze do skontrolowania. Oczywiście, w każdym poszczególnym wypadku należy rozważyć całokształt zagadnienia i wybrać bazę w najbardziej odpowiednim miejscu.

Należy tu zwrócić uwagę na to, że o ile dwie zwrócone w tę samą stronę powierzchnie pomiarowe sprawdzianu nie są jednakowe co do wielkości, to ich zużycie może być niejednakowe. Może też ono nastąpić w innym kierunku niż to zostało przewidziane przez przyjęcie odpowiedniego symbolu (H lub h).



Rys. 7. Symboliczne oznaczenie dokładności wykonania i zużycia sprawdzianu złożonego.

Dla przykładu rozpatrzmy wymiar 31 mm (rys. 7). Powierzchnia pomiarowa D—D jest znacznie większą od powierzchni pomiarowej B—B. O ile ta ostatnia prędzej podda się zużyciu (a tego się należy spodziewać), to wymiar 31 mm będzie się zwiększał, gdy natomiast przewidziano, że się będzie zmniejszał (założyliśmy bowiem, że sprawdzian elementarny „31 H 10” jest typu tłoczkowego).

Zaradzić temu niepożądanemu zjawisku można, nadając obu powierzchniom sprawdzianu takie wymiary, aby zużycie ich było co do kierunku zgodne z przewidzianym. W rozpatrywanym wypadku będzie to tak, jak podano na rysunku linią kreskowaną (rys. 7). O ile takie rozwiązanie sprawy stwarzałoby trudności konstrukcyjne, należałoby dla tego wypadku odstąpić od ogólnego pravidła.

W rozpatrywanym przykładzie wartości odchyłek tolerancji wykonania i zużycia pozostałyby te same; zamieniłyby się tylko ich znaki (na odwrotne).

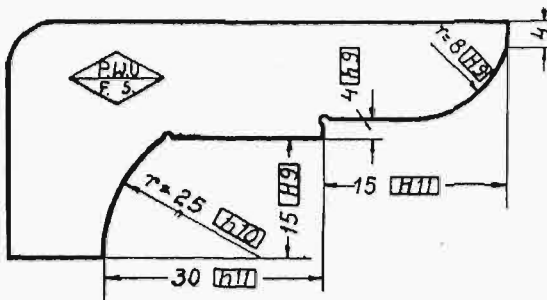
Przewidzieć z góry kierunek zużywania się wyżej omówionych rodzajów sprawdzianów jest nie raz trudno. Wchodzi tu w rachubę cały szereg czynników, jak rodzaj powierzchni kontrolowanej sprawdzianem (szlifowana, skrawana), rodzaj materiału, z którego wykonano tę powierzchnię, ich kształt, dogodność dostępu przy pomiarze i t. p. O ile nie można wyciągnąć pewnego wniosku co do kierunku zużywania się powierzchni pomiarowych takiego sprawdzianu, to pozostaje uciec się do doświadczenia. W tych wypadkach należałoby, zachowując tę samą wielkość tolerancji wykonania sprawdzianu, rozłożyć ją symetrycznie względem wymiaru nominalnego. W rozpatry-

wanym przykładzie na rysunku konstrukcyjnym sprawdzianu wpisaneby zostały przy wymiarze 31 mm odchyłki: $+ 0,0055$ i $- 0,0055$ mm.

Zastosowanie symbolistyki sprawdzianów normalnych do oznaczenia tolerancji wykonania i zużycia sprawdzianów kształtowych.

Dla sprawdzianów kształtowych, w których skład wchodzi elementy proste, jak to łuki koła, kąty ograniczone płaszczyznami i t. p., będziemy mogli w niektórych wypadkach również przyjąć omówione wyżej oznaczenia symboliczne.

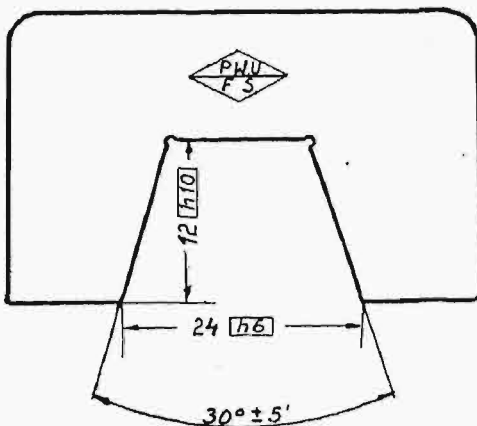
Promień 8 mm i 25 mm sprawdzianu uwidocznionego na rysunku 8 uważać będziemy mogli za



Rys. 8. Symboliczne oznaczenie dokładności wykonania i zużycia sprawdzianu kształtowego.

strony przechodnie (elementarnych) sprawdzianów: 8 H 9 — typu tłoczkowego; 25 h 10 — typu szczękowego (pierścieniowego), wyznaczając odpowiednio wartości odchyłek dla ich wykonania i granicy zużycia, zgodnie z przyjętymi symbolami.

Sprawdziany kształtowe, w których skład wchodzi wszelkie linie krzywe (poza kołem), wychodzą poza obręb normalnych tak dalece, że nie dadzą się prawie nigdy ująć w sposób wyżej podany. Jednakowoż krawędzie przecięć powierzchni pomiarowych niektórych sprawdzianów kształtowych mogą być wciągnięte pod wyżej rozpatrzone reguły.



Rys. 9. Symboliczne oznaczenie dokładności wykonania i zużycia sprawdzianu kształtowego.

O ile mamy sprawdzian kształtowy, składający się z płaszczyzn, umieszczonych pod określonymi kątami, to krawędzie przecięć tych płaszczyzn mogą być rozpatrywane, jako sprawdzia-

ny długościowe. Rys. 9 przedstawia często spotykany w praktyce przykład takiego sprawdzianu kształtowego.

Z przyjętych na rysunku oznaczeń symbolicznych znajdziemy następujące odchyłki na wykonanie i zużycie poszczególnych jego wymiarów (sprawdzianów elementarnych):

Tolerancja wykonania wymiaru 24 h 6	=	- 0,005	- 0,001
Granica zużycia	"	"	+ 0,003
Tolerancja wykonania wymiaru 12 h 10	=	- 0,012	- 0,004
Granica zużycia	"	"	+ 0,004

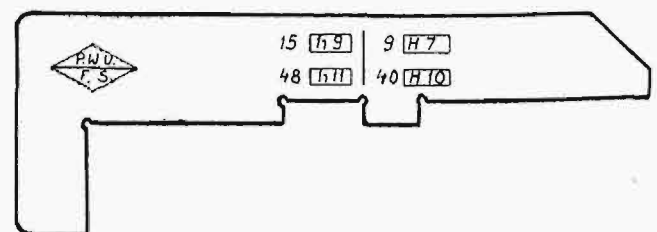
Dla kąta wpisane zostały odchyłki, zawierające już w sobie tolerancję wykonania i zużycia. Z tego widzimy, że narówni z oznaczeniami symbolicznymi mogą występować i zwykle oznaczenia cyfrowe określanych odchyłek. Jest także możliwe zatrzymanie omówionych wyżej oznaczeń symbolicznych tylko do określenia samego zużycia, wówczas tolerancje wykonania wyływać będą oczywiście musiały z odchyłek cyfrowych, uwidocznionych na rysunku konstrukcyjnym tego sprawdzianu. Oznaczenia zaś symboliczne, umieszczone przy wymiarze nominalnym na samym sprawdzianie, podadzą kontrolerowi granice dopuszczalne zużycia.

Powyższe treści można w następujących punktach:

1) Tolerancje wykonania i zużycia sprawdzianów długościowych i kształtowych (w miarę możliwości) proponuje się przyjąć te same, jakie przewiduje międzynarodowy układ pasowań średnic.

2) Dla oznaczenia tolerancji wykonania i zużycia wspomnianych sprawdzianów proponuje się przyjąć symbolistykę, zapożyczoną z międzynarodowego układu pasowań średnic.

3) Na samym sprawdzianie proponuje się umieszczać wymiar nominalny, zaopatrzony w odpowiedni symbol bezpośrednio przy powierzchni pomiarowej lub w innym dogodnym do odczytania miejscu. Przy sprawdzianach złożonych przyjętą bazę wymiarową proponuje się oznaczać kreską, stanowiącą przedłużenie płaszczyzny pomiarowej obranej za bazę. Przy większej ilości wymiarów



Rys. 10. Uwidocznienie bazy wymiarowej i symboli na sprawdzianie złożonym.

dogodne jest nieraz umieszczanie ich po obu stronach kreski, oznaczającej bazę, oczywiście po tej jej stronie, po której leży odpowiadający wymiar sprawdzianu (patrz rys. 10).

Wnioski.

Przez wyżej zaproponowane ujednostajnienie i ujęcie sprawy zostaje osiągnięte, że konstruktor sprawdzianów dokładnie określa stopień dokładności wykonania każdego z elementów; wzorczarz stosuje tolerancje wykonania sprawdzianów ściśle określone (ujęte w tablicach norm), a więc tylko takie, jak tego wymagają dane warunki lokalne, nie siląc się na niepotrzebnie dokładne zachowanie kształtu i wymiaru; kontroler, bez posiłkowania się rysunkiem konstrukcyjnym, sprawdza dokładność wykonania sprawdzianu; rzemieślnik na warsztacie wie, z jaką starannością winien wykonywać i mierzyć przedmiot wykonany, bez wczytowania się każdorazowo w dane rysunku wykonawczego, i wreszcie kontrola bieżąca sprawdzia-

nów jest zawsze w posiadaniu danych co do granicy zużycia każdego z wymiarów tak opisanego i oznaczonego sprawdzianu.

Obecnie można często spotkać, że na warsztacie i kontroli traktuje się sprawdziany (szczególnie specjalne złożone) bądź zbyt po macoszemu, bądź odwrotnie, czy to przez niedostępną znajomość rzeczy, czy też przez lęk przed odpowiedzialnością, wpada się w drugą krańcowość, stosując zbyt wygórowane dokładności wykonania samych sprawdzianów i przedmiotów wykonywanych przy ich pomocy.

Należy się spodziewać, że zaopatrzone w te symbole sprawdziany ułatwią prawidłową kontrolę stanu ich zużycia i przyczynią się do podniesienia rentowności produkowanych przy ich pomocy wyrobów.

Metoda fotoelektryczna badania ruchu cząsteczek zawieszonych w wodzie rzek^{*)}.

Napisał Inż. Paweł Jakuszow, Berlin.

Dzięki ciągłym udoskonaleniom komórek fotoelektrycznych, powstała możliwość taniego a nieskomplikowanego badania mętności wody w rzekach i określenia, z dokładnością wystarczającą, ilości i ruchu zawieszonych w niej cząsteczek. Na podstawie doświadczeń z praktyki zastosowania niedawno skonstruowanych przyrządów, możemy stwierdzić, iż metoda fotoelektryczna dobrze się nadaje do pomiarów mętności, stężenia i intensywności zabarwienia cieczy.

1. Podstawy fizyczne.

Każdy, mający bądź teoretycznie, bądź praktycznie do czynienia z badaniem rzek, a zwłaszcza inżynier hydrotechnik, wie, jak ważną rolę odgrywa ruch cząsteczek zawieszonych i mas wleczonych przez rzekę i jakie trudności powstają podczas badania tych zjawisk. Wszak dotychczas jeszcze trzeba brać z rzeki dużą ilość próbek i wykonywać skomplikowane badania ich w laboratorium. Zastosowanie metody fotoelektrycznej do określania ruchu cząstek zawieszonych i zbadania próbek szlamu upraszcza znacznie zadanie i potania jego wykonanie, dając zarazem wystarczającą dokładność. Istotę tej metody stanowi zjawisko fotoelektryczne, odkryte w końcu ubiegłego stulecia przez H. Hertza i W. Hallwachsa w roku 1887—88¹⁾. A. Righi i A. Stoletow²⁾ poświęcili dużo pracy tym badaniom. Zjawisko to polega na tem, że odizolowana płyta metalowa, połączona z elektrodą ujemną baterji, uzyskuje, pod wpływem naświetlania, ładunek elektryczny. Jeśli w pobliżu tej płytki znajduje się anoda, to pod wpływem

energji świetlnej, mogą do niej dążyć nośniki elektryczności ujemnej — elektrony. Wtedy powstaje wyładowanie, które może być tak silne, że pomiędzy naświetloną katodą a anodą wytwarza się stały prąd, t. zw. fotoprąd, o przebiegu — oczywiście — jednokierunkowym. Naładowanie poprzednie naświetlonej powierzchni ciała przez prąd baterji nie jest konieczne dla powstania takiego zjawiska, lecz jest ono bardzo pożądane w tych wypadkach, gdy zależy nam na wzmocnieniu fotoprądu. Wraz z powiększeniem do pewnej granicy, t. zw. granicy nasycenia (ok. 100 V), różnicy potencjałów katody i anody, powstającym przez włączenie baterji, powiększa się również i natężenie fotoprądu.

Natężenie fotoprądu jest w granicach od -180°C i do $+800^{\circ}\text{C}$ niezależne od temperatury, proporcjonalnie do wielkości naświetlanej powierzchni metalowej, do natężenia światła padającego i czasu trwania naświetlania; największe natężenie prądu wywołują krótkofalowe promienie ultrafioletowe. Omawiane zasadnicze zjawisko fotoelektryczne obserwowano najpierw tylko w metalach, szczególnie w cynku. Nieco później okazało się, że zjawiska te występują również przy użyciu aluminium i magnezu i, w jeszcze większym stopniu, przy zastosowaniu metali alkalicznych (Na, K, Rb, Ca, Li). Te ostatnie wykazują wrażliwość również i na widzialną część widma, a po odpowiedniej obróbce — nawet i na promienie infraczerwone.

^{*)} W przekładzie tej pracy brał udział Inż. S. D. Chrulew.

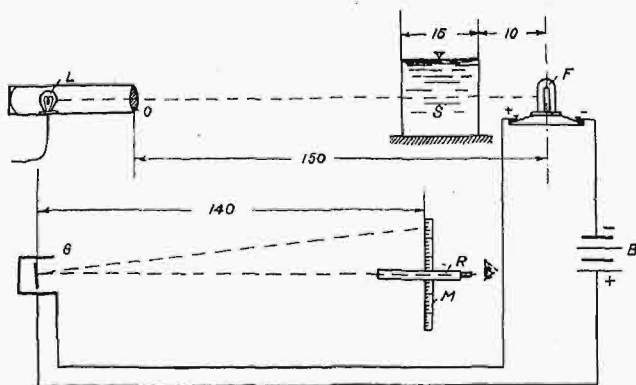
¹⁾ H. Hertz, Wiedemann's Ann. tom 31 (1887), str. 983. W. Hallwachs, Wiedemann's Ann. tom 32 (1888), str. 301.

²⁾ A. Righi, Mem. di Bologna tom 9 (1888) i tom 10 (1890), A. Stoletow, Zurn. Russk. fiz. chim. obszcz. tom 21 (1889).

Pierwszą komórkę fotoelektryczną do użytku praktycznego skonstruowali Elster i Geitel³⁾. Dzięki wymaganiom fototelegrafii, filmów dźwiękowych oraz telewizji, fotokomórki zostały niezwykle prędko udoskonalone i znalazły szerokie zastosowanie w rozmaitych dziedzinach techniki. Gruntowny przewrót przyniosły wynalezione na początku r. ub. t. zw. „warstwowe” fotokomórki, które się ukazały obok fotokomórek alkalicznych i których główną cechą jest zdolność wytwarzania mocnego fotoprądu bez zasilania prądem baterji galwanicznej. Składają się one z warstwy tlenku miedziawego, umieszczonej między dwiema warstwami metalu, z których jedna posiada niezwykle małą grubość i nie stawia prawie żadnej przeszkody przenikaniu przez nią światła, działającego na umieszczoną pod nią warstwę tlenku miedziawego. Działanie takiej fotokomórki jest podobne do baterji galwanicznej. Wrażliwość fotokomórek na najmniejsze zmiany natężenia światła jest bardzo wysoka, zaś potrzebny dla powstania fotoprądu czas naświetlania — bardzo krótki.

2. Zastosowanie efektu fotoelektrycznego do badania mętności wody.

Wymienione własności komórek świetlnych umożliwiają m. in. zastosowanie ich do badania mętności wody i określenia zawartych w niej w stanie zawieszonym cząsteczek. Prof. N. Kalitin⁴⁾ pierwszy zastosował tą metodę do pomiarów mętności wody (patrz rys. 1). W tym celu przepuszczał on strumień światła ze źródła stałego przez naczynie napełnione badaną cieczą, poczem światło trafiało na komórkę świetlną. Porównanie natężenia fotoprądu przy naczyniu napełnionem wodą

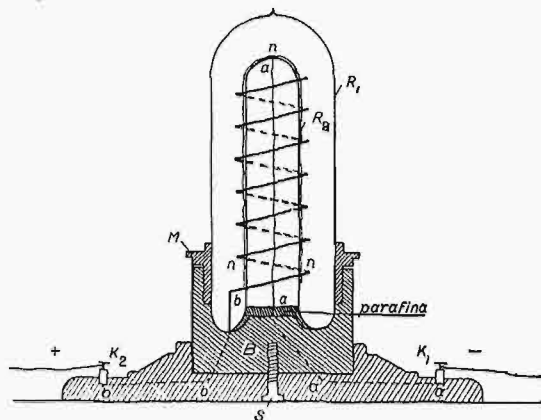


Rys. 1. Schemat urządzenia do badania mętności wody.

F — komórka świetlna (por. rys. 2); L — żarówka i O soczewka;
B — ogniwko galwaniczne; G — galwanometr lustrzany;
S — zbiornik wody badanej o pojemności 4,5 l;
M — skala i R rurka.

czystą i mętną daje pewną miarę (stopień odchylenia galwanometru) mętności. Aby można było ją odczytywać bezpośrednio z galwanometru, trzeba najpierw ułożyć empirycznie dla danego tworzy-

wa t. zw. krzywą zależności. Do tego celu służy przedstawione na rys. 1 urządzenie. Zbiornik S z blachy miedzianej ma ok. 4,5 l objętości. W dwóch



Rys. 2. Komórka świetlna.

R_1 i R_2 — spojenie rurki szklane; nn — cylindryczna warstwa sodu (katoda);
B — ebonitowa podstawa; bb — anoda w kształcie spirali.
M — nakrętka;

jego przeciwległych ścianach wstawione są szyby kwarcowe, prawie nie stawiające oporu przenikaniu promieni krótkofalowych. Warstwa prześwietlanej wody ma 17 cm grubości. Do pomiarów natężenia fotoprądu służy galwanometr o dokładności $6 \cdot 10^{-9}$ A. Napięcie włączonej do obwodu baterji wynosi 4—8 V, co jest przy dużej intensywności światła i wysokiej wrażliwości galwanometru zupełnie wystarczające. Źródło światła stanowi żarówka punktowa („Ediswan pointolite lamp”) o światłości 500 św. i napięciu 110 V, z kulką wolframową o średnicy 3 mm. Fotoelement, skonstruowany w tym celu przez prof. N. Kalitina (rys. 2), składa się z cylindrycznej warstwy metalu alkalicznego, nałożonej na poddaną naświetlaniu rurkę szklaną, stanowiącą katodę, podczas gdy anoda ma postać spirali z drutu, owijającej katodę. Obie elektrody umieszczono, dla stabilizacji i powiększenia wrażliwości, w naczyniu napełnionem wodorem pod ciśnieniem 4 mm słupa rtęci.

Część wyników, otrzymanych przy użyciu tego przyrządu, zawiera rys. 3. Dokładność wykreślonych tam krzywych została sprawdzona przez zastosowanie tych samych krzywych do wyznaczenia wiadomych zgóry ilości substancji zawieszonych. Kontrola ta dała dobre wyniki.

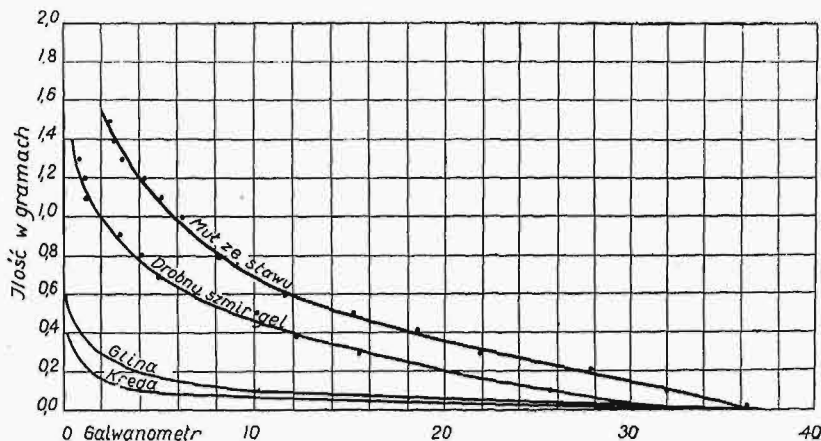
Ponieważ metoda ta polega na porównaniu stopnia absorpcji światła przez wodę czystą i mętną, konieczne jest, dla uniknięcia mylnych wyników, powstałych ewentualnie z powodu innego zabarwienia lub składu zawartych w „czystej” wodzie substancji, aby „czysta” woda była brana z tego samego źródła (t. zn. rzeki lub t. p.), co i mętna, lecz starannie przefiltrowana. Potem układa się krzywe zależności dla różnych ilości zawieszonych w wodzie substancji, przyczem konieczne jest użycie substancji tego samego składu, co i zawarte w stanie zawieszonym w badanej wodzie. W tym celu trzeba zawsze wydobyć pewną ich ilość. Skoro ułożono taką krzywą zależności, dalsze badania ruchu cząsteczek zawieszonych, w różnych miejscach i na różnych głębokościach, nie

³⁾ J. Elster und H. Geitel, Ann. der Physik 41 (1890) str. 161 i 48 (1893), str. 338 i 625.

⁴⁾ N. Kalitin, Hidrograf. zapiski, tom 47 (1923), str. 305 i Izwiestja Naucznowo-Meljoratiwnogo Instituta pri Komis. Zemledelija tom 7 (1924) str. 25.

stanowią już nic trudnego. W tym celu trzeba tylko napełnić naczynie aparatu próbką mętnej wody i porównać odpowiednie odchylenie galvano-

fotoprądu i z zabezpieczenia od przenikania wody wewnątrz przyrządu. Praktyczne zastosowanie tego aparatu wymaga jeszcze użycia drugiego fotometru, rejestrującego zmiany natężenia światła dziennego i umożliwiającego dokonywanie dokładniejszych odczytów na fotometrze zanurzonym.



Rys. 3. Krzywe zależności ilości zawiesin w wodzie od natężenia fotoprądu dla rozmaitych substancyj.

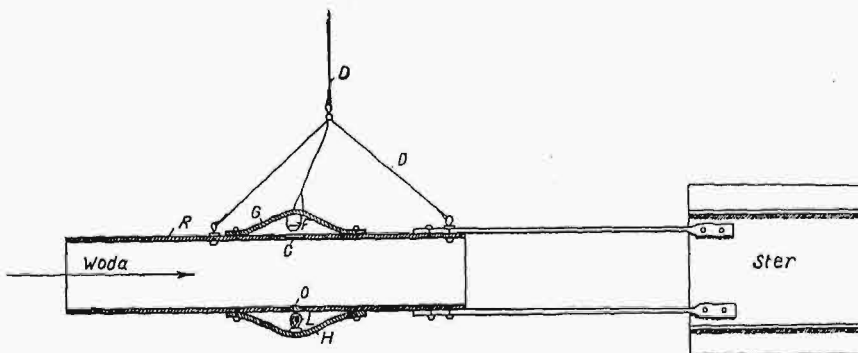
metru z tym, jakie odpowiada wodzie „czystej”. Różnica wskazuje, przy użyciu krzywej zależności, ilość (wagę) znajdujących się w próbce substancyj. Każde takie badanie trwa zaledwie kilka minut. Należy jednak zwrócić uwagę na znaczenie postaci samej zawieszonych cząsteczek, gdyż ma ona znaczenie przy zastosowaniu niniejszej metody.

3. Wyznaczanie ilości zawiesin w potokach bez brania próbek wody.

Obecnie stosowane metody badania cząsteczek, wleczonych przez prąd rzeki w stanie zawieszenia, polegające na braniu szeregu próbek, mają liczne cechy ujemne, a wśród nich tę, że nie dają możliwości ustalenia, w jaki sposób cząstki są rozłożone w całym przekroju rzeki, jak również stwierdzenia ciągłych zmian ilości zawiesin. Znaczeniu tych zmian poświęcił dużo uwagi F. Schafernak⁵⁾, a w ostatnich czasach, na podstawie wyników doświadczeń, wysunął je, jako całkiem odrębne zagadnienie.

Metoda fotoelektryczna umożliwia wyznaczenie, zapomocą specjalnie skonstruowanych przyrządów, zawartości zawieszonych substancyj bez brania próbek wody. Prof. N. Kalitin⁶⁾ próbował skonstruować w tym celu jeszcze w r. 1923, fotometr, który się składał z wrażliwego na światło dzienne fotoelementu (podobnego do przedstawionego na rys. 2), z przewodów do odprowadzania

nia się natężenie przenikającego w głąb wody światła. Wszystkie te wady usuwa konstrukcja, w której komórka świetlna mieści się wewnątrz rurki i jest odgrodzona od wody zapomocą tarczy szklanej (rys. 4). Rurka wyposażona jest w środku w dwa otwory przeciwległe, zastronione szkłem, a mieszczące komórkę świetlną i źródło światła. Nieprzezroczyste ścianki rury ochraniają komórkę od zakłócającego wpływu światła dziennego. Dzięki temu komórka jest poddana wyłącznie naświetlaniu przez żarówkę, gdy przyrząd jest opuszczony na linie na dowolną głębokość. Ster ustawia rurę zawsze w kierunku biegu wody. Oprócz szybkiego i nieskomplikowanego wyznaczania rozdzielania zawiesin w całym przekroju rzeki, umożliwia przy-



Rys. 4. Przyrząd do bezpośredniego badania mętności wody w rzekach

- R — rura metalowa długości 1 m i średnicy 15 cm;
- F — komórka świetlna;
- C i O — szybka szklana i soczewka;
- L — źródło światła;
- D — drut.

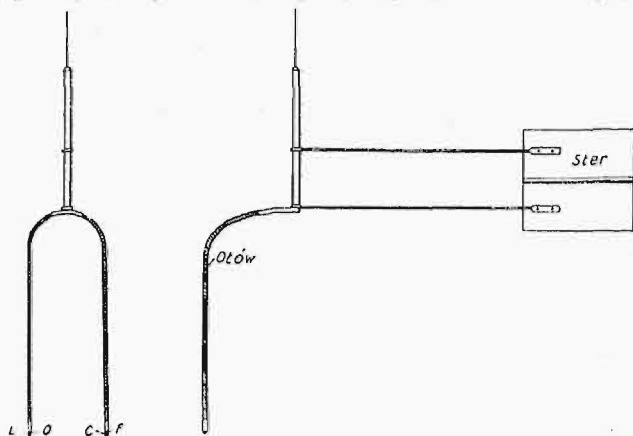
⁵⁾ F. Schafernak, Neue Grundlage f. d. Berechnung d. Geschiebeführung in Flussläufen, Leipzig-Wien, 1927, str. 34.

⁶⁾ N. Kalitin, Gidrografičeskie zapiski. Leningrad, tom 47 (1921).

rząd zbadanie wpływu różnych budowli technicznych i przeszkód sztucznych na ruch substancyj zawieszonych i przenoszonych przez wodę.

Jeżeli kołysanie się statku przeszkadza nastawieniu galwanometru i odczytywaniu jego odchylenia, to można umieścić galwanometr wraz z baterją na brzegu i odnotowywać odchylenia jego po podaniu znaku ze statku, a przewodniki połączyć w jeden kabel. Można też używać niewrażliwego na kołysanie galwanometru morskiego.

Bardzo celowe jest nadanie przyrządowi postaci wideł i umieszczenie na ostrzach tychże, naprzeciwko siebie, fotokomórki i źródła światła, aby jak najmniej wpłynąć na wolny przepływ wody (rys. 5). Przy budowie przyrządu, trzeba uwzględ-



Rys. 5 Konstrukcja przyrządu w kształcie wideł do pomiarów mętności.

L — źródło światła; F — komórka świetlna;
O — soczewka; C — szyba ochronna ze szkła.

nić wpływ bezpośredniego lub odbitego od dna rzeki światła dziennego. Celem ochrony źródła światła i komórki świetlnej od tych szkodliwych wpływów, najlepiej umieścić je w dwóch rurkach (rys. 6), wyposażając je w szereg odpowiednich przesłon. Jeżeli ponadto ustawimy rurki przesuwnie względem siebie, to uzyskamy możliwość zmiany długości drogi promienia światła stosownie do mętności, koncentracji oraz zabarwienia wody, dla osiągnięcia w ten sposób wymaganej dokładności pomiarów.

Podczas takich badań zawsze musi być uwzględniany wpływ składu mechanicznego zawieszonych cząsteczek na absorpcję światła. Większe odchylenia od ich zasadniczego składu wymagają odpowiednich zmian (poprawek) krzywej rys. 3. Zazwyczaj jednak wystarcza stosowanie przeciętnej krzywej.

4. Dalsze zastosowania praktyczne metody fotoelektrycznej.

Dzięki dużej wrażliwości komórek świetlnych i bezpośredniej zależności natężenia fotoprądu od intensywności padającego na komórkę światła, nietrudno zastosować metodę powyższą do pomiarów stopnia nasycenia cieczy barwnych i bezbarwnych oraz mętności emulsyj. Prof. N. Kalitin⁷⁾ wykonał w r. 1925 szereg takich doświadczeń, wykazując przydatność tej metody i do wymienionego celu.

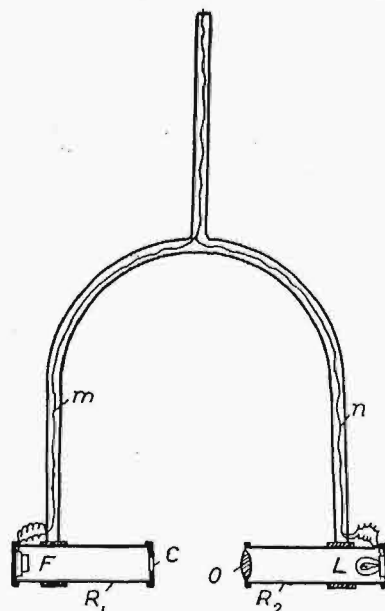
Jako ciecz doświadczalną do określenia stężenia brano roztwory wodne cukru i soli kuchennej, do określenia intensywności zabarwienia — roztwory wodne $K_2Cr_2O_7$ i farb anilinowych, zaś do badań emulsyj — mleko. Urządzenie do tych doświadczeń użyto podobne do przedstawionego na rys. 1. Dokładność osiągnięta podczas tych do-

świadczeń wynosiła w odniesieniu do intensywności zabarwienia — 0,0001%, stężenia roztworów — 0,01%. Dokładność może jednak być znacznie podwyższona drogą powiększenia drogi, którą przechodzą promienie świetlne w cieczy doświadczalnej. Osłabienie natężenia fotoprądu przez ciecz bezbarwną tłumaczy się absorpcją niewidocznych promieni ultrafioletowych, działających szczególnie silnie na komórki świetlne.

Ponieważ woda rzeczna zawiera zazwyczaj, oprócz cząstek zawieszonych, także i liczne rozpuszczone barwne i bezbarwne substancje, pochodzenia naturalnego lub przemysłowego, np. ścieki zakładów chemicznych, przeto użycie dwóch lub kilku komórek świetlnych umożliwia jednocześnie określenie zarówno mętności, jak i stężenia oraz i intensywności zabarwienia, skoro użyte komórki będą wrażliwe na różne części widma. Jeżeli przytem znamy zakres wrażliwości jednej z użytych komórek do pomiaru stężenia lub intensywności zabarwienia, to wrażliwość komórki do pomiaru mętności powinna odpowiadać możliwie oddalonej części widma, gdyż chodzi tu tylko o wahania natężenia światła wywołane przez cząsteczki stałe. Pomiar zabarwienia względnie stężenia musi być uzupełniony i poprawiony przez użycie dodatkowej krzywej, analogicznej do podanej na rys. 3.

5. Uwagi końcowe.

Jak z pracy niniejszej wynika, tak ważne przy projektowaniu budowli wodnych badania rozmieszczenia cząsteczek zawieszonych w przekroju rzeki możemy wy-



Rys. 6. Ulepszony aparat widlasty.
 R_1 i R_2 — rurki ruchome; L — źródło światła;
O — obiektyw;
F — komórka świetlna; m i n — przewodniki.

konać łatwiej za pomocą metody fotoelektrycznej, aniżeli innymi dotychczas stosowanymi sposobami. Obok bardzo ważnej możliwości określenia zapomocą takiego przyrządu w każdej chwili, nawet podczas najwyższego stanu wody, względnego rozmieszczenia cząsteczek zawieszonych w całym przekroju rzeki przez proste zanurzenie aparatu, daje metoda fotoelektryczna możliwość ustalenia z wystarczającą dokładnością absolutnej ilości zawieszin, o ile skład ich pozostaje w pewnych granicach. Równocześnie określenie chwilowego stężenia, względnie intensywności zabarwienia wody, nie stanowi żadnej trudności.

Pozostała metoda fotoelektryczna może znaleźć zastosowanie do wszelkiego rodzaju badań optycz-

⁷⁾ N. Kalitin. Izwiestja Nauczno-Melioratiwnogo Instytutu pri Nar. Kom. Zemledelija, tom. 14. Leningrad 1926, str. 116. Porównaj P. Jakuschoff, Zeitschrift des V. D. I. t. 75 Nr. 14 (1931), str. 426.

nych cieczy, do celów naukowych oraz kontroli produkcji w przemyśle.

Dalszą szeroką dziedziną zastosowania kontroli fotoelektrycznej są pomiary mętności gazów, niezależnie od tego, czy owa mętność jest spowodowa-

na przez zawieszone cząstki stałe, czy też cząstki cieczy. Możliwym jest osiągnięcie dowolnej dokładności, jak również samoczynne zapisywanie wyników i włączenie sygnałów ostrzegawczych — wszystko drogą nieskomplikowaną a taną.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BADANIA TECHNICZNE. — BUDOWNICTWO.

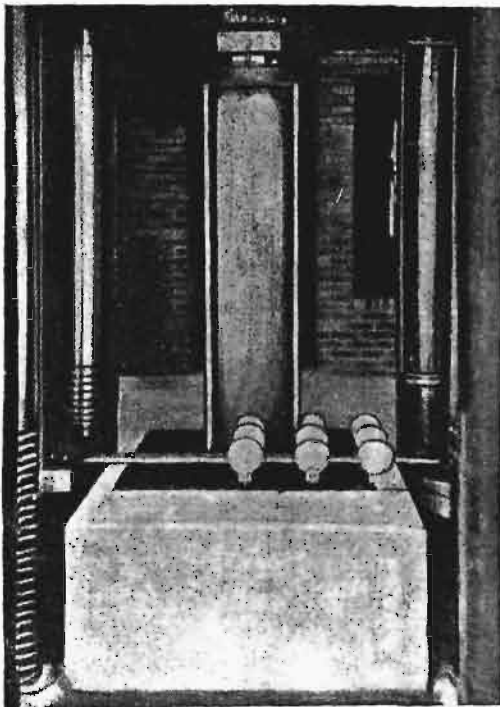
Badanie naprężeń w płytach fundamentowych słupów stalowych.

W uniwersytecie w Minneapolis wykonano pomiary ugięć płyt stalowych, przekazujących ciśnienie ze słupa o przekroju H na blok fundamentowy. Użyto słupów dwu-

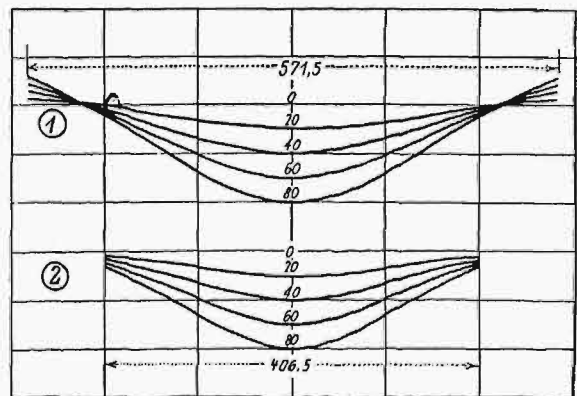
profilów: o wysokości przekroju 10 cm i ciężarze 20,5 kg/m b oraz o wysokości 15 cm i ciężarze 35,8 kg/m b. Płyty stalowe miały wymiar w planie 407 × 407 mm; bloki fundamentowe — 560 × 560 mm były w planie 3 rodzajów: 1) z betonu o grubości 23 cm; 2) z rusztu z 4 warstw desek świerkowych, 3) z 4 płyt ze sprasowanej masy drzewnej. Wykonanie próby uwidocznione jest na rys. 1.

Ugięcia płyty mierzone były w stosunku do poziomu jej środka zapomocą 9 czujników Ames'a, na których widoczna podziałka stanowi 0,025 mm.

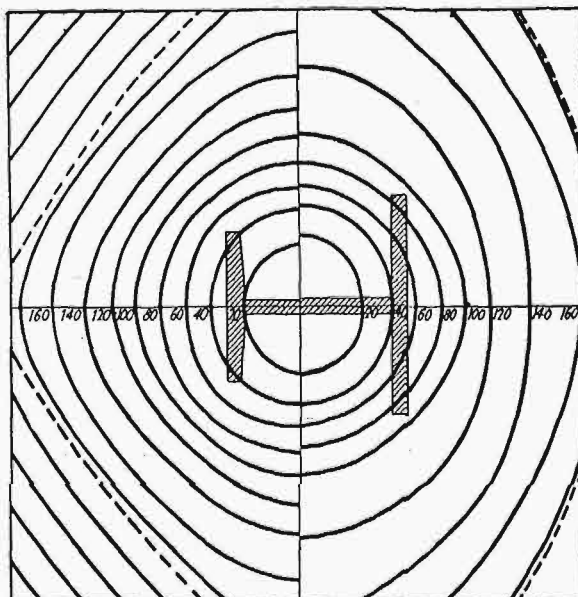
Siła cisnąca zwiększana była stopniami, odczyty ugięć robione po każdym zwiększeniu siły. Pomiary robiono tylko na jednej ćwiartce płyty; wykresy ugięć wykonano w założeniu, że wszystkie ćwiartki odkształcały się w ten sam sposób. Szczególną uwagę zwrócono na równomierny nacisk sřezowanego końca słupa na płytę.



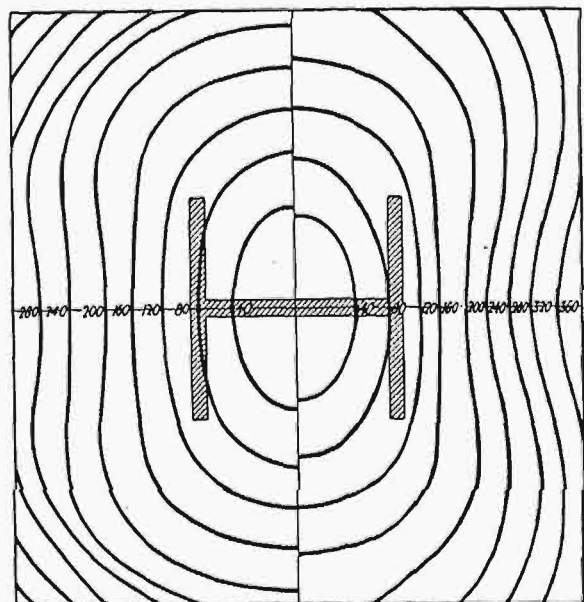
Rys. 1. Aparatura pomiarowa.



Rys. 3. Ugięcia płyty stalowej 25 mm grubości na betonie.



Rys. 2. Linie równych ugięć płyty stalowej na betonie.



Rys. 4. Płyty stalowe na podłożu drzewnym.

Badania wykazały przedewszystkiem, że płyta wygina się głównie względem osi prostopadłej do środka słupa, i to niezależnie od podłoża pod płytą; stąd można sądzić, że siła cisnąca ześrodkowana jest najbardziej w pasach słupa.

Charakterystyczne jest, że końce płyty opartej na betonie wyginały się do góry, a więc odstawały od betonu; zatem tylko środkowa część płyty przenosiła nacisk na beton. Spostrzeżono, że płyta wygina się tem więcej, im mniejsza jest powierzchnia dotyku pomiędzy nią i słupem i im miększe jest podłoże fundamentowe.

Rys. 2 pokazuje linje równych ugięć 13 mm-wej płyty stalowej na podłożu betonowym. Naroża ograniczone linjami przerywanymi podniosły się powyżej płyty pod wpływem obciążenia.

Rys. 3 wskazuje ugięcie 25 mm-wej płyty stalowej w kierunku przekątnej i boku kwadratu. Siła była zwiększana stopniami co 4,4 t; dla każdej odpowiedniej wartości siły wykreślono krzywe ugięć. W przekroju ugięć po przekątnej daje się zauważyć, że naroża płyty podnoszą się prawie zawsze w tem samym miejscu, niezależnie od wartości siły. Z tego wykresu da się również wywnioskować, że ugięcia są proporcjonalne do siły cisnącej.

Na rys. 4 pokazane są linje równych ugięć płyty stalowej na podłożu z 4 płyt po 13 mm sprasowanej masy zewnętrznej i z rusztu z desek świerkowych o grubości po 19 mm.

Na tych obydwóch podłożach wyraźnie widoczne jest wygięcie płyty względem osi prostopadłej do środka słupa.

Naroża płyty nie podniosły się ponad podłoże, cała więc płyta przenosi tutaj ciśnienie na fundament. Najmniejsze ciśnienie panuje oczywiście w narożach, największe — w środku płyty. (Stahlbau, zes. 18, 1931 r.).

W. Z.

GOSPODARKA ENERGETYCZNA.

Samoczynny zakład wodny o mocy 60 000 KM.

Automatyzacja rozmaitych urządzeń elektrycznych wykazała w ostatnich latach znaczne postępy. Samoczynne działanie wprowadzono nie tylko do urządzeń o słabym prądzie, lecz i o prądzie silnym. Dzisiaj istnieje tysiące urządzeń, uruchamianych w ten sposób, działających zupełnie pewnie i dających znaczne oszczędności. Z podobnych urządzeń wspomniemy: przetwornice jednotwornikowe, prostowniki rtęciowe, przetwornice częstotliwości, zakłady wodne. W zakładach wodnych ograniczono się dotychczas z wprowadzeniem automatyzacji do zakładów małych lub średnich. Duże siłownie wodne były dotychczas obsługiwane przez personel, pracujący na trzy zmiany.

W Stanach Zjednoczonych A. P. uruchomiono obecnie największy zakład bez obsługi ludźmi. Mianowicie Montana Power Co zbudowała w Morany, 25 km poniżej wodospadu Great na rz. Missouri w stanie Montana, zupełnie samoczynnie pracującą siłownię wodną o ogólnej mocy $2 \times 31\,000$ KM. Turbiny, typu Morrisa, mają średnicę 7 m. Każda turbina jest połączona z prądnicą prądu zmiennego o 25 000 kW, 13 800 V, 60 okr./sek. Osobna wzbudnica składa się z turbiny wodnej 600 KM i dwu prądnic prądu stałego o 215 kW, z których każda może

być połączona z odpowiednimi prądnicami głównymi. Prąd wytwarzany przez prądnice jest transformowany na napięcie 115 000 V. Do celów pomocniczych są nadto dwa transformatory o mocy 150 kW i przekładni 13 200/440.

Aparatura do samoczynnego działania w tej elektrowni ma za zadanie głównie regulowanie. Umożliwia nie tylko utrzymanie częstotliwości w całej sieci, lecz i pracę maszyn, stosownie do potrzeby, jako prądnic lub kompensatorów synchronicznych.

Utrzymanie częstotliwości w sieci Montana Power Co, z powodu bardzo zmiennego obciążenia, było b. kłopotliwe. Zastosowanie regulacji częstotliwości w zakładzie Morany pozwoliło jednak te stosunki w dużej mierze polepszyć.

Specjalne urządzenie umożliwia zamianę jednej z prądnic, przy zmniejszeniu obciążenia, na kompensator synchroniczny, przymykając łopatki kierownicze turbiny. Takie zmiany zdarzają się od 5 do 20 razy dziennie. (S. T. Z. 1931, zes. 37, str. 573).

Ig.

METALoznawstwo.

Wpływ żelaza na własności duraluminu.

Badano stopy o przeciętnym składzie: Cu = 4,6%, Mg = 0,50%, Mn = 0,60%, Si = 0,30% i Fe, którego zawartość zmieniała się, mianowicie 0,22, 0,52, 0,93, 1,10 i 1,50%. Stopy hartowano w wodzie od temp. 500—540° w odstępie co 10°, po wygrzaniu w ciągu 30 min, później poddawano starzeniu się w temp. normalnych w ciągu 10 dni. Stopy bogate w żelazo wykazały gorsze własności wytrzymałościowe niż stopy o mniejszej zawartości żelaza. Zwłaszcza wybitna różnica występuje przy wyższych temperaturach hartowania. Stop o 0,22% Fe po hartowaniu od 500°C i starzeniu się dał $R = 44,3$ kg/mm², zaś stop o 1,50% Fe — tylko 38 kg/mm². Te same stopy po hartowaniu od 540°C i starzeniu się dały $R = 47,9$ kg/mm² i 38 kg/mm². Wydłużenie pierwszego stopu wynosi 21—22%, drugiego — 18—19%, twardość zaś 110 kg/mm² i 90,7 kg/mm². Jak widać, wpływ Fe na duralumin jest odmienny aniżeli na aluminium; w tem ostatniem żelazo powoduje bowiem wzrost i wytrzymałości i twardości. Do 0,9% Fe występuje w postaci eutektyki, powyżej zaś widać nowy, jednorodny składnik o niebiesko-szarem zabarwieniu, prawdopodobnie związek FeAl₃. Autor przypuszcza, iż żelazo przeszkadza przejściu miedzi w roztwór stały, dzięki czemu nie uzyskujemy tak wysokich własności wytrzymałościowych. Przy starzeniu się stopów o małej, albo o dużej zawartości żelaza, wzrost wytrzymałości jest jednakowy, zaś wzrost twardości o 7 kg/mm² mniejszy przy stopie o 1,5% Fe od wzrostu przy stopie o 0,22% Fe. Przy zupełnem wyżarzaniu, stopy o różnej zawartości żelaza osiągają prawie takie same twardości. Zmniejszenie rozpuszczalności Cu w Al przypisuje autor utworzeniu się eutektyki, w której skład wchodzi zarówno Cu, jak i Fe, co utrudnia rozpuszczalność.

Praca zawiera liczne tabele i wykresy, ilustrujące zależność własności mechanicznych duraluminu od ilości żelaza i temp. hartowania, oraz liczne mikrofotografie. (W. Kroenig, Z. M. R., 1931 r., zes. 9, str. 245/9).

E. P.