

Prof. dr. G. WELTER

Badania łożysk ślizgowych z zastosowaniem nowego sposobu smarowania pod bardzo wysokim ciśnieniem¹⁾

Część II.

Streszczenie: Tarcie łożyska z zastosowaniem smarowania pod bardzo wysokim ciśnieniem lub bez niego w ciągu długotrwałego biegu, jak również zależność ciśnienia oleju od obciążenia omówiono na podstawie przeprowadzonych prób; pomierzono również grubość warstewki oleju, wytwarzającej się przy smarowaniu pod wysokim ciśnieniem. Zestawienie własności łożysk ślizgowych przy zastosowaniu smarowania pod wysokim ciśnieniem z własnościami łożysk tocznych wykazuje, że łożyska takie, obok znanych zalet, posiadają również i trudne do przewyższenia niedogodności, które narazie przeszkadzają wszechstronnie ich wprowadzeniu. Łożyska ślizgowe, smarowane pod bardzo wysokim ciśnieniem, łączą zalety łożysk tocznych z zaletami łożysk ślizgowych o smarowaniu poduszkiem, nie wykazując jednakże ich wad. Autor opisuje konstrukcyjne szczegóły zastosowania smarowania pod bardzo wysokim ciśnieniem i na podstawie wartości, ustalonych dla łożysk tocznych, określa oszczędności energii, możliwe do osiągnięcia dla nowych łożysk ślizgowych. Niewielkiemu stosunkowo koniecznemu wkładowi kapitału przeciwstawia się znaczne zaoszczędzenie węgla przy użyciu smarowania pod wysokim ciśnieniem. Autor omawia zakres zastosowania tego smarowania oraz jego zalety.

C. Tarcie podczas długotrwałego biegu.

Równie ważne, jak tarcie przy rozruchu, jest tarcie, występujące w ciągu dłuższej pracy pomiędzy czopami i panwiami. Tarcie łożysk ślizgowych przy zastosowaniu zwykłych sposobów smarowania jest stosunkowo znaczne ze względu na niedostateczny dopływ oleju, to też zmniejszenie współczynnika tarcia nabiera specjalnego znaczenia, czas bowiem działania tego zmniejszonego tarcia jest bardzo znaczny. Wyniki prób z łożyskami ślizgowymi, zaopatrzonymi w normalne smarowanie poduszkiem, w zestawieniu z wynikami, uzyskanymi na łożyskach ze smarowaniem pod bardzo wysokim ciśnieniem, wykazały, że również i w dłuższym użyciu nowe urządzenie smarownicze znacznie podnosi wartości ślizgowe łożysk. Rezultaty tych prób uwidoczniło na wykresach (rys. 1), gdzie prócz wartości tarcia, pomierzonych dynamometrem, naniesiono również temperatury łożysk. (Zastosowanie krzywych rozchodu prądu okazało się niemożliwym ze względu na duże wahania, występujące w sieci w czasie przebiegu próby). Z zestawienia krzywych tarcia i temperatur wynika, że stan ustalenia podczas dłuższej pracy następuje dopiero po upływie 1 godziny nieprzerwanego biegu; dalej uznać trzeba, że, pomijawszy już znaczne różnice tarcia podczas pierwszego okresu rozruchu (pierwsze 10 minut), smarowanie pod wysokim ciśnieniem i w ciągu dłuższego użycia, wykazuje wybitne zalety. Tarcie wynosi tutaj tylko 2,3 do 2,6 kg w przeciwstawieniu do 3,6 — 3,8 kg przy zwykłym smarowaniu poduszkiem; w ten sposób użycie smarowania wysokopięnego zmniejszyło tarcie łożyska podczas długotrwałego biegu o około 30%, co z punktu widzenia wkładu energii nabiera szczególnego znaczenia. Dalej — temperatura łożysk przy użyciu smarowania pod wysokim ciśnieniem jest niższa o około 8° do 9°, niż przy użyciu zwykłego smarowania poduszkiem, a to wskutek mniejszego tarcia i wzmożonego dopływu oleju. Gdyby temperatura łożyska przy smarowaniu pod wysokim ciśnieniem była równie wysoka, to, jak wykazały wstępne próby,

tarcie i zapotrzebowanie prądu zmieniłyby się jeszcze trochę na korzyść tego sposobu smarowania. Próby biegu długotrwałego przeprowadzono w stosunkowo wysokiej temperaturze otoczenia, równej 20°, to też zalety smarowania wysokopięnego wystąpiłyby jeszcze wyraźniej przy przeprowadzeniu tych prób w temperaturze bliżej 0° lub też poniżej 0°, t. j. w temperaturze, najczęściej występującej w łożysku zimą podczas pierwszego okresu rozruchu lub po dłuższych przystankach.

Należy również nadmienić, że przy tych niskich temperaturach smarowanie pod bardzo wysokim ciśnieniem prócz wymienionych zalet, wykazuje niezwykle wysoką pewność w użyciu, bowiem — w przeciwieństwie do zwykłego smarowania poduszkiem — olej doprowadza się do łożyska pod ciśnieniem 100 do 150 atm. W ten sposób łożysko, nawet przy bardzo niskich temperaturach nie pracuje nigdy bez doprowadzenia oleju, czy też przy niedostatecznym jego dopływie.

Niezawodność użycia zwykłych łożysk ślizgowych przy niskich temperaturach powietrza jest naruszana przede wszystkim (jak uczy doświadczenie, nabyte podczas ostrych mrozów) wskutek niedostatecznego wydobywania się oleju z poduszki smarowej, która często w tych temperaturach zawodzi. Z powodu wadliwego smarowania występują — zwłaszcza zimą, — szczególnie często tarcia, które, obok innych trudności i bez tego występujących wskutek zimna, znacznie hamują ruch.

W ostatnich czasach różne towarzystwa kolejowe przedsięwzięły na szeroką skalę prace, mające na celu usunięcie tych trudności. Między innymi rozpatrywano rozwiązanie, polegające na ulepszeniu poduszki smarowej, któraby dostarczała większą niż dotychczas ilość oleju. Nawet gdyby dzięki temu zmniejszył się nieco współczynnik tarcia łożyska podczas długotrwałej pracy, to i tak usunie się wad łożysk ślizgowych przy ruszaniu przy rozruchu i w pierwszym okresie rozruchu. W szczególności zaś nawet ulepszona poduszka smarowa, podobnie jak i dawna, dostarczać będzie w czasie silnego mrozu niewystarczającą ilość oleju; również i przewodnictwo cieplne poduszki smarowej jest szczególnie niekorzystne. Podczas silnego zimna doprowadzenie oleju w maźnicach

¹⁾ D. c. do str. 698 w zesz. 24 „F. T.” z r. 1934.

temperatury powyżej 0° byłyby możliwe tylko z trudnością. Długotrwałe chłodzenie maźnic przez wiatr, przy złym przewodzeniu ciepła z przyczopków i panwi na olej, jest w rzeczywistości przyczyną niskiej temperatury oleju podczas ostrego mrozu.

D. Dalsze badania porównawcze pomiędzy smarowaniem pod bardzo wysokim ciśnieniem a smarowaniem poduszkowym.

W dalszym ciągu badań określono również zależność ciśnienia oleju od obciążenia łożysk podczas przystanków i długotrwałego biegu. Dalej przeprowadzono próby wstępne, mające na celu pomiarzenie, podczas spoczynku wału, grubości warstewki oleju, wytworzonej dzięki smarowaniu pod wysokim ciśnieniem. Pozatem badano wpływ bocznego przesunięcia się panwi na czepie (jak to ma miejsce w jadącym wagonie kolejowym) na ciśnienie oleju w łożysku. Wyniki wszystkich tych prób są podane krótko poniżej.

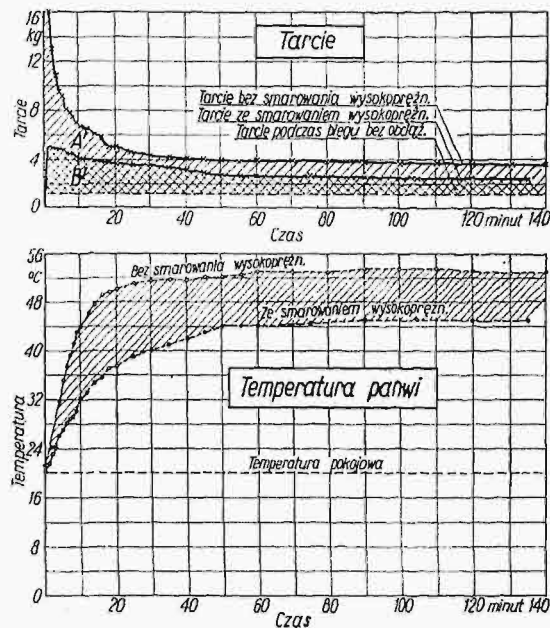
a) Zależność ciśnienia oleju od obciążenia (wykresy na rys. 2).

Zależność ciśnienia oleju od każdorazowego obciążenia łożyska w tonnach jest naniesiona na wykres (rys. 2). Okazuje się, że przy nieruchomym wale ciśnienie jest mniej więcej proporcjonalne do obciążenia i wynosi 40 do 50 at dla 1 t, 115 do 125 at dla 4 t i 170 do 180 at dla 6 t. To też, aby pomiędzy wałem i panwią mogła się wytworzyć warstewka oleju, konieczne jest przy obciążeniu łożyska, wynoszącym 8 t, ciśnienie oleju około 230 do 250 at. Aby osiągnąć efekt rozruchu bez tarcia, wystarcza doprowadzenie niewielkiej ilości oleju do łożyska (normalne wagony osobowe); ilość ta podczas przystanku wynosi 4,5 — 6 cm³/min. Jak wykazały badania, przy znacznie (mniej więcej 4-8-krotnie) większej ilości oleju, równającej się 18—20 cm³/min, ciśnienie oleju w łożysku pozostaje prawie bez zmian, a odpowiadająca siła tarcia przy rozruchu wału jest w przybliżeniu ta sama.

Jeśli wał jest w ruchu, to wzrost ciśnienia oleju przy wzrastającym obciążeniu łożyska z powodu przepływu oleju pomiędzy panwią i wałem jest nieco mniejszy i wynosi przy 6 t około 130 do 150 at; również i zależność ciśnienia oleju od dostarczanej jego ilości jest przy obrotach wału nieco większa. Naprzykład: przy 6 t osiągnięto dla ilości oleju, równej 18 do 20 cm³/min ciśnienie 140 do 150 at, gdy tymczasem dla 4,5 do 5,0 cm³/min ciśnienie w łożysku wynosiło 125 do 130 at. Jednakże mniejsza ilość oleju (5 cm³/min w stosunku do 20 cm³/min) nie wywiera wyraźnie szkodliwego wpływu na własności bieżne. Aby więc nie ustalić zbyt skąpo ilości oleju, koniecznej w użytku, można obliczać na łożysko średnią z tych wartości, t. zn. około 10 cm³/min. Stąd ilość oleju konieczna dla wagonu pociągu pośpiesznego o 8 łożyskach, wynosi okrągło 0,08 litra na minutę. Ponieważ olej w łożyskach tylko krąży, a nie zużywa się, to w rzeczywistości potrzebna ilość oleju jest minimalna.

b) Grubość warstewki oleju.

Przeprowadzono próby, mające na celu określenie podczas spoczynku wału grubości warstewki oleju, która wytwarza się pomiędzy wałem i panwią z oleju, znajdującego się pod wysokim ciśnieniem.



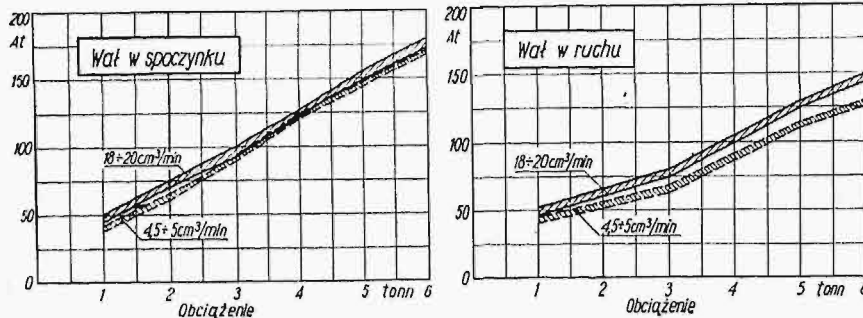
Rys. 1. Próba biegu długotrwałego przy 250 obr./min.

W tym celu zastosowano pomiędzy łożyskiem a wałem czujnik o dokładności do 0,005 mm i przy podnoszeniu się łożyska naskutek parcia oleju pomierzono prostopadłe przesunięcia panwi. Jak się okazało, po otwarciu zaworów, w pierwszym momencie przepływu oleju, różnice w prostopadłym położeniu panwi (w stosunku do wału) wynosiły najwyżej 0,4 do 0,5 mm; przytem olej był o jakieś 20 do 30 at bardziej ściśnięty, niżby to odpowiadało obciążeniu łożyska. Po wyrównaniu się ciśnienia oleju w stosunku do przeciwparcia łożyska, które wynosiło 170 do 180 at, grubość warstewki oleju spadła do 0,01 do 0,02 mm. Jak stąd wynika, panew była uniesiona przez początkowy przepływ oleju o około 0,03 mm wyżej, niż to wywołuje przepływ normalny. Sztuczna warstewka oleju, która wywołuje takie nadspodziewane efekty przy rozruchu wału, wykazuje więc przy nieruchomym wale tylko 0,01 mm grubości, a podczas poślizgu może być jeszcze cieńsza.

c) Boczne przesunięcia panwi łożyskowej na czepie.

Ponieważ w wagonach kolejowych panwie, przylegające do wału, mają luz boczny i przesuwiają się często na czepie podczas jazdy od prawej strony do lewej, przeprowadzono badania w celu ustalenia, czy te poślizgi boczne nie wywierają szkodliwego wpływu na ciśnienie oleju. W tym celu panew o smarowaniu pod bardzo wysokim ciśnieniem, obciążona do 6 t, była po osiągnięciu stanu ustalenia przesunięta w ruchu i pod ciśnieniem o jakieś 5 do 6 mm w bok po wale. W wyniku okazało się, że przesunięcie to niema wyraźnego wpływu na ciśnienie oleju pomiędzy

panwią i wałem, a więc tem samym nie wpływa na zmianę własności ślizgowych przy smarowaniu pod bardzo wysokim ciśnieniem. Podczas tej próby, którą przeprowadzono wielokrotnie również i z innymi panwiami, ustalono, że ciśnienie przy bocznym przesunięciu panwi o 5 mm spadało najwyżej o 10 at (ze 140 na 130 at) i że wzrastało ono znów po upływie określonego czasu. Wynioskować stąd można, że w praktyce, przy dobrze szlifowanych panwiach i wale, boczny luz łożysk wagonowych nie oddziałuje szkodliwie na smarowanie pod bardzo wysokim ciśnieniem, a zatem i na ulepszone własności ślizgowe.



Rys. 2. Zależność ciśnienia oleju od obciążenia panwi.

5) Własności łożysk ślizgowych w stosunku do łożysk tocznych.

Łożysko ślizgowe, które utrzymało się — zwłaszcza w surowej służbie kolejowej — dzięki swej prostej zasadzie i nieskomplikowanej konstrukcji, otrzymało ostatnimi czasy groźnego współzawodnika w postaci łożysk tocznych (kulkowych i rolkowych). Opracowano cały szereg konstrukcyj, z których wyroby szwedzkiej fabryki łożysk kulkowych S. K. F., niemieckie łożyska Fichtel i Sachs i inne, zostały masowo użyte na kolejach tytułem badań i prób. Łożyska te wypróbowywane są nie tylko w wagonach pociągów osobowych i pociągów towarowych, lecz również i w wagonach towarowych ciężkich. Poszczególne towarzystwa tramwajowe używają już normalnie łożysk tocznych. Rys. 3 przedstawia maźnicę wagonu osobowego i towarowego, zaopatrzoną w łożyska toczne. Łożyska toczne wykazują zalety, które po części są takie same, jakie osiągnąć można łożyskami ślizgowymi przy zastosowaniu smarowania pod bardzo wysokim ciśnieniem. Zalety te, w przeciwieństwie do zwykłych łożysk ślizgowych, są według fabryk łożysk kulkowych następujące:

Natychmiastowa pełna zdolność do użycia. Jednakowy opór przy rozruchu i w biegu. Duża oszczędność mocy. Duży stopień niezawodności w użyciu. Łatwa wymiennność. Łatwa i prosta obsługa (oszczędność smarów).

Co do powyższych punktów nasuwają się następujące uwagi:

Natychmiastowa zdolność do użycia jest wielką zaletą łożysk tocznych w odniesieniu do łożysk zwykłych, które po nowym wylaniu panwi lub dla nowego przyczopka wymagają pewnego okresu czasu do osiągnięcia normalnych warunków pracy.

Co się tyczy jednakowego oporu przy normalnej pracy i rozruchu, to trzeba zaznaczyć, że jednakże

i łożyska toczne mają większy opór przy rozruchu, niż przy normalnym biegu. Opór ten jest wszelako znacznie mniejszy, niż opór łożysk zwykłych, większy jednak, niż opór, stawiany przez łożyska ślizgowe z zastosowaniem smarowania pod bardzo wysokim ciśnieniem (por. rys. 13—18, część I; „Przeł. Techn.”, str. 693, 1934).

W biegu długotrwałym, a zwłaszcza przy znacznych szybkościach ślizgania, opór łożysk tocznych jest cokolwiek wyższy od oporu łożyska ślizgowego ze smarowaniem wysokoprężnym; jednakże wartości oporów obydwu rodzajów łożysk są znacznie niższe od oporu zwykłego łożyska ze smarowaniem poduszkiem. To też zastosowanie łożysk tocznych dzięki łatwemu rozruchowi i nieznacznemu tylko tarcu podczas biegu długotrwałego daje znaczne oszczędności mocy, które to oszczędności na podstawie badań na kolejach żelaznych, przeprowadzanych obecnie przez szwedzką fabrykę łożysk kulkowych S. K. F., określono w wysokości 10% w stosunku do konstrukcyj łożyskowych, dotychczas używanych, (por. rozdział 7).

Inne zalety, jak duża pewność w użyciu, długotrwałość, łatwa wymiennność, oraz prosta obsługa, nie dadzą się rzucić na szalę przeciwko łożyskom ślizgowym ze smarowaniem wysokoprężnym lub bez niego, gdyż łożyska zwykle wykazują te własności dodatnie przynajmniej w tej samej mierze. W szczególności nie należy chyba spodziewać się większej pewności w użyciu po łożyskach kulkowych czy rolkowych, niż po łożyskach ślizgowych. Łożyska toczne są mechanizmami precyzyjnymi, których obróbkę trzeba uskuteczniać z najwyższą dokładnością. Drobnie uszkodzenie kulki lub rolki łożyska tocznego, które to uszkodzenie łatwo może być spowodowane przez wstrząs, pociąga często za sobą zniszczenie nie tylko wszystkich pozostałych kulek lub rolek, lecz również i całego łożyska. Szkody, stąd wynikające, są o wiele większe, niż straty, spowodowane uszkodzeniem łożyska ślizgowego. Również trudno jest uznawać długotrwałość łożyska tocznego, za wyższą od długotrwałości łożyska ślizgowego z dobrem smarowaniem poduszkiem. Absolutną szkodliwość łożyska tocznego odgrywa znaczną rolę najdrobniejsze bowiem zanieczyszczenie może spowodować daleko idące zniszczenie łożyska.

Dodać trzeba również, że waga łożyska tocznego do wagonu pociągu pociągów pospiesznych wynosi około 38,5 kg na łożysko, podczas gdy panew łożyska ślizgowego waży tylko około 6,5 kg. Przez wbudowanie łożysk tocznych, które ważą około sześć razy więcej, niż łożyska ślizgowe, masy niesprężające powiększają się znacznie, co wywiera znaczny i szkodliwy wpływ na łagodność biegu wagonu, jak również i na zużycie obręczy kół i nabudowy. Jeśli chodzi o długotrwałość łożysk tocznych w porównaniu do łożysk ślizgowych z wysokoprężnym smarowaniem, to można już obecnie

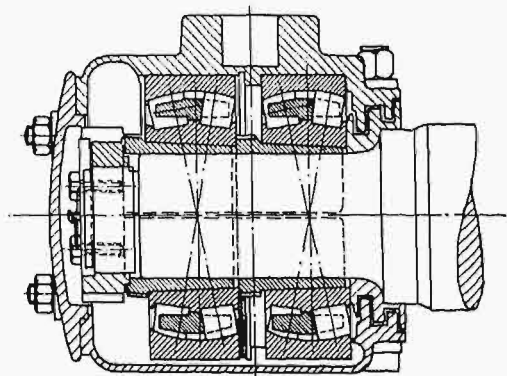
z pewnością przyjąć, że niema na to widoków, aby łożyska toczne mogły osiągnąć długość trwałość równą długości trwałości łożysk ślizgowych, zaopatrzone w smarowanie pod bardzo wysokim ciśnieniem, zwłaszcza wówczas, kiedy przejść do łożysk ślizgowych pełnych, to znaczy niewylewanych stopem łożyskowym.

Już dzisiaj w Ameryce osiągnięto dla łożysk pełnych przy zwykłym smarowaniu poduszkowym długość trwałość, wielokrotnie wyższą od długości trwałości łożysk ślizgowych wylewanych metalem łożyskowym. Trzeba zaznaczyć również, że wymiennosc bardzo delikatnych i wrażliwych łożysk tocznych będzie zawsze upośledzona w porównaniu z wymiennoscia prostych i mocnych łożysk ślizgowych; wydaje się niemożliwym wymienić łożysko toczne w czasie choć w przybliżeniu równym czasowi zamiany łożyska ślizgowego. Z drugiej strony dzisiejsze smarowanie poduszkowe łożysk ślizgowych ustępuje pod względem zapotrzebowania oleju łożyskom tocznym, niezwykle pod tym względem oszczędnym. Ta zaleta łożysk tocznych traci jednak na wartości w porównaniu z łożyskami ślizgowymi o smarowaniu wysokoprężnym, bowiem przy tego rodzaju smarowaniu i przy dobrym uszczelnieniu przyczopka konieczna ilość oleju na łożysko jest mała (10—15 cm³/min), prócz tego zaś olej krąży i stale doprowadzany jest ponownie do łożyska. Podobnie jak i przy specjalnych odprowadzeniach smarów dla łożysk ślizgowych, przy których konieczne uszczelnienie przyczopka pracuje zadowalająco (mażnice „Isothermos”), lub też podobnie do łożysk tocznych (pierścieni rozpryskowy z uszczelnieniem labiryntowym), celowe jest również zaopatrzenie wysokoprężnego smarowania w dobre uszczelnienie przyczopka.

Sprawdzanie stanu oleju, który można przy smarowaniu wysokoprężnym automatycznie regulować w poszczególnych łożyskach, nie jest konieczne. Nie można jeszcze podać dokładnych danych, dotyczących zapotrzebowania oleju przez nowe, wysokoprężnie smarowane łożysko ślizgowe; powinno ono jednak być mniejsze od zapotrzebowania łożysk ślizgowych o konstrukcjach dotychczasowych, gdzie marnują się znaczne ilości oleju wskutek niedostatecznego uszczelnienia przyczopka i nieostrożnego napełniania. Według przewidywań, ilość oleju, niezbędna przy wysokoprężnym smarowaniu, nie będzie mogła obniżyć się aż do wyrównania z bardzo małym zapotrzebowaniem oleju przez łożyska toczne, które pod tym względem są nadzwyczaj oszczędne. Trzeba jednak zaznaczyć, że smarowanie wysokoprężne nasuwa możliwość używania — zamiast stosunkowo drogich olejów mineralnych — tańszych mieszanek (oleje z węgla brunatnego i kamiennego, lub oleje łupkowe); w ten sposób koszty smarów dadzą się poważnie obniżyć.

Łożyska toczne obok zalet, wyżej wymienionych, wykazują w użyciu na kolejach żelaznych bardzo poważne wady, które również i dzisiaj utrudniają ogólne ich wprowadzenie. Mały opór rozruchowy, uznany za główną zaletę łożysk tocznych, jest szczególnie niekorzystny podczas nieużywania wagonu. Wystarczy stosunkowo niezbyt

mocny napór wiatru, aby wagony, stojące na stacji, a zaopatrzone w łożyska toczne, wprowadzić w ruch, co naturalnie przedstawia poważne niebezpieczeństwo. Niemożliwe jest również ustawienie wagonów z łożyskami tocznymi na stacjach, posiadających wzniesienia (np. 1:400, spotykane często i już wystarczające do wprowadzenia w ruch wagonu), jeżeli wagony te nie są zaopatrzone w urządzenia hamulcowe. Wskutek małego tarcia w łożyskach wagony na torach takiej stacji nie stoją w miejscu, lecz samorzutnie się przetaczają. Również i obsługa przetokowa takich wagonów nastęrcza poważne trudności wskutek rozmaitych współczynników tarcia w łożyskach ślizgowych i rolkowych, tak że w tym kierunku niemożliwe jest jeszcze bezpieczne używanie łożysk tocznych¹⁾.



Rys. 3. Mażnica wagonu osobowego, zaopatrzona w łożysko toczne.

Te właśnie względy, obok względów gospodarczych, są przyczyną, że rozmaite towarzystwa kolejowe nie mogą się jeszcze zdecydować na wprowadzenie łożysk tocznych na wielką skalę pomimo ich uznanych zalet. Łożyska toczne nie mogą również liczyć na szerokie rozpowszechnienie, dopóki cena ich będzie bardzo znacznie przewyższała cenę łożysk ślizgowych. Wbudowanie łożysk tocznych jest często ograniczone do wagonów kosztownych, jak wagony sypialne, ciężko ładowne wagony towarowe i t. p., gdyż amortyzacja kapitału wkładowego może nastąpić tylko przez intensywny obieg wagonów²⁾. W kolejnictwie jest więc łożysko toczne całkowicie nowym elementem konstrukcyjnym, a obchodzenia się z nim ludzie muszą się uczyć, gdy tymczasem łożysko wysokoprężnie smarowane składa się z elementów, z którymi umie obchodzić się każdy ślusarz.

W użyciu łożysk ślizgowych ze smarowaniem pod bardzo wysokim ciśnieniem trudności, wyżej opisane, nie zachodzą. Na krótko przed ruszeniem włącza się olej automatycznie pomiędzy panew i wał i w tym samym momencie występuje zmniejszenie tarcia. Ponieważ podczas postoju niema doprowadzenia oleju, to łożysko ślizgowe wysokoprężnie smarowane, jest samohamujące. Dalszą zaletą smarowania wysokoprężnego, w przeciwieństwie do łożysk tocznych, jest fakt, że łożyska toczne wskutek bezpośredniego podłożenia rolek

¹⁾ Por. Eisenbahnwesen 1925, str. 186 i 187.

²⁾ Por. Eisenbahnwesen 1925, str. 167.

stalowych pomiędzy koła i pudło wagonu są o wiele hańsliwsze od łożysk ze smarowaniem pod bardzo wysokim ciśnieniem, które pomiędzy osią a panwią mają warstwę oleju, tłumiącą hałas.

6) Techniczno-konstrukcyjne szczególności smarowania wysokoprężnego.

Jak już zaznaczono wyżej, smarowanie pod bardzo wysokim ciśnieniem nie wprowadza żadnych szczególnych zmian do dzisiejszej konstrukcji łożyska ze smarowaniem poduszkowem. Panew łożyskowa nie wymaga żadnych innych zmian poza podłużną wąską szczeliną na powierzchni ślizgowej panwi i małej nakrętki dla dopływu oleju. Również i maźnica może być zachowana w dotychczasowym swym kształcie; należy tylko prócz uszczelnienia przyczopka według znanych konstrukcyj zaopatrzyć ją w 2 otwory na doprowadzenie i odprowadzenie przewodów oleju (6-cio mm rurki miedziane lub stalowe). Zwykłe uszczelnienie przez zgarniacz i pierścień rozpry-

skowy może do pewnego stopnia wypełnić swe zadanie.

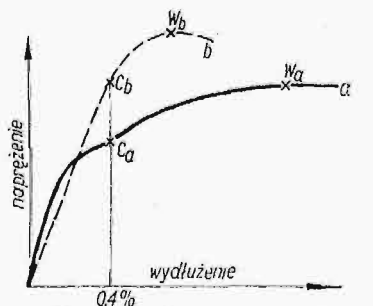
Podczas biegu, olej pod wysokim ciśnieniem stale doprowadza się pompą do powietrznicy i stąd do łożysk, skąd po wypełnieniu swego zadania znów się odprowadza pompą. Podczas wprawiania wagonu w ruch otwiera się na krótki okres czasu zawór zwiększający ciśnienie; skutkiem tego jest uniesienie się łożyska ponad przyczopkę i umożliwienie beztarciowego niemal ruszenia wagonu. Manipulację zaworem możnaby skutecznie za pośrednictwem drążków hamulcowych i w ten sposób wyłączać opór rozruchowy wagonu z miejsca, zajmowanego przez kierowcę pociągu.

Pomyślniej przedstawia się sprawa dla parowozów; podobnie bowiem, jak dzisiaj odbywa się smarowanie cylindrów i łożysk, — pompa olejowa da się nadzorować ze stanowiska maszynisty, skąd są zasilane wszystkie łożyska parowozu. Pompę można połączyć z olejarkami Boscha, już używanymi na parowozach. (d. n.)

SI. BRYŁA

Wkładki specjalne w konstrukcjach żelbetowych

Zginane elementy żelbetowe załamują się z reguły wskutek wyczerpania nośności uzbrojenia. Następuje to przy wydłużeniu $\varepsilon = 0,4\%$, czyli w pobliżu granicy ciastowatości. Wobec tego dla uzbrojenia przyjęto oznaczanie naprężenia odpowiadającego wydłużeniu $\varepsilon = 0,4\%$ jako granicy ciastowatości. Pręt stalowy, poddany obciążeniu, odkształca się według krzywej „a” (rys. 1).



a = stal zwyczajna c = granica ciastow.
b = stal wydłużona w = granica wytrzym.

Rys. 1.

Jeżeli po przekroczeniu granicy ciastowatości C_a , lecz przed zerwaniem, usuniemy obciążenie, a następnie obciążymy pręt ponownie, odkształci się on według krzywej „b”, osiągając wyższą granicę ciastowatości C_b i wytrzymałości W_b . Na tej zasadzie oparte są różne metody wytwarzania żelaza ulepszanego o podwyższonej granicy ciastowatości i o zwiększonej wytrzymałości. Sposób wydłużania musi być taki, aby żelazo doznało równomiernego rozciągnięcia na całej swej długości. Przy prostym rozciąganiu wydłużenie koncentruje się zazwyczaj w jednym punkcie, w miejscu powstawania t. zw. szyjki. Byłby to zatem sposób nieodpowiedni. Równomierne natomiast rozcią-

gnięcie uzyskujemy w opisanych niżej systemach: stal Isteg i siatka jednolita. Stwierdzono, że najkorzystniejsze jest takie rozciągnięcie, przy którym następuje powiększenie długości pierwotnej o 6%. Z wielu doświadczeń zagranicznych i krajowych wynika, że dla stali zlewnej o ciastowatości wahającej się w granicach od 2200—3000 kg/cm² nowa podwyższona granica ciastowatości ma amplitudę wahań znacznie mniejszą i z reguły nie schodzi poniżej 3600 kg/cm². Przy wydłużaniu ma więc miejsce uszlachetnienie i ujednoczenie metalu, polegające na tym, że słabsze gatunki stali osiągają procentowo większe podwyższenie granicy ciastowatości. Ponadto, przy takim rozciąganiu wychodzą na jaw wszelkie ukryte skazy materiału macierzystego, co umożliwia dokładniejsze wybrakowanie sztuk wadliwych.

Wytrzymałość krytyczna żelaz wydłużonych wzrasta stosunkowo znacznie mniej, niż granica ciastowatości. Dla konstrukcyj żelbetowych jednak decydujące znaczenie ma granica ciastowatości. Z tego powodu, opierając się na § 14, ust. 2 przepisów M. R. P. z r. 1927, dotyczących obliczeń statycznych, można w budowlanych konstrukcjach żelbetowych uzbrojonych żelazem wydłużonym dopuszczać naprężenia wyższe od naprężeń dopuszczalnych dla zwykłego żelaza okrągłego w tym stosunku, w jakim podnosi się granica ciastowatości. Przytem, jako granicę ciastowatości żelaza zwykłego, przyjmuje się w myśl przepisów 2400 kg/cm², dla żelaza zaś wydłużonego — najmniejszą wartość uzyskaną z doświadczeń, t. j. 3600 kg/cm², co odpowiada 1 1/2-krotnemu powiększeniu naprężenia dopuszczalnego. W zwykłych zatem warunkach zamiast 1200 kg/cm² można przyjmować 1800 kg/cm², a w wypadkach, przewidzianych w ust. 3-cim § 14 zamiast 1400 nawet 2100 kg/cm².

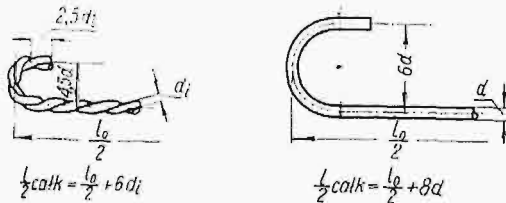
Stal Isteg (rys. 2) wyrabia się z żelaza okrągłego przez śrubowe skręcenie 2 prętów jednakowej średnicy. Skręcanie odbywa się na zimno w specjalnych maszynach. Pręty układają się obok siebie, końce zamocowuje w tarczach o stałej wzajemnej odległości i poddaje skręceniu. Ponieważ końce prętów nie mogą się zbliżyć do siebie, przeto skręcone pręty muszą się odpowiednio rozciągnąć i wydłużyć.



Rys. 2.

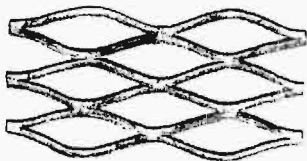
Wydłużenie jest tem większe, im mniejszy jest skok spirali. Powierzchnia przekroju pręta złożonego równa się dokładnie sumie przekrojów prętów składowych. W prętach Isteg skok spirali wynosi około $12,5 d_i$. Przytem zwiększenie granicy ciastowatości wynosi średnio około 40%, a wytrzymałości około 10%. Spółczynnik sprężystości $E = 1\ 680\ 000\ \text{kg/cm}^2$. Stal Isteg wyrabia się z prętów 5,5—20 mm. Oznacza się ją symbolem Isteg z podaniem średnicy pręta pojedynczego.

Ponieważ dla żelaza wydłużonego można stosować naprężenia dopuszczalne $1\frac{1}{2}$ razy większe, niż dla żelaza okrągłego gładkiego, przeto przekrój wypada o około 33% mniejszy. Przyczepność stali Isteg jest znacznie większa niż prętów okrągłych, dzięki temu że obwód jest większy (dwa pręty zamiast jednego) i dzięki spiralnemu kształtowi prętów. Nawet przy zastosowaniu przekrojów o 33% mniejszych obwód stali Isteg jest o 15%, a przyczepność o około 30% większa, niż przy zwykłym uzbrojeniu. Dlatego haki mogą być odpowiednio mniejsze. Wykonują się je według rys. 3. W przekrojach ściskanych stosowanie stali Isteg nie opłaca się.



Rys. 3.

Siatka jednolita (Ledóchowskiego, por. rys. 4) wyrabia się ze zwykłej blachy stalowej w specjalnej maszynie, która nacina na blaszę równoległe paski w równych odstępach i od-

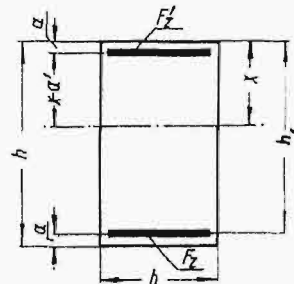


Rys. 4.

gina je kolejno, prostopadłe do powierzchni blachy o kąt, wynoszący około 20° . W ten sposób powstaje siatka o rombowych okach. Przy odginaniu paski blachy doznają wydłużeń trwałych, a w konsekwencji podnosi się granica ciastowatości o 35—40% i granica wytrzymałości o 15—20%. Spół-

czynnik sprężystości siatki wynosi $2\ 050\ 000\ \text{kg/cm}^2$. Siatkę jednolitą wyrabia się z blachy grubości 0,5 — 4,5 mm w następujących wymiarach: przekątnie oczek 150/400, 75/200, 40/115, 20/62, i 10/42 mm, szerokości pasków 2,5—10 mm, szerokość arkuszy (mierzona w kierunku dłuższych przekątni) 100—2,50 m. Siatka pracuje w kierunku oczek podłużnych; w kierunku poprzecznym nie wykazuje znaczniejszej nośności. Przyczepność siatki jest bardzo duża, gdyż każde skrzyżowanie pasków działa jak kotwa. Osobne zakotwienia końców siatki są wobec tego zbędne. Arkusze łączą się na zakład długości 30—40 cm. W kierunku poprzecznym nie należy stosować siatek węższych jak 8-paskowe, gdyż siatki wąskie mają zmniejszoną wytrzymałość. Przekrój obliczeniowy mierzy się w węzłach siatki. Można go obliczyć z wagi rzeczywistej siatki, dzieląc wagę $10\ \text{m}^2$ siatki przez ciężar właściwy stali (7,85 kg). Przekroje żelbetowe, zbrojone żelazem wydłużonym, oblicza się według tych samych zasad, jak przy zwykłym uzbrojeniu, przyjmując także $n = 15$. Tylko naprężenia w żelazie dopuszcza się wyższe. Naprężenia w betonie wypadają o około 15% wyższe, niż przy $\sigma_z = 1200\ \text{kg/cm}^2$. Należy więc stosować beton odpowiednio mocny. Coprawda powiększenie naprężeń w betonie jest tylko pozorne. Są to wielkości czysto rachunkowe, zależne od tego, jaką wartość wstawiamy na $n = \frac{E_z}{E_b}$; w rzeczywistości współczynnik E_z żelaza wydłużonego jest na granicy plastyczności $1\frac{1}{2}$ razy większy, niż dla żelaza zwykłego. Gdybyśmy w tym stosunku powiększyli n , to okazałoby się, że naprężenia w betonie się nie zmieniają. Jeśli tedy w obliczeniach zachowamy $n = 1,5$, to możemy śmiało dopuścić naprężenia w betonie o 15% większe, wiedząc, że w rzeczywistości naprężenia nie osiągają tej wartości.

Jeżeli jest potrzebne uzbrojenie w strefie ściskanej, to najlepiej stosować przy projektowaniu metodę nadwyżki momentu. Dla danego M, b, h_1, σ_b i σ_z (rys. 5) obliczamy moment $M_0 = \frac{b \cdot h_1^2}{k_3^2}$, który może być przejęty przez przekrój bez uzbrojenia ściskanego, odpowiadający mu przekrój żelaza $F_{z0} = k_1 \cdot b \cdot h_1$ i odległość osi obojętnej $x = k_1 \cdot h_1$. Wtedy nadwyżka momentu wynosi $\Delta M = M - M_0$,



Rys. 5.

naprężenie w żelazie ściskanym $\sigma_z' = 15 \frac{x-a'}{x} \sigma_b$, przekrój żelaza ściskanego $F_z' = \frac{\Delta M}{\sigma_z' (h_1 - a')}$, a przekrój całkowity żelaza rozciąganego $F_z = F_{z0} + \frac{\Delta M}{\sigma_z (h_1 - a')}$.

Siatka szerokopaskowa jest odmianą siatki jednolitej. Wyrabia się ją zazwyczaj z blachy grub. 2 mm, o okach 150/400 mm i szerokości pasków 10—20 mm. Siatki te stosuje się do cienkich płyt żelbetowych, wykonywanych systemem fabrycznym (np. parkany, cienkie przekrycia i t. p.). Szerokie paski siatki zbliżają się raz do jednej raz do drugiej powierzchni płyty, dzięki czemu siatka wzmacnia płytę dwustronnie i zabezpiecza od uszkodzeń podczas przenoszenia i montażu. Przykłady. Dany moment zginający $M = 625$ kgm. Obliczyć wymiary płyty żelbetowej uzbrojonej: a) stalą Isteq, b) siatką jednolitą, c) żelazem okrągłym. Naprężenia dopuszczalne dla: a) i b) 1800/46 dla, c) 1200/40.

$$\sqrt{\frac{M}{b}} = \sqrt{625} = 25; \quad \sqrt{M \cdot b} = \sqrt{625000} = 2500.$$

a) dla $\sigma = \frac{46}{1800}$ znajdujemy w tabelach:

$$h_1 = 0,416 \cdot 25 = 10,4 \text{ cm}, \\ F_z = 0,00147 \cdot 2500 = 3,67 \text{ cm}^2;$$

przyjmujemy stal Isteq 7 Φ 6/3,96 cm², o wadze 7,0444 = 3,108 kg;

grubość płyty $h = 10,4 + 1 + 0,6 = 12$ cm.

b) przyjmujemy siatkę Nr. 9 o okach 75/200 mm szerokości pasków 4,5 mm, wadze 2,83 kg i prze-

kroju 3,60 cm²; zachowując $h = 12$ cm² otrzymamy $h_1 = 12 - 1 - 0,45 = 10,55$ cm, $k_3 = \frac{10,55}{25} = 0,422$;

z tabeli dla $\sigma_z = 1800$ kg/cm² przez interpolację znajdujemy $\sigma_b = 45$ kg/cm², potrzebne $F_z = 0,00144 \cdot 2500 = 3,60$ cm²;

c) dla $\sigma_z = 1200$ kg/cm² i przy $h = 12$ cm, $h_1 = 12 - 1 - \frac{0,8}{2} = 10,6$ cm znajdujemy $k_3 = \frac{10,6}{25} = 0,424$.

$\sigma_b = 38,47$ kg/cm², $F_z = 0,521 \cdot 10,6 = 5,53$ cm² przyjmujemy 11 Φ 8 (5,53 cm²) o wadze 11,0395 = 4,345 kg. Oszczędność na wadze stali przy zastosowaniu żelaza wydłużonego wynosi w naszym przykładzie:

$$\text{w b) } \frac{4,345 - 2,83}{4,345} \cdot 100 = 34,9 \%,$$

$$\text{w a) } \frac{4,345 - 3,108}{4,345} \cdot 100 = 28,5 \%.$$

W przykładzie a) oszczędność jest mniejsza, ponieważ w danym wypadku przyjęto z konieczności przekrój większy, niż wypadł z obliczenia dla $\sigma_z = 1800$ kg/cm².

St. GAWROŃSKI

Kontrola walcowanych blach mosiężnych zapomocą promieni Roentgena

Wstęp.

Przy odbiorze walcowanych blach mosiężnych, przeznaczonych do wytłaczania, spotykamy się z zarzutem, że dostarczony materiał nie odpowiada żądanym warunkom technicznym. Wady te, jeżeli dadzą się zauważyć przy odbiorze blach, powodują ich zabrakowanie, czasem jednak wykrywają się dopiero przy tłoczeniu. Przedmiotem badań, niżej przytoczonych, są walcowane blachy mosiężne, osiągające wysoki stopień wytrzymałości i ciągliwości przez odpowiednią obróbkę mechaniczną i termiczną, przyczem ulega zmianie struktura wewnętrzna i wielkość poszczególnych osobników krystalicznych. Obróbka mechaniczna, polegająca na walcowaniu, stosuje się w zależności od warunków na zimno i na gorąco. Metal, walcowany na zimno, nadaje się, jak wiadomo, przede wszystkim do tłoczenia przedmiotów o małym przekroju poprzecznym. Przez walcowanie w temperaturze zwykłej następuje przegrupowanie poszczególnych osobników krystalicznych, które zależnie od jakości, stopnia i sposobu obróbki, przechodzą ze stanu chaotycznego w stan uporządkowany, przyczem powstają swoiste naprężenia wewnętrzne. Stwierdzono również, że poszczególne krystality ulegają wydłużeniu w kierunku walcowania. Istnienie podobnych przesunięć wewnętrznych powinno być uwidocznione na interferencyjnym zdjęciu roentgenowskim badanego materiału. Roentgenogram, regularnie wykształcony,

świadczyłby, że mamy do czynienia z układem krystalitów, uporządkowanych w płaszczyźnie blachy. Wrazie występowania naprężeń wewnętrznych roentgenogramy, wykonane metodą Laue'go, winny ujawnić obecność wydłużonych punktów interferencyjnych, znanych pod nazwą asteryzmu. Naprężeń wewnętrznych, wyżej wymienionych, można z łatwością uniknąć przez odpowiednią obróbkę termiczną. Zwiększając temperaturę materiału walcowanego, pozbywamy się naprężeń wewnętrznych. Temperatura, w której dokonane walcowanie nie pozostawia naprężeń wewnętrznych, uznana została za temperaturę graniczną. Obróbka, wykonana poniżej tej temperatury—związuje się z obróbką na zimno, — natomiast czynności, dokonane powyżej tej temperatury, nazywamy obróbką na gorąco. Pomiędzy tą graniczną temperaturą a temperaturą rekrytalizacji, istnieje wśród metali wysokotopliwych pewien dość duży przedział temperatur, w którym odkształcenia, wywołane walcowaniem ulegają zmianie. Dzieje się to dlatego, że zapas ciepła, jaki cały układ posiada, zostaje odpowiednio podzielony. Część zostaje zużyta na usunięcie wytworzonych naprężeń wewnętrznych, reszta przyczynia się do nadania poszczególnym osobnikom krystalicznym postaci izometrycznej. Zmiany, zachodzące w badanym ustroju, winny uwidocznić się na interferencyjnym zdjęciu roentgenowskim, wykonanym metodą Schiebolda. Roentgenogramy te powinny ujawnić stopień w

dłużenia poszczególnych osobników krystalicznych. Jednolitość zaczerwień winna być zniszczona, a na ich tle pojawić się powinny skupienia silnych zaczerwień, wydłużonych w kierunku pierścieni, jeżeli badana próbka została wycięta w kierunku walcowania. Obróbka na zimno, powiększając naogół wytrzymałość materiału, zmniejsza jednocześnie jego plastyczność, połączone natomiast z następnym wyżarzeniem, wywołuje taki sam skutek, jak obróbka na gorąco. Wyżarzanie sprowadza materiał do stanu pierwotnego, wolnego od naprężeń. Własności mechaniczne wyrobów metalowych rosną wraz ze zmniejszaniem się składającego je ziarna. Żeby to osiągnąć, należy metal poddać walcowaniu w temperaturze stopniowo coraz niższej, z uwzględnieniem zmniejszania stopnia zwalcowywania obrabianego materiału. Stosując obróbkę termiczną, należy starannie unikać rekrytalizacji materiału, pamiętając że temperatura jej bywa tem niższa, im niższa była temperatura obróbki, im czystszy był metal, im mniejsze było ziarno przed obróbką na zimno i im dłużej trwał proces nagrzewania. Oczywiście jest, że nie bez wpływu pozostaje natura samego materiału. Roentgenogram materiału który uległ rekrytalizacji, nie powinien ujawnić asteryzmu, natomiast powinien wykazać mniejszą ilość punktów interferencyjnych dzięki wytworzeniu się większych osobników krystalicznych. Na potwierdzenie powyższych rozważań zbadano szereg walcowanych blach mosiężnych, pochodzących z różnych ośrodków fabrykacji. Próbki, poddane badaniu były mosiądzem o zawartości około 94% miedzi i 6% cynku, z czego wynika że mieliśmy do czynienia z mosiądzem alfa. Analizując materiał zapomocą promieni roentgenowskich, wykonano szereg zdjęć interferencyjnych metodą *Laue'go*, i *Schiebold'a*.

Aparatura.

W czasie pracy używano generatora wysokiego napięcia, dającego 35 000 V i 25 miliamperów. Generator powyższy zasilał lampę roentgenowską, posiadającą anodę miedzianą lub molibdenową, zależnie od rodzaju zdjęcia. Anoda była uziemiona chłodzona wodą bieżącą. Lampa zaopatrzona była w okienka szklane, sporządzone ze szkła *Lindemann'a*. W komorze roentgenowskiej (rys. 1) umieszczano odpowiednio przygotowaną próbkę badanego materiału, wraz z filmem roentgenowskim z dwustronną emulsją. Promieniowanie lampy roentgenowskiej z anodą miedzianą filtrowano folią niklową, tak że, praktycznie biorąc, pozostawał jedynie prążek K alfa miedzi. Natomiast promieniowanie lampy roentgenowskiej z anodą molibdenową nie filtrowano, gdyż charakter zdjęć tego nie wymagał. Zdjęcia metodą *Laue'go* wykonywano na filmie płaskim, natomiast, posługując się metodą *Schiebold'a*, otaczano próbkę filmem dokoła.

Przygotowanie próbek.

Mając do czynienia z blachami mosiężnymi, uprzednio zwalcowanymi, należało przy badaniu struktury uwzględnić kierunek walcowania, oraz kierunek do niego prostopadły (oba w płaszczyźnie blachy). W tym celu wycinano w dostarczonych blach paseczki 20 mm długości, i szerokości, odpowiadającej grubości poszczególnej blachy.

Próbka, miała postać graniastosłupa z podstawą kwadratową. Podczas tych czynności zachowano daleko idące środki ostrożności, ażeby nie zniszczyć lub nawet nie zakłócić charakteru budowy



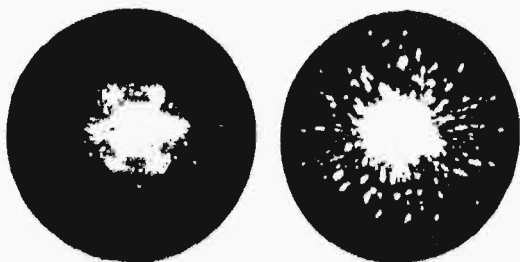
Rys. 1. Lampa roentgenowska z 4 komorami do zdjęć interferencyjnych *).

krystalicznej badanego materiału. Z drugiej strony należało usunąć wszelkie zniekształcenia powierzchni zewnętrznych, nie mające nic wspólnego z charakterem budowy krystalicznej badanego materiału, a wywołane podczas walcowania, jakoteż wycinania piętka samej próbki. Po wytrawieniu próbki, można było obserwować poszczególne osobniki krystaliczne. Ich płaszczyzny sieciowe dawały refleksy, utrwalane następnie na błonie roentgenowskiej. Wielkość i gęstość refleksów, świadczyła o wielkości kryształów danej próbki. Próbkę, tak przygotowaną, umocowano na mostku, zaopatrzonym w mechanizm zegarowy w celu wprowadzenia jej w ruch obrotowy. Do zdjęć metodą *Laue'go* sporządzano próbkę w sposób nieco odmienny. Z badanej blachy wycinano kwadracik powierzchni 10 mm². Następnie, żeby ściąć zbyt grubą płytkę, trawiono ją obustronnie. Tu nasuwała się wątpliwość, czy obustronne trawienie płytki nie niszczy jej cech charakterystycznych. Żeby się o tem przekonać, wycięto dwie próbki jednakowej grubości z tej samej blachy, trawiąc jedną jednostronnie, drugą zaś obustronnie, ale obie do tej samej ostatecznej grubości. Zdjęcia interferencyjne tych dwu próbek nie wykazały różnic strukturalnych. Wobec tego postanowiono wszystkie próbki trawić obustronnie co było łatwiejsze do wykonania.

Na podstawie zdjęć wykonanych metodą *Laue'go* ustalono:

- 1) Wielkość krystalitów. 2) Orientację krystalitów. 3) Naprężenia wewnętrzne. 4) Rekrytalizację.

*) Komory, zaprojektowane przez autora, a nadające się do wszystkich typów lamp lutowanych i rozkładanych, wykonała w całości firma G. Gerlach w Warszawie.

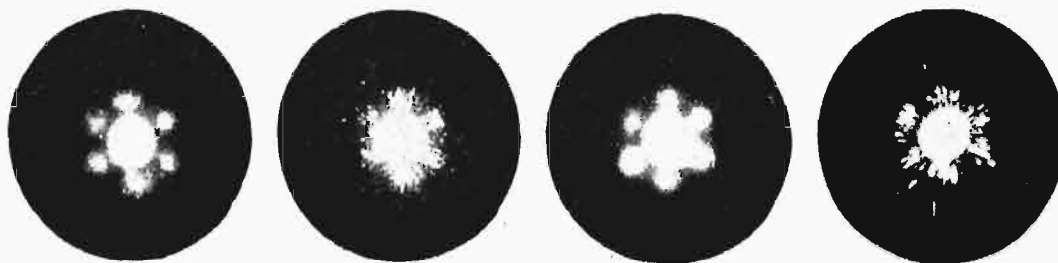


Rys. 2.

Rys. 3.

Rys. 2. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształów około $\frac{1}{25}$ mm. Wykształcony sześciobok na roentgenogramie świadczy, że materiał jest podporządkowany w płaszczyźnie blachy.

Rys. 3. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo; wielkość kryształów około $\frac{1}{30}$ mm. Brak symetrii w ugrupowaniu punktów interferencyjnych świadczy, że materiał jest nieuporządkowany w płaszczyźnie blachy. Materiał ten jest technicznie gorszy od omawianego poprzednio (rys. 2) z powodu: 1) większego ziarna, 2) braku uporządkowania w zespole kryształitów.



Rys. 4.

Rys. 5.

Rys. 6.

Rys. 7.

Rys. 4. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów około $\frac{1}{20}$ mm. Widoczne zgrupowanie punktów interferencyjnych w 6-cio bok wymiarowy. Wydłużone punkty interferencyjne świadczą, że materiał jest w stanie naprężenia.

Rys. 5. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów około $\frac{1}{50}$ mm. Interferencyjne punkty zgrupowane w narożach 6-cio boku wymiarowego świadczą, że materiał osiągnął wyższy stopień uporządkowania w porównaniu z materiałem, omawianym poprzednio (rys. 4). Na roentgenogramie widoczne są jeszcze ślady asteryzmu.

Rys. 6. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów około $\frac{1}{100}$ mm. Jednolitość interferencyjnych punktów zgrupowanych w narożach sześciangu wymiarowego świadczy, że materiał osiągnął pełny stopień uporządkowania w porównaniu z materiałami omawianymi poprzednio (rys. 4 i 5).

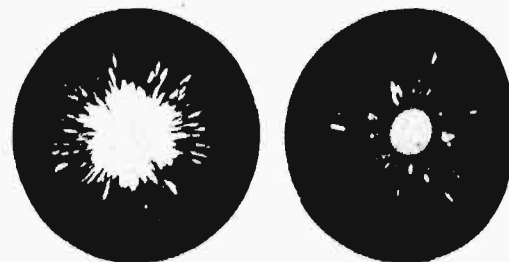
Rys. 7. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów około $\frac{1}{15}$ mm. Punkty interferencyjne zgrupowane są w narożach czworoboku. Na roentgenogramie silnie zaznaczony asteryzm ujawnia w tym przypadku naprężenia nadspężyste.

1) Wielkość kryształitów ustalono na podstawie wielkości i wzajemnego zgrupowania punktów interferencyjnych, powstałych wskutek ugięcia wiązki pierwotnej promieni roentgenowskich, przechodzących przez warstwę materiału badanego (rys. 2 i 3).

2. Orientację kryształitów w materiale ustalono na podstawie prawidłowości w ugrupowaniu wszystkich punktów interferencyjnych, tworzących 6-ciobok wymiarowy lub kwadrat, zależnie od walcowania. Blacha, walcowana małymi skokami w czasie dłuższym, daje roentgenogram o prawidłowym układzie punktów interferencyjnych, przyczem maximum skupień znajduje się w wierzchołkach 6-cioboku wymiarowego (rys. 4, 5 i 6). Jeśli zaś walcowanie zostanie wykonane gwałtownie, to maximum skupień punktów interferencyjnych znajdzie się w wierzchołkach 4-roboku (rys. 7).

3. Naprężenia wewnętrzne, które powstają wskutek walcowania, są bądź sprężyste bądź nadspężyste. Pierwsze łatwo usunąć przez obróbkę termiczną. Drugie występują wtedy, gdy walcowanie przeprowadzono forsownie — i połączone są z pękaniem osobników krystalicznych poprzez kryształy z ominięciem ich granic. Tęgo rodzaju zmiany w materiale ujawnia zjawisko asteryzmu (rys. 8).

4. Rekrytalizacja. Zmian nadspężystych nie można usunąć w sposób, opisany przy naprężeniach sprężystych, dopiero podgrzanie całego układu do temperatury bliskiej, lub nawet równej temperaturze rekrytalizacji, powoduje zanik naprężeń, ale równocześnie daje początek, powstaniu dużych zespołów krystalicznych. W roentgenogramach *Laue*'go na tle dawnych występują silne, ale rzadko nowe punkty interferencyjne, pochodzące z ugięcia wiązki pierwotnej na nowych osobnikach krystalicznych (rys. 9).



Rys. 8.

Rys. 9.

Rys. 8. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów około $\frac{1}{15}$ mm. Silnie zaznaczający się asteryzm świadczy, że wszystkie kryształy badanego materiału są w stanie naprężenia.

Rys. 9. Roentgenogram *Laue*'go walcowanej blachy miedzianej. Anoda Mo. Wielkość kryształitów ok. $\frac{1}{15}$ mm. Punkty interferencyjne są rozrzucone rzadko. Jest to typowy roentgenogram materiału poprzednio zwalcowanego, który uległ rekrytalizacji wskutek nieodpowiedniej obróbki termicznej.

Na podstawie zdjęć interferencyjnych, wykonanych metodą *Schiebold'a* ustalono:

1) Zmianę stałej sieciowej. 2) Obecność dużych osobników krystalicznych jako produktów rekrytalizacji. 3) Wydłużenie osobników krystalicznych wskutek walcowania.

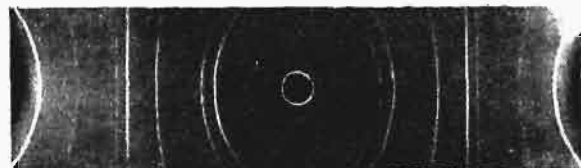
1) Stałą sieciową dla poszczególnych pierścieni interferencyjnych ustalono z wielkości kątów ugięcia. Wiadomo bowiem iż nawet ta sama faza, w zależności od jej składu chemicznego, wykazuje różnice w kątach błyszczenia.

2) Obecność dużych osobników krystalicznych, jako produktów rekrytalizacji, stwierdzono na podstawie istnienia skupień silnych zaczerwień, będących refleksami roentgenowskiej wiązki, padającej od płaszczyzn osobników zrekrystalizowanych. Te silne zaczerwienia pojawiają się na tle poszczególnych pierścieni interferencyjnych, które są odbiciami wiązki, padającej od pozostałej reszty drobnokrystalicznej (rys. 10).



Rys. 10. Roentgenogram *Schiebold'a*. Anoda Cu. Próbkę wyciętą w kierunku prostopadłym do kierunku walcowania. Promieniowanie miedzi filtrowano folią niklową. Obserwujemy punktowe skupienia zaczerwień, jako odbicia wiązki, padającej od poszczególnych ścian osobników krystalicznych, wzdłuż poszczególnych pierścieni interferencyjnych.

termiczną powstałe naprężenia usunąć, jednak nie udało się tego osiągnąć w temperaturach normalnie stosowanych. Uciekano się przeto do temperatur wyższych, niekiedy nawet bliskich temperatury rekrytalizacji. Stąd obecność dużych osobników krystalicznych. Godny uwagi jest fakt, że w żadnej z próbek nie ujawniono włóknistości. Orientacja kryształów w materiale jest słabo zachowana, co w wysokim stopniu obniża techniczne wartości omawianych blach. Oczywiście jest, że rozważania te, oparte na danych doświadczalnych, przeprowadzono na podstawie posiadanych odpowiednich zdjęć roentgenowskich, wykonanych z eksponatów gotowych, a przeznaczonych do fabrykacji przedmiotów tłoczonych. Z punktu widzenia praktycznego mamy niezawodny sprawdzian i to tak w ręku dostawcy, jak i odbiorcy, który można już zupełnie obiektywnie stosować w laboratorjach ruchowych, i uważam, że ze względu na donosłość sprawy jak i niezawodność oceny danej produkcji oraz minimalne koszty, związane z tego rodzaju instalacją, winny one się znaleźć w każdej, nawet ma-



Rys. 11. Roentgenogram *Schiebold'a* walcowanej blachy miedzianej. Anoda Cu. Próbkę wyciętą w kierunku równoległym do kierunku walcowania. Promieniowanie miedzi filtrowano folią niklową. Wzdłuż poszczególnych pierścieni interferencyjnych punktowe skupienia zaczerwień wydłużają się, łącząc się wzajemnie.

3) Wydłużenie osobników krystalicznych, wynikające z niewłaściwego walcowania, stwierdzono na podstawie obecności wydłużonych zaczerwień, idących wzdłuż pierścieni interferencyjnych (rys. 11). Te skupienia zaczerwień bywają nieraz tak dalece wydłużone wzdłuż pierścieni interferencyjnych, że ich natężenia przybierają cechy jednolite i łudząco podobne do pierścieni, jakie dają układy drobnokrystaliczne.

łej, ale nowoczesnej walcowni. Z punktu widzenia naukowego jest to nowe pole pracy dla fizyków-metalografów, dające im możliwość obserwowania na warsztacie pracy mnóstwa różnych zjawisk, zachodzących w przyrodzie, których przebieg bez kolejnych doświadczeń praktycznych jedynie z pewnym domniemaniem odtworzyć sobie zdołamy.

Badania powyższe przeprowadziłem w pracowni roentgenowskiej Zakładu Mineralogii Uniwersyte-

Zestawienie wyników rentgenowskich badań walcowanych blach miedzianych pochodzących z 5-ciu ośrodków fabrykacji.

Próbka	1		2		3		4		5	
	Laue'go	Schiebold'a	Laue'go	Schiebold'a	Laue'go	Schiebold'a	Laue'go	Schiebold'a	Laue'go	Schiebold'a
Wielkość krystalitów około $\pm 0,1\%$. . .	1/10 mm	1/10 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/25 mm	1/25 mm	1/10 mm	1/10 mm
Orientacja	jest	—	brak	—	brak	„	brak	—	jest	—
Napręż. wewnętrzne	niema	—	niema	—	niema	„	niema	—	niema	—
Rekrytalizacja . . .	jest	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stać sieciowa . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wydłuż. krystalitów	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W e w s z y s t k i c h b a d a n y c h 5 - c i u p r ó b k a c h t a s a m a										

Na podstawie powyższego zestawienia, oparte go na danych doświadczalnych, stwierdzić można, że we wszystkich przypadkach materiał był walcowany pod znacznym uciskiem. Ucisk ten, stosowany wielokrotnie, spowodował naprężenia ponadspężyste. Starano się wprowadzić przez obróbkę

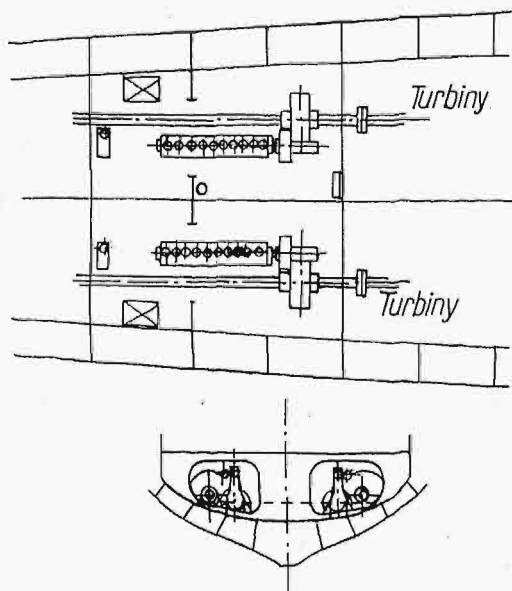
tu Warszawskiego. Panu prof. dr. St. Thuguttowi, Kierownikowi tegoż Zakładu, oraz Panu doc. dr. A. Łaszkiwiczowi składam serdeczne wyrazy podziękia za gościnność, oraz za prawdziwą życzliwość, okazywaną mi w czasie pracy.

Inż. J. SAWICZEWSKI

Silniki Diesel'a w niemieckiej flocie wojennej

W dziedzinie zastosowania silników Diesel'a do napędu właściwych okrętów wojennych na czoło wysuwa się flota niemiecka. Choć silniki okrętowe mniejszej mocy rozpoczęły swój zwycięski pochód już w r. 1912, obejmując zrazu okręty handlowe i pomocnicze, a w Rosji nawet wojenne (kanonierki klas „Ardagan” i „Tajfun”), to jednak o osobne zamówienia niemieckie u M. A. N. w r. 1910 na 2 silniki wielkiej mocy (12 000 KM_e) dla okrętów linjowych zdystansowały wszystkie inne floty swym rozmachem. Los chciał, że silniki te nie doczekały się wmontowania na okręty i tem samem miały korzystny dla nich moment. Ważąc 50 kg/KM_e, mogły śmiało konkurować z ówczesnymi wolnobieżnymi ciężkimi turbinami parowymi zarówno ciężarem względnym, jak i sprawnością cieplną. Następujące wkrótce potem wprowadzenie lekkiej szybkobieżnej turbiny z przekładnią sprawiło, że nawet wojenne Diesel'e łodzi podwodnych (400—450 obr./min.), ważące 22—24 kg/KM_e, przekroczyły górną granicę, dopuszczalną dziś dla instalacji parowych kompletnych.

W dodatku przyjęcie waszyngtońskiego pojęcia wyporności, stawiającego niejako za nawiasem zapas paliwa, osłabiło doniosłość sprawności cieplnej Diesel'a. Tak więc, chcąc wogóle nie zniknąć z flot wojennych, musiał silnik Diesel'a dążyć do lekkości, wobec zaś klauzul wersalskich konstruktorzy niemieccy wytrwale zmięrzali do rezerwowania maximum wyporności na uzbrojenie i pancerz.



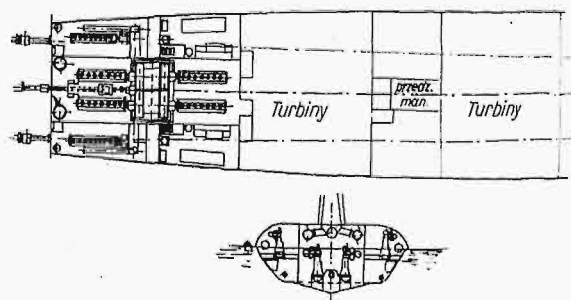
Rys. 1.

Pionierami stały się szybkobieżne Diesel'e statków strażniczych (zamaskowanych kutrów torpedowych), rugujące niebezpieczny silnik wybuchowy. Najcięższy dopuszczalny dla tych stateczków silnik przy żądanej mocy 1 000 KM_e winien był ważyć ok. 5 kg/KM_e i wymagał dopiero przestudjowania. Zadania tego podjęły się zakła-

dy M. A. N. i tak powstał typ bezsprężarkowego czterosuwu, dający przy 1000 obr./min. 100 KM_e cyl., a zawdzięczający swój sukces tak szybkobieżności, jak zręcznej konstrukcji i użyciu lekkich stopów. Przypadające na ten okres rozpoczęcie lekkich krążowników „Königsberg”, „Karlsruhe” i „Köln” dało asumpt do zastosowania tych silników, jako marszowych, obok właściwych turbin. Bez trudu dokonano rozmieszczenia silników i zmiany planów (rys. 1), możliwość zaś bezpiecznego dołączania i odłączania, tudzież ochronę przekładni zębatej przed nierównomiernością biegu silników gwarantowało specjalne sprzęgło hydrauliczne, włączone między przekładnię a motor, (t. zw. przekładnia „Vulcan”), składające się z przekładni zębatej, połączonej ze sprzęgłem hydraulicznym typu *Föttinger'a*.

Na krążownikach klasy „K” pracują bądź silniki Diesel'a, bądź turbiny, a współdziałanie ich nie jest możliwe wobec małej mocy Diesel'ów i „łatanego” charakteru instalacji.

Fakt, że motory klasy „K” stanowiły przy wyższych szybkościach martwy balast, skłonił do zastosowania na następnym krążowniku („Leipzig”) silników spalinowych na większą skalę, by nie tylko korzystać z ich pracy przy wszelkich szybkościach, lecz także usunąć nielogiczne w danych okolicznościach turbiny marszowe. Do osiągnięcia szybkości do 18 węzłów okazał się konieczny skok na 12 000 KM_w i tu 1 000-konny czterosuw nie wchodził już w rachubę. Równoczesne studja M. A. N. nad dwusuwem jednostronnym (1 000 obr./min.) i obustronnym (800 obr./min.) działania stworzyły nowe możliwości, których wyrazem jest instalacja na krążniku „Leipzig” (rys. 2).



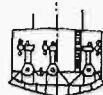
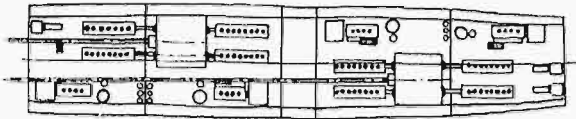
Rys. 2.

Skrajne wały napędzane są turbinami parowymi po 30 000 KM_w, środkowy — 4-ema silnikami dwusuwowymi obustronnego działania po 3 100 KM_e, działającymi na przekładnię poprzez sprzęgło hydrauliczne i otrzymującymi powietrze do płókania z dmuchaw Brown-Boveri, napędzanych podobnymi silnikami poprzez sprzęgło elastyczne: jedna dmuchawa obsługuje dwa silniki. Podczas gdy motory główne rozwijają swe 3 100 KM_w w 7-miu cylindrach przy 600 obr./min., silniki dmuchawowe mają mniejsze wymiary swych 7-miu cylindrów i osiągają pełną wydajność przy 750 obr./min. Cała instalacja, łącznie z mechanizmami

pomocniczymi, waży ok. 5,5 kg/KM_e, a przekładnia „Vulcan” zmniejsza ilość obr./min. z 600 (motory główne) do 400 (wał śruby).

Trudno pominąć ciekawe rozwiązanie, mające na celu uniknięcie strat, wywołanych napędzaniem wałów i śrub skrajnych, obracających się „luzem” w czasie napędu przez silniki. Cel osiągnięto przez odłączanie śrub od turbin i takie obracanie wałów silnikami elektrycznymi, by śruby nie dawały ani dodatniego ani ujemnego posuwu. Energii dostarcza prądnica, napędzana przez przekładnię zębatą od wału środkowego, zaś silniki elektryczne skrajne działają na odpowiednie wały poprzez indywidualne podwójne przekładnie zębate. Dyspozycja ta zapobiegła marnowaniu ok. 2 500 KM_e w czasie marszu, wzmagając o tę wielkość posuw dodatni śruby „marszowej” (środkowej).

Zachęcające wyniki oraz wysoki poziom krajowej techniki Diesel’ów skłonił skolei marynarkę niemiecką do zbudowania silnej instalacji całkowicie Diesel’owej dla szkolnego okrętu artyleryjskiego „Bremse” (rys. 3); mogącej służyć za



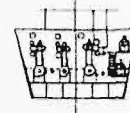
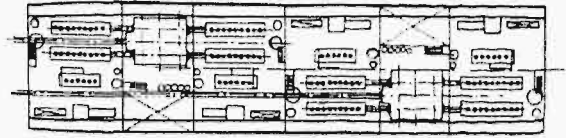
Rys. 3.

prototyp doświadczalny dla mechanizmów pancerników. Mamy tu w zasadzie podwojenie instalacji „Leipzig” ze zwiększeniem liczby cylindrów z 7 na 8 u każdego z silników głównych, których moc globalną 26 000 KM_w przenoszą na 2 wały duże przekładnie Vulcan (po 1 na grupę 4-silnikową). Cztery silniki pomocnicze (po 4 cylindry typu silników głównych) osiągają do 530 obr./min. i obracają dmuchawy (do płókania cylindrów) oraz różne pompy.

Mechanizmy pancerników serii „Deutschland” (rys. 4) są wyrazem rozwoju 3 000-konnego silnika z „Leipzig” i dyspozycji z „Bremse”, a sam fakt zjawienia się pierwszych w świecie pancerników, zrzekających się napędu parowego, stanowi sensację.

Instalacja „Deutschland” to właściwie wzmoc-

niony układ „Bremse”, — składa się bowiem z 8-ii Diesel’ów w dwóch grupach, obracających po jednym wale. Silniki główne są, — jak na „Leipzig” i „Bremse” — bezsprężarkowe dwusuwowe obustronnego działania; większe zapotrze-



Rys. 4.

bowanie mocy (ponad 7 100 KM_e na silnik) spowodowało konieczność powiększenia wymiarów cylindrów i ich liczby (do 9), zato liczbę obrotów zmniejszono do 450/min, wobec 600 na „Leipzig” i „Bremse”; sprzęgło „Vulcan” redukuje obroty śruby do 250/min. Każde dwa silniki główne obsługuje jeden pomocniczy o 5-ciu cylindrach (identycznych, jak u silników głównych), osiągający do 425 obr./min. i obracający dmuchawę (do płókania) i inne mechanizmy pomocnicze. Rozległe zapotrzebowanie elektryczności pokrywa 8 prądnic (po 2 w 4-ech maszynowniach) po 250 kW (razem 2 000 kW), napędzanych bezsprężarkowymi Diesel’ami (jednostronnego działania) Linke-Hofmann-Busch, dającymi po 375 KM_e przy 1 000 obr./min. i ważącymi ok. 8 kg/KM_e (podobnie, jak silniki główne).

Na drugim skolei pancerniku („Admiral Scheer”) dyspozycję mechanizmów zmieniono (ze względów techniczno-eksploatacyjnych) o tyle, że obie przekładnie „Vulcan” zostały rozdwojone, na każdą więc działają dwa, a nie cztery silniki; zato każdy z dwu wałów śrubowych dźwiga nie jedno lecz dwa duże koła zębate. Manewrowanie instalacją zostało ułatwione, gdyż wszystkie cztery silniki jednego wału mogą być obsługiwane z jednego stanowiska, nie wymagając więcej chwytów, niż obsługa jednego silnika, przyczem oczywiście pozostaje również możliwość manewrowania każdym silnikiem z osobna.

Przejrzyste zestawienie instalacji wyżej omówionych, podaje poniższa tabela.

Dane konstrukcyjne	Nazwa okrętu				
	Königsberg, Karlsruhe, Köln	Leipzig	Bremse	Deutschland	
Moc całkowita (okrągło) KM _w	1 600	12 000	26 000	54 000	
Ilość silników głównych	2	4	4	8	
Moc jednego silnika KM _e	900	3 100	3 100	7 100	
Typ silnika	Silniki główne	czterosuw bezsprężarkowy jednostr. działania	dwusuw bezsprężarkowy obustronnego działania	dwusuw bezsprężarkowy obustronnego działania	
Ilość cylindrów roboczych w silniku		10	7	8	9
Średnica cylindrów roboczych		260	300	300	420
Skok tłoka		330	440	440	580
Liczba obrotów na minutę		900	600	600	450
Średnia prędkość tłoka m/sek		9,9	8,8	8,8	8,7
Średnie ciśnienie efektywne kg/cm ²		5,15	5,7	5,75	5,2
Moc na jednostkę pojemności cyl. KM _e / l		5,13	7,38	7,38	5,14
Ilość silników pomocniczych		Silniki pomocnicze	—	2	4
Ilość cylindrów roboczych w silniku			—	7	4
Średnica cylindrów roboczych mm	—		230	300	420
Skok tłoka mm	—		340	440	580
Liczba obrotów na min.	—		750	530	425

Obraz wyżej naszkicowany, nie obejmuje równoczesnego rozwoju Diesel'ów małych dla kutrów przybrzeżnych; brak dla nich zresztą obiektywnego materiału.

Jak widzimy, szybkość tłoka osiągnęła dziś niemal 10 m/sek, średnie ciśnienie efektywne 5,15 wzgl. 5,75 kg/cm², a moc na litr doszła do 7,38 KM_e — wszystko przy dobrem spalaniu. Trudności, które w r. 1910—12 u wolnobieżnego 12 000-konnego silnika tkwiły w opanowaniu procesu spalania, dziś przeniosły się w dziedzinę materiałów. Uporczywe dążenie do lekkości powołało do życia (w silnikach klasy „K”) tłoki i podstawy glinowe oraz karbowody duralowe; o ile tłoki, a następnie i podstawy spisały się dobrze, o tyle wysokoobciążone korbowody nie wytrzymały równoczesnego ataku wielkich sił tłokowych i wysokich temperatur. U silników dwusuwowych zupełnie zrezygnowano z lekkich stopów, ograniczając się do stali i wysokowartościowego żeliwa, przy czym cienkościennie odlewy stalowe sprawiały czasem kłopot a w dziale stali kutych stopowe — głównie niklowa — pokazały swe znane kaprysy; trudności te jednak pokonano.

Dwusuwowy wspomniane wyżej, wykazują duże „podobieństwo rodzinne”, różniąc się tylko szczegółami i wymiarami. Silniki na „Leipzig” i „Bremsse” mają cienkościennie i bardzo przejrzyste podstawy z żeliwa specjalnego, na „Deutschland” — spawane z blach z żelaza profilowego. Stalowe cylindry mają środkową część (ze szczelinami) laną, górną i dolną — kute, a koszulkę wodną — laną. Prosta i gładka budowa cylindra ułatwia opanowanie naprężeń cieplnych i mechanicznych. M. A. N. zastosowała, oczywiście, swoje płókanie zwrotne, przy którym szczeliny płócące i wydechowe, a więc i odnośne przewody leżą po jednej stronie. Zawory paliwowe są w liczbie trzech (dwa w dnie, jeden w głowicy) z zamkniętymi dyszami i chłodzeniem olejowym. Zawór bezpieczeństwa oraz zawory rozruchowe i indykatorowe znajdują się w głowicy. Kierunek strug paliwa w dolnej części cylindra jest tak dobrany, by ograniczyć kontakt płomienia z korbowodem. Bezaworowa pompa paliwowa pozwala na niezależne zmienianie napełnienia i momentu wtrysku. Tłoki i zawory paliwowe chłodzone są olejem, cylindry i rura wydechowa — wodą morską, pochwa zaś korbowodu dwojako: zewnątrz — wodą morską, wewnątrz — olejem.

W odniesieniu do przekładni „Vulcan” należy zaznaczyć, że sprawność jej przy pełnym obciążeniu instalacji nie spada poniżej 95%, a po odciążeniu 3-ch silników (spośród 4-ch) wynosi jeszcze 89% (przy pełnym momencie obrotowym silnika).

Ekonomiczność pracy Diesel'ów marynarki niemieckiej stwierdziły próby fabryczne, wykazujące np. dla klasy „Köln” rozchód paliwa 174 g/KM_e godz. przy średnim użytecznym ciśnieniu tłokowym 4,6 at i paliwie o wartości cieplnej 10 130 Kal/kg, co odpowiada użytecznej sprawności cieplnej $\eta_e = 35,8\%$, wysokiej jak na silnik szybkoobrotowy. Na okręcie szkolnym „Bremsse” osiągnięto przy obciążeniu pełnym 38,6%, a przy najkorzystniejszym nawet 39,6%, na pancerniku zaś „Deutschland” stwierdzono (przy 3/4 pełnego momentu obrotowego) rozchód paliwa 153 g/KM_e godz., co odpowiada sprawności (na sprzęgle) 41%.

Chociaż M. A. N. ze zrozumiałych względów nie kwapi się z ogłoszeniem sposobów rozwiązania mnogich trudności, to jednak materiał opublikowany, zwłaszcza odnośnie szczegółów konstrukcji i wyników prób, jest nader obfity. To też z żalem stwierdzamy, że brak miejsca nie pozwala narazie na podanie bliższych informacji; może nasunie się jeszcze sposobność powrócenia do tego tematu.

Poza marynarką niemiecką wymienić musimy lekką instalację Diesel'ową na 100 000 KM szybkiego krążownika włoskiego „Muzio Attendolo Sforza”, niedawno spuszczonego na wodę. Ciekawe, lecz tkwiące dotąd na papierze i stanowiące materiał poufny projekty jednej z głośniejszych firm, pozostawiamy bez rozpatrzenia.

Nakoniec zwracamy uwagę na najszerze stosowanie Diesel'a przez flotę państwa, skazanego na import przetworów naftowych, oraz na paradoksalny fakt, że o integralnej „diselizacji” flot wojennych mniej się dziś mówi i pisze, niż w roku 1912. Ta okoliczność ma zapewne przyczynę w drażliwym problemie wibracji, nieuniknionych w maszynie tłokowej a szkodliwych dla kadłuba i zakłócających użycie artylerji, — tudzież w rewolucyjnym postępie techniki wytwarzania i wyzyskania pary, wreszcie — we wzroście wymagań marynarki, bodajże szybszym, niż postęp techniki silników Diesel'a.

Prof. L. KARASIŃSKI

Obciążenie osiowe belki, związanej z podłożem sprężystym

Składowa styczna przywierania koła do szyny, nieznaczna w zwykłych warunkach pracy, wzrasta jednak na spadkach i przy hamowaniu. Sprawia osiowe odkształcenia szyny i posuwu podkładów, rodzące sprzeciw sprężysto podłoża.

To zagadnienie wytrzymałościowe rozwiązałem *) dla szyny, jako belki na podporach sprężystych, równoodległych.

*) *Katedra i Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw Politechniki Warszawskiej*. Warszawa, 1933 r. Część II. Str. 1.

Obecnie — chcę pominąć pośrednictwo podkładów: *przy czepności zastępcza samej szyny do sprężystego podłoża* da mi praktyczną przejrzystość wzorów.

1. Prosta oś belki o stałym przekroju F cm² stanowi odcinek dodatniej osi X . Środki czołowych ścianek belki — jej początku A i końca B — mają odcięte: a , b . Na całej długości:

$$L = b - a$$

belka przyczepnie swą osią przylega do sprężystego podłoża.

Na osi X leży siła zewnętrzna Q , przyłożona do środka jednego z pośrednich przekrojów o pierwotnej odciętej c . Siła Q daje posunięcie osiowe u — przyrost współrzędnej x środka bieżącego przekroju belki.

To odkształcenie wzbudza osiowy sprzeciw sprężysty podłoża:

$$q = -hu,$$

w kg na jednostkę długości osi, zależny od stałego współczynnika sprężystości poziomej h podłoża w kg/cm^2 .

Kierunek (w) wzrostu sił osiowych obieram w prawo; inaczej mówiąc, w stosunku do lewego zwrotu osi X — wyznaczam siłę osiową *tuż za środkiem* bieżącego przekroju belki, jako wypadkową wszystkich sił osiowych *lewej* części belki — aż do tego środka *wyłącznie*.

Zatem *tuż za* środkiem:

$$(x + dx + u + du)$$

panuje siła osiowa S , *tuż za* środkiem:

$$(x + u)$$

takąż siła:

$$S + dS,$$

przyczem niewątpliwie:

$$S + dS = S + \int_{x+dx+u+du}^x q dx = S - q(dx + du),$$

w tych bowiem szczupłych granicach całkowania mogą uważać q za niezmienną.

W założeniu odkształceń u — znikomych, pomijam qdu — małą wyższego rzędu:

$$dS = -q dx$$

i ostatecznie mam:

$$\frac{dS}{dx} = -q = hu.$$

Pod jarzmem siły osiowej S pierwotna długośćka dx wzrosła o du , zatem, według znanego wzoru „Wytrzymałości Tworzyw” — wydłużenie jednostkowe:

$$\frac{du}{dx} = \frac{S}{EF}$$

i ostatecznie:

$$\frac{d^2 S}{dx^2} = h \frac{du}{dx} = \frac{hS}{EF}.$$

Całka tego równania daje siłę osiową:

$$S = C e^{nx} + D e^{-nx},$$

gdzie oznaczyłem:

$$n = \sqrt{\frac{h}{EF}}.$$

Stąd naprężenie osiowe bieżącego przekroju:

$$N = \frac{S}{F}$$

oraz — posunięcie osiowe jego środka, przynależnego pierwotnej, nieodkształconej odciętej x :

$$u = \frac{1}{h} \frac{dS}{dx} = \frac{n}{h} [C e^{nx} - D e^{-nx}].$$

Odcięta c punktu przyłożenia siły zewnętrznej Q , zawarta w granicach:

$$b > c > a,$$

dzieli oś belki na połac lewą, długości:

$$l = b - c > 0$$

i prawą, długości:

$$p = c - a > 0.$$

Niżej, we wzorach pozostawię znakowanie C, D stałych całkowania dla lewej połaci, pisząc dla prawej — odpowiednio: C', D' .

2. Na ściankach czołowych belki niema obciążeń zewnętrznych, stąd — pierwsze dwa równania warunkowe:

$$C e^{nb} + D e^{-nb} = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$C' e^{na} + D' e^{-na} = 0. \dots \dots \dots (2)$$

Tuż za punktem przyłożenia siły zewnętrznej Q , przynależnym odciętej c , panuje siła osiowa:

$$C e^{nc} + D e^{-nc},$$

tuż przed tym punktem:

$$C' e^{nc} + D' e^{-nc},$$

przyczem niewątpliwie:

$$C e^{nc} + D e^{-nc} + Q = C' e^{nc} + D' e^{-nc},$$

a przeto trzecie równanie warunkowe:

$$(C' - C) e^{nc} + (D' - D) e^{-nc} = Q. \dots \dots \dots (3)$$

Chcąc znaleźć równanie czwarte, wyznaczam posunięcie osiowe u_0 punktu uciepienia siły zewnętrznej Q — granicznego punktu obu połaci:

$$u_0 = \frac{n}{h} [C e^{nc} - D e^{-nc}] = \frac{n}{h} [C' e^{nc} - D' e^{-nc}],$$

stąd, po skróceniu — czwarte równanie warunkowe:

$$(C' - C) e^{nc} - (D' - D) e^{-nc} = 0. \dots \dots \dots (4)$$

Z ostatnich dwóch równań znajdę bez trudności:

$$C' = C + \frac{Q}{2} e^{-nc},$$

$$D' = D + \frac{Q}{2} e^{nc}.$$

Po podstawieniu w drugie równanie warunkowe:

$$C e^{na} + D e^{-na} + \frac{Q}{2} [e^{n(c-a)} + e^{-n(c-a)}] = 0$$

i uwzględnieniu pierwszego otrzymam ostatecznie:

$$C = \frac{Q}{2} \cdot \frac{e^{-n(b-a-c)} + e^{-n(b-a+c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$D = -\frac{Q}{2} \cdot \frac{e^{n(b-a-c)} + e^{n(b-a+c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

Zatem dla lewej połaci:

$$S = C e^{nx} + D e^{-nx},$$

$$u = \frac{n}{h} [C e^{nx} - D e^{-nx}],$$

gdzie

$$b > x > c.$$

Dla prawej połaci:

$$S = C' e^{nx} + D' e^{-nx} + \frac{Q}{2} [e^{n(c-x)} + e^{-n(c-x)}],$$

$$u = \frac{n}{h} [C' e^{nx} - D' e^{-nx}] - \frac{Qn}{2h} [e^{n(c-x)} - e^{-n(c-x)}],$$

gdzie:

$$c > x > a.$$

Posunięcie lewego końca belki:

$$u_b = \frac{n}{h} [C e^{nb} - D e^{-nb}],$$

prawego:

$$u_a = \frac{n}{h} [C e^{na} - D e^{-na}] - \frac{Qn}{2h} [e^{n(c-a)} - e^{-n(c-a)}].$$

Po podstawieniu wartości dla C, D i zebraniu wyrazów otrzymam ostatecznie:

$$u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(c-a)} + e^{-n(c-a)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$u_a = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(b-c)} + e^{-n(b-c)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

Gdy siła Q działa pośrodku belki, to:

$$c = \frac{1}{2}(b + a), \quad l = p = b - c = c - a = \frac{1}{2}(b - a),$$

a przeto posunięcia obu końców są jednakowe i równe

$$u_a = u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{nl} + e^{-nl}}{e^{2nl} - e^{-2nl}},$$

stąd po skróceniu:

$$u_a = u_b = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{1}{e^{nl} - e^{-nl}}.$$

Gdy siła zewnętrzna Q przyłożona jest do środka jednej ze ścianek czołowych belki, dajmy na to, prawej, to:

$$c = a$$

i prawa połącz znikną. Zatem dla całej belki:

$$S = -Q \frac{e^{n(b-x)} - e^{-n(b-x)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}},$$

$$u = \frac{Qn}{h} \cdot \frac{e^{n(b-x)} + e^{-n(b-x)}}{e^{n(b-a)} - e^{-n(b-a)}}.$$

3. W szczególnym przypadku belki obustronnie nieskończenie długiej — zawsze będą miały:

$$c = 0, \quad b = l = \infty, \quad -a = p = \infty.$$

Z pierwszych dwóch równań warunkowych otrzymam:

$$C = D' = 0,$$

ostatnie dwa:

$$D + Q = C', \quad C' + D = 0$$

dadzą mi po dodaniu:

$$D = -\frac{Q}{2}, \quad C' = \frac{Q}{2}.$$

Zatem dla lewej połącz — odciętych x — dodatnich:

$$S = -\frac{Q}{2} e^{-nx}, \quad u = \frac{Qn}{2h} e^{-nx}.$$

Dla prawej połącz — odciętych x — ujemnych:

$$S = \frac{Q}{2} e^{nx}, \quad u = \frac{Qn}{2h} e^{nx}.$$

Stąd — posunięcie osiowe punktu uczepienia siły Q zewnętrznej:

$$u_0 = \frac{Qn}{2h}.$$

Gdy siła Q działa na ściankę czołową belki jednostronnie długiej nieskończenie, to:

$$c = 0, \quad b = l = \infty, \quad a = p = 0.$$

Belka ta tylko jedną połącz — odciętych x — dodatnich, a przeto:

$$C' = D' = 0.$$

Nadto z pierwszego równania warunkowego:

$$C = 0.$$

Drugie i czwarte — odpada, trzecie ma postać:

$$D + Q = 0,$$

wobec tego:

$$S = -Q e^{-nx}, \quad u = \frac{Qn}{h} e^{-nx}.$$

Stąd posunięcie osiowe punktu przyłożenia siły Q — zewnętrznej:

$$u_0 = \frac{Qn}{h},$$

wzór, nadający się najlepiej do wyznaczania współczynnika sprężystości poziomej podłoża szyny.

We wszystkich powyższych wzorach celowo unikałem wprowadzania funkcji hyperbolicznych.

Inż. B. BUKOWSKI

Badania gruntu i elementów konstrukcyjnych ścian i stropów *)

Badania nad zagadnieniami budownictwa współczesnego ograniczają się prawie wyłącznie do badań oderwanych elementów samych w sobie. Znamy dobrze wytrzymałości belek i stropów żelbetowych przy różnym uzbrojeniu, żelaznych przy różnym spawaniu i nitowaniu, drewnianych, połączonych zapomocą śrub i dybli różnego kształtu, — znacznie mniej wiemy o właściwościach sprężystych i wytrzymałościach murów, a prawie niezbadana pozostała współpraca różnych elementów ze sobą. Powyższa diagnoza, odnosząca się do kierunku pracy badawczej w całej Europie, słuszna jest również w stosunku do polskiego odcinka.

Ze sprawozdań, nadesłanych na Zjazd Delegatów Laboratorium Budowlanych, wynika, że badania technologiczne i wytrzymałościowe różnych materiałów są dobrze rozwinięte i sprzęt potrzebny do badań materiałów jest dostateczny i wcale liczny, badania zestrojów materiałowych natomiast, a tem bardziej zestrojów konstrukcyjnych wykazują bardzo poważne luki. W sprawozdaniach wyszczególnione zostały następujące badania:

Prof. *Paszkowski* zajmuje się współpracą żelaza z betonem, kontynuując swe dawniejsze prace, zreferowane na I Polskim Zjeździe Żelbetników. Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Politechniki Warszawskiej, wspólnie z prof. *Bryłą* przeprowadziło szeroko zakrojony program doświadczeń porównawczych między elementami żelbetowymi, uzbrojonymi prętami okrągłymi ze stali zlewnej i prętami skręconymi z wydłużonego żelaza „stali Isteg”. To samo laboratorium zbadało wytrzymałości i odkształcenie słupów betonowych w

plaszczach stalowych. Prof. *Bryła* zbadał kompleks zagadnień, dotyczących spawania, a mianowicie różnego rodzaju połączeń i wzmacniania dźwigarów walcowanych zapomocą przykładek i nakładek spawanych. Inż. *Griffel* zbadał w pokrewnej dziedzinie zamocowanie dźwigarów żelaznych zapomocą spawania. W swym specjalnym zakresie Fabryka Siatki Jednolitej, Hr. St. Ledóchowski, zbadała płyty żelbetowe uzbrojone siatką jednolitą z wydłużonej blachy. Wreszcie inż. *Pogany* bada wytrzymałość połączeń drewnianych oraz modele konstrukcji ramowych. Powyższy kompleks prac, zgłoszonych na Zjazd, należy uzupełnić jeszcze badaniami prof. *Bryły* nad bezżelazowymi stropami „Pomorze”, oraz starszemi doświadczeniami inż. *Brody* nad połączeniami zapomocą gwoździ. Na tem zdaje się wyczerpuje się dorobek doświadczalny w dziedzinie badań elementów budowlanych w ostatnich kilku latach. Potrzeby budownictwa domagają się jednak wyjaśnienia całego szeregu zagadnień, mających decydujące znaczenie dla bezpieczeństwa lub ekonomji budowlanej i dających się rozwiązać tylko drogą doświadczalną.

a) Stropy. Na pierwszy plan wysuwa się tutaj cały kompleks zagadnień, związanych ze stropami żelbetowymi gęstożebrowymi i stropami o żelaznych belkach. Do zbadania byłby u stropów gęstożebrowych stosunek momentów bezwładności strefy przyoporowej do strefy przęsłowej z uwzględnieniem wpływu procentu uzbrojenia rozciąganego i ściskanego, przyczem powinno być uwzględnione zarówno stadium I jak i stadium II. Badania te powinny wykazać wpływ kształtu strefy przyoporowej na rozkład momentów w stropach i możliwość stopniowania

*) Referat wygłoszony na Zjeździe Del. Lab. Bud. w marcu b. r.

momentów w zależności od typu stropów. Na początek wystarczyłyby zupełnie badania tego samego elementu stropowego przy wolnym podparciu, raz w pozycji normalnej (prześlowej), drugi raz w pozycji odwróconej (oporowej). Naturalnie powinny badane elementy posiadać długość budowlaną, t. j. około 5,0 m, gdyż przy krótkich elementach zbyt wyraźnie daje się we znaki niedostateczne zakotwienie żelaza w betonie względnie zaprawie. Dalej powinno się zbadać płyty bądź to pustakowe bez nadbetonu z wkładkami z żelaza okrągłego lub stali Isteg, bądź też ceglane z wkładkami płaskimi, t. zw. płyty Kleinowskie, ostatnie szczególnie pod tym punktem widzenia, czy przy bardzo małych rozpiętościach nie możnaby wykonywać ich wogóle bez żelaza. Dalszem zagadnieniem jest wpływ zamocowania stropów w murach zwykłych budynków murowanych. Niewątpliwie mury posiadają o wiele większą sztywność niż stropy, w nich zamocowane. Wpływ zamocowania w murze może być zatem znaczny. Do zbadania byłyby więc: wpływ głębokości wprowadzenia żelaz stropowych w mur i zakotwienia ich wprost w murze lub też w specjalnych ławach żelbetowych na murze. Wyjaśnienie tej kwestji byłoby niemiernie ważne dla belek żelaznych, które przywykliśmy liczyć jako wolnopodparte, pomimo, że zamocowanie w murze może być bardzo znaczne. W związku z powyższem pozwalam sobie zwrócić uwagę na pracę inż. Empergera w Beton u. Eisen z 1930 r. str. 217, który znalazł, że moment belek żelaznych przy dostatecznym zamocowaniu w murze może zmniejszyć się do połowy w stosunku do momentu przy wolnym podparciu, a ponadto stwierdził, że przy pełnym albo prawie pełnym zamocowaniu jest bez większego wpływu, czy belka żelbetowa została uzbrojona na $\frac{pl^2}{12}$ na oporze i $\frac{pl^2}{24}$ w przęśle, czy też naodwrot, czy też wreszcie na równy moment w przęśle i na oporze $\frac{pl^2}{16}$. Jest to obserwacja niezmiernie interesująca, brzemienna w skutki i godna wyczerpującego zbadania.

b) Nadproża. W ścisłym związku ze stropami stoi sprawa nadproży nadokiennych i naddrzwiowych. Poglądy nasze na tę sprawę są jeszcze nieuporządkowane. Konstruktorzy umieszczają nadproża albo nad samym otworem w postaci belek, albo wyszukują sam mur do niesienia ciężaru własnego i ciężaru stropu, przez wzmocnienie go dolnemi wkładkami żelaznymi, albo, umieszczając belkę na poziomie stropu, podwieszają mur lub też dają murowi pod belkę osobne uzbrojenie. Nie ulega kwestji, że rozwiązania te nie mogą być równorzędne i dlatego należałoby zbadać je doświadczalnie. Doświadczenia nad takimi nadprożami były wykonane w Rosji i są (niestety zbyt pobieżnie) opisane w Beton u. Eisen, 1930 r. str. 244. Z rezultatów tych doświadczeń wynika też, że istotnie zachodzą poważne różnice między różnemi rozwiązaniami i że wyjaśnienie kwestji nadproży zapomocą szerszej skali doświadczeń jest konieczne.

c) Mury. Kamienice wielkomiejskie o stropach maszynowych stanowią monolity, w których ściany bezsprzecznie pracują na zginanie, w przeciwieństwie do ścian, niosących stropy drewniane. O ile wytrzymałość zapraw na rozciąganie jest naogół dostatecznie zbadana, o tyle o cegle nie wiemy prawie nic, a o murach niewiele. Cegła w murze i cegła np. w stropie różnią się tem, że pierwsza jest całkowicie otulona zaprawą, wytrzymałość muru na rozciąganie będzie więc zapewne większa od wytrzymałości n.p. płyty ceglanej bez uzbrojenia. Ze względu na kwestję zamocowania stropu w murze bardzo ważne jest stwierdzenie, ile mur może wytrzymać na rozciąganie przy

zginaniu i w jakich granicach obraca się jego zdolność do pracy sprężystej. Zagadnienie to nie znalazło dotychczas nawet częściowego wyświelenia, aczkolwiek dla budownictwa murowanego jest bardzo ważne.

d) Słupy i fundamenty. Jak mury, tak i słupy ceglane, powinny być dalej badane, gdyż obowiązujące obecnie normy obliczeniowe wydają się jednak zbyt ostrożne. Doświadczenia powinny być przeprowadzane tak dla t. zw. słupów międzyokiennych, jak i dla słupów wolnostojących, gdyż obydwie typy różnią się między sobą bardzo znacznie co do sposobu pracy, aczkolwiek w przepisach są zupełnie jednakowo potraktowane. Słupy żelazne, żelbetowe i drewniane są natomiast bardzo wyczerpująco zbadane, z wyjątkiem połączeń słupów z fundamentami. Tak n.p. liczymy stropy fundamentowe na „przebiecie” słupa, dzieląc obciążenie przez iloczyn obwodu słupa razy wysokość fundamentu $\left(\tau = \frac{P}{O \cdot h}\right)$ i przyjmując, że tak obliczone naprężenie ścinające powinno być mniejsze od dopuszczalnego na zwykłe ścinanie. Poczucie statyczne mówi tu konstruktorowi, że do „przebiecia” stopy w żadnym wypadku dojść nie może bez uprzedniego załamania samej stopy; pomimo to nie może konstruktor podwyższyć dopuszczalnego naprężenia na ścinanie w wypadku „przebiecia”, gdyż ani przepisy, ani doświadczenia nie dają tu żadnych wskazówek. Matematyczne rozwiązanie tego zagadnienia jest bardzo trudne, jeżeli nie wręcz niemożliwe. A sama sprawa jest bardzo ważna, gdyż przy tradycyjnym sposobie obliczania tych stóp na przebiecie otrzymuje się często stopy o wymiarach wprost kłopotliwych. Wyjaśnić sprawę powinny i tutaj doświadczenia.

Podane wyżej zestawienie zagadnień budowlanych, domagających się wyjaśnienia drogą doświadczalną, nie jest oczywiście wyczerpujące, ma jednak tę zaletę, że podaje prace, jakie można wykonać rozporządzalnemi przyrzadami naszych laboratorjów. Wyjątek zrobiłbym jedynie dla badań nad elementami stropowemi. Ani jedno bowiem z naszych laboratorjów nie posiada prasy o dostatecznym rozstawie opór ok. 5 m i o przyrzadach do równomiernego obciążania elementu stropowego. Sądzę, że wyposażenie choć jednego z krajowych laboratorjów w taką prasę jest nakazem czasu. Koszty inwestycji, pokryte z funduszy publicznych, napewno zamortyzowałyby się przez oszczędności, któreby badania na takiej prasie przyniosły gospodarce ogólnej.

Sprawa naukowego badania gruntów budowlanych znajduje się u nas wogóle w powiagakach. Nieliczne tylko jednostki zajmują się badaniem gruntów budowlanych, ale na Zjazd Del. Lab. Bud. nie zgłoszono żadnej pracy badawczej z tej dziedziny. Tłumaczy się to zapewne tem, że nie mamy w Polsce żadnego laboratorjum, przygotowanego do takiego rodzaju prac badawczych, gdyż laboratorjum takie musiałoby posiadać pewien komplet przyrzadów specjalnych. Utworzenie specjalnego laboratorjum lub przynajmniej specjalnej sekcji przy jednym z istniejących laboratorjów jest sprawą aktualną, gdyż nauka o gruncie na zachodzie robi duże postępy i niedawno w jednym z czasopism polskich opisano wypadek, gdzie zaszła u nas konieczność zasięgnięcia opinii rzeczoznawcy zagranicznego.

NADESŁANE DO REDAKCJI

Ogródki działkowe, jako zagadnienie urbanistyczne i zdrowotne. Inż. Z. Rudolf. Odb. z „Lekarza Polskiego”. Warszawa, 1935.

Poradnik dla młodego technika. Inż. Edw. Habermann. Str. 138. Nakł. Księg. Św. Wojciecha. Poznań, 1935.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

METALOZNAWSTWO

Wpływ domieszek na cynę^{*)}.

Jako dalszy ciąg swych badań, *Hanson* i *Sandford* ustalili wpływ na cynę domieszek glinu, manganu i bizmutu.

Dodatek glinu wywiera bardzo znaczny wpływ na wytrzymałość cyny, a mianowicie dodatek 0,5% Al podnosi *R* z 1,57 kg/mm² do 7,885 kg/mm² przy jednoczesnym obniżeniu wydłużenia z 80% do 30%. Dalszy dodatek glinu do 1% nie wywiera już takiego wpływu. Glin tworzy z cyną eutektykę przy 0,58% Al i temp. 229°C; w układzie Al-Sn nie stwierdzono żadnych roztworów stałych ani związków chemicznych. Wpływ manganu na wytrzymałość cyny jest mniejszy od glinu, mianowicie 0,8% Mn podniosło *R* z 1,57 kg/mm² do 2,25 kg/mm², przyczem wpływ obróbki termicznej na wytrzymałość jest nieznaczny. Dodatek manganu wywiera natomiast znaczny wpływ na wielkość kryształów, jak to widać z poniższej tabeli.

Mn	Ilość ziarn na cm ²			
	A	B	C	D
0,02	3 800	2 800	24	5,5
0,15	25 600	15 600	12 100	24
0,50	18 500	10 600	8 200	4 500
1,00	13 600	7 400	4 800	4 100

Próbka *A* odnosi się do cyny, poddanej samowyżarzeniu w temperaturze pokojowej w ciągu 28 dni; próbka *B* — była wyżarzana 24 godz. w temp. 100°C; *C* — przez 24 godz. przy 160°C; *D* — przez 24 godz. przy 215°C. Bizmut tworzy z cyną eutektykę przy 42—45,4% Bi i temp. 135—140°C, poza tem istnieje przemiana eutektoidalna przy 40% Bi i temp. 95°C. W temperaturze eutektyki rozpuszczalność bizmutu w cynie wynosi 6%, lecz poniżej przemiany eutektoidalnej (95°C) bizmut nie jest rozpuszczalny w cynie. Wpływ bizmutu na wytrzymałość cyny jest znaczny, a mianowicie *R* wzrasta przy 5% Bi z 1,57 kg/cm² na 7,2 kg/mm² przy jednoczesnym obniżeniu wydłużenia z 89% na 47%.

Wpływ bizmutu na wielkość ziarn cyny walcowanej na zimno do grubości 2,5 mm jest następujący:

Próbka *A* — po samowyżarzeniu w temp. pokojowej po 23 tygodniach,
B — po wyżarzeniu 24 godz. w temp. 104°C,
C — po wyżarzeniu 24 godz. w temp. 130°C.

%Bi	Ilość kryształów na 1 cm ²		
	A	B	C
0	1 400	1 200	100
1	122 000	10 700	1 700
2	231 000	12 500	2 400
5	314 000	8 800	2 500

(*Journal Inst. of Metals*, 1935 r. Nr. 1 str. 43-58).

E. P.

Szybkie azotowanie stali.

W instytucie badań metali lotniczych w Moskwie pod kierunkiem prof. *Akimowa*, wykonano doświadczenia, mające na celu skrócenie czasu azotowania stali.

Do doświadczeń użyto 2-ch gatunków stali o składzie: *C* = 0,25%, *Cr* = 1,5%, *Mo* = 0,4%, *Mn* = 0,5%, *Si* = 0,5%.

Poza tem jedna z tych stali posiadała 0,7% aluminium, druga zaś 0,2% wanadu.

Normalne azotowanie w temp. 490°C, przez 50 godzin

^{*)} Por. *Prz. Techn.*, zes. 2 z r. b., str. 42.

przy dysocjacji amonjaku około 25%, dało warstwę naazotowaną grubości 0,3 — 0,4 mm. Gdy zastosowano czas krótszy, otrzymano warstwę zacieńką, przy dłuższym zaś czasie warstwa była głębsza, ale krucha.

Zrobiono więc następujące próby ze stalą, zawierającą aluminium: ogrzano ją do temp. 490°C — przetrzymano pewien czas, poczem podniesiono temperaturę dla jednej serii próbek do 600°, dla drugiej serii do 650°, a następnie studzono w piecu. W obu wypadkach wzrosła znacznie grubość warstwy naazotowanej przy dobrej twardości na powierzchni, lecz zewnętrzna warstwa wskazywała objawy kruchości. Gdy ten cykl temperatur został odwrócony, głębokość warstwy była duża, ale twardość na powierzchni zmała.

Stal z wanadem nie dała w tem doświadczeniu wyników zadowalających.

Czyniąc na podstawie tych zjawisk przypuszczenie, że koncentracja azotu przy wyższej temperaturze azotowania jest większa, dyfuzja zaś wgłęb mniejsza, niż azotowanie przy niższych temperaturach, zrobiono dalsze doświadczenia, a mianowicie: azotowano najpierw do temp. 490° C, potem podwyższono temperaturę do 600° — 650° C, przyczem wytworzyła się na warstwie powierzchniowej większa koncentracja azotu, następnie zaś znów obniżono temperaturę azotowania do 490°, aby zwiększyć dyfuzję wgłęb nadmiaru azotu z zewnętrznej powierzchni próbki. Ten sposób dał warstwę głęboką, twardość dobrą i brak kruchości.

Zrobione tym sposobem próby przemysłowej azotacji przedmiotów skróciły czas do 1/3, dając, przy dysocjacji amonjaku 65 do 70%, dobrą warstwę naazotowaną o twardości stopniowo i łagodnie spadającej wgłęb. (*Metall Progress* Nr. 2, str. 43, luty 1935).

Z. H.

Produkcja stali w latach 1933 i 1934.

	1933	1934
Stany Zjedn. Ameryki Półn.	23 604 000	25 665 000
Niemcy	7 612 000	11 886 000
Rosja	6 900 000	9 600 000
Anglja	7 130 000	9 000 000
Francja	6 531 000	6 147 000
Belgia i Luksemubrg	4 534 000	4 836 000
Japonja	3 097 000	3 570 000
Sarra	1 676 000	1 950 000
Włochy	1 784 000	1 850 000
Czechosłowacja	747 000	953 000
Szwecja	641 000	860 000
Polska	817 000	844 000
Kanada	409 000	760 000
Austrja	226 000	310 000
Inne kraje	—	2 750 000
Razem	67 600 000	80 880 000

J. C.

BIBLIOGRAFJA

La route et le rail dans quarante pays. Dr. *Paul Wohl* i prof. *Albitreccia*. Wyd. La Chambre de Commerce Internationale w Paryżu. Str. 490. Tours. 1934.

Książka pod powyższym tytułem zawiera obszerną pracę wykonaną przez Międzynarodową Izbę Przemysłową na podstawie odpowiedniego zalecenia Kongresu z r. 1931 w Waszyngtonie. Zadaniem tej pracy było zebranie i zestawienie wysiłków, podjętych w czterdziestu państwach w celu rozwiązania — mniej lub więcej doraźnego — koordynacji

transportów, wykonywanych przez koleje i przez samochody. Jako podstawa pracy, posłużyły dane specjalnej ankiety, rozesłanej do komitetów narodowych Międzynarodowej Izby Przemysłowej, oraz do stowarzyszeń narodowych, jako członków międzynarodowych organizacji, które współpracują w tej samej kwestji.

Po szczegółowym zestawieniu danych statystycznych o długości, systemach prawnych, sytuacjach finansowych i t. p. komunikacji kolejowej oraz komunikacji samochodowej autorzy w drugiej części książki omawiają warunki eksploatacji kolejowej i samochodowej — najpierw ogólnej, następnie szczegółowej w różnych państwach, — pod względem prawnym, taryfowym, fiskalnym, pracowniczym i t. p. i wreszcie przytaczają środki, podjęte przez ośm różnych państw w celu przystosowania się do sytuacji, wytworzonej przez ogromny rozwój ruchu samochodowego w ostatnich latach.

W pracy tej unikano kwestyj ściśle technicznych, a ograniczono się do strony ogólnej, prawnej, społecznej i finansowej.

Sprawa, poruszona w omawianej książce, jest nader aktualna i już od dziesiątka lat zajmuje umysły naczelnych kierowników zarządów kolejowych państw całego świata. W r. 1930-tym XI Międzynarodowy Kongres Kolejowy w Madrycie poddał sprawę konkurencji ruchu samochodowego wszechstronnemu badaniu, — zalecił stosowanie szeregu środków zdążających do celowej produkcyjnej współpracy obu środków lokomocji, oraz wskazał na konieczność dalszego badania tej kwestji. Również zajmował się tą sprawą XII Międzynarodowy Kongres Kolejowy w Kairze w r. 1933. W Polsce koordynacja przewozów kolejowych i samochodowych była również szczegółowo wielokrotnie omawiana w Państwowej Radzie Kolejowej i obecnie jest przedmiotem stałych badań w Sekcji V Państwowej Rady Komunikacyjnej.

W książce „La route et le rail” systematycznie i dla niektórych państw wszechstronnie zestawiono dane, dotyczące obecnego ruchu kolejowego i samochodowego oraz wzajemnego ich stosunku. Dane są ujęte bardzo systematycznie i przejrzysto, dając jaskrawy obraz stanu, jaki istniał w tej dziedzinie w r. 1932. Zauważyć wszakże należy, że wyczerpujący obraz dany jest nie dla wszystkich państw; niektóre państwa, szczególnie mniejsze, traktowane są ogólnikowo pod względem stosunków prawnych, robotniczych i in. W powodzi danych statystycznych, które sprawiają wrażenie bardzo źródłowych (spotykają się jednak pewne nieścisłości, naprzykład: długość linii kolejowych nie odpowiada ściśle danym z innych źródeł fachowych (długość linii kolejowych w Anglii podana jest na ok. 31 tysięcy, — jest zaś ok. 34 tysięcy, w Polsce — podano 20,6 tys., jest zaś ok. 21,5 tys.; także liczba mieszkańców, przypadająca na 1 autobus i autokar (w Polsce podług książki „La route et le rail” wypada więcej niż 1000 mieszk. tymczasem liczba ta wynosi aż 10 400); wydatki roczne w Polsce na utrzymanie i wznowienie („renouvellement”) taboru też nie odpowiadają rzeczywistości (w książce podano 99,3 milionów, co oczywiście jest liczbą zbyt małą). Pomijając te i inne usterki, można uważać książkę „La route et le rail” jako cenny materiał do szybkiego zaznajomienia się z palącą kwestją skojarzenia pracy kolei i samochodu.

J. B.

*

Fundusz Pracy w latach 1933 i 1934. Str. 58 z 7 tabl. i 24 rys. Nakł. Funduszu Pracy. Warszawa, r. 1934.

Ukazało się pierwsze sprawozdanie Funduszu Pracy, obejmujące dwuletnią działalność tej instytucji. Wobec braku jakichkolwiek danych oficjalnych na temat działalności Funduszu, który w ciągu tych dwóch lat wydał już jedną „pożyczkę inwestycyjną” (roczny budżet F. P. około 100 milionów złotych), opublikowanie nawet ogólnych danych uznać należy za rzecz cenną.

Po krótkich uwagach na temat historii walki z bezrobociem w Polsce, w sprawozdaniu niesłusznie ograniczonej do okresu od grudnia 1918 r., przechodzą sprawozdawcy do omówienia działalności samego Funduszu Pracy, zorganizowanego na wiosnę roku 1933. Sprawozdawcy przyznają, że „pierwsze poczynania musiały mieć z konieczności charakter improwizacji, która, w miarę, jak nowa organizacja mogła okrzepnąć, ustępowała miejsca spokojnie przemyslanej i zorganizowanej akcji”. (str. 14). Dlaczego musiały one mieć ten charakter? Motyw, iż nie było danych o stosunkowym natężeniu bezrobocia w poszczególnych częściach kraju i że dopiero F. P. musiał sam opracować

„geografię bezrobocia”, nie wydaje mi się przekonywującym. Polska, mająca tyloletnie doświadczenie w dziedzinie robót publicznych, podejmując pod nową nazwą dawną działalność Ministerstwa Robót Publicznych nie musiała wcale improwizować. Ostatecznie trudności w ustalaniu „geografii bezrobocia” zostały przezwyciężone i praca posunęła się naprzód. Ale czy we właściwym kierunku? Fundusz miał dać pracę bezrobotnym miejskim. Zgodnie z tem czytamy w sprawozdaniu: „umowy zawierane z kredytobiorcami wymagały kategorycznie, ażeby osoby, zatrudnione na robotach F. P., były angażowane z pomocą Biura Pośrednictwa Pracy, co w istniejących warunkach dawało maximum gwarancji, że ogólną masę pracujących na robotach publicznych będą stanowili istotnie bezrobotni” (str. 16). Niestety wymagania te nie były przez poszczególnych kredytobiorców w większości wypadków ściśle przestrzegane i to nie tylko w początkowym okresie, ale i w późniejszym okresie. Dyrekcja F. P. nie ponosi jednak winy za ten stan rzeczy, zlecony jej bowiem typ robót (budowa dróg, koleji, regulacja rzek a nawet inwestycje miejskie) nie nadają się jako akcja pomocy bezrobotnym miejskim. Doświadczenia przy budowie kolei miechowskiej, gdy okoliczni bezrobotni i małorolni chłopcy chcieli pracować za zł. 1.50 dziennie, a kierownictwo robót musiało sprowadzać bezrobotnych miejskich z odległych i nieraz miejscowości i płacić im krzywdzące ich stawki zł. 3.00 dziennie, są dostatecznym usprawiedliwieniem dla F. P., który był zmuszony godzić się na poprawianie ustawy, dokonywane w terenie przez kredytobiorców.

Obrany typ robót uniemożliwił F. P. spełnienie również dalszych postulatów programowych. F. P. miał być instytucją kredytową, a nie filją kasy skarbowej. Miał pożyczka, a nie rozdzielać subwencje. „Wśród ogółu umów — czytamy w sprawozdaniu — większość, bo 88% ich wartości stanowiły umowy pożyczkowe, natomiast umowy dotacyjne tylko 12% wartości ogółu umów” (str. 28). Zatem 12% poszło już na dotacje, ale reszta to narazie jeszcze pożyczki. „W toku swej dalszej działalności F. P. stwierdził, że spłata udzielonych pożyczek spowodowała by nowe trudności budżetowe u poszczególnych kredytobiorców, w pierwszym rzędzie u samorządów. Wobec tego F. P. opracowuje dla przyszłych transakcji nowe formy kredytowania, bardziej elastyczne i lepiej dostosowane do zmienionych warunków gospodarki samorządowej” (str. 28). Na czym polegają te nowe formy? Sądzić należy, że jeśli nie są one czystą darowizną, to czemś bardzo do tego pojęcia zbliżonym (por. Przegląd Gospodarczy XVI/7, str. 228). Do tej słusznej uwagi należałoby dodać, iż w r. 1935/6 i w latach następnym powtarzać się może to samo, albowiem typ ustalonych w programie prac, wśród których roboty komunikacyjne, a zwłaszcza budowa dróg, zajmują pierwsze miejsce, nie nadaje się jako podstawa do udzielania zwrotnych pożyczek. F. P. nie jest i być nie może funduszem w ścisłym tego słowa znaczeniu, wprowadzenie i utrzymanie fikcji instytucji kredytowej prowadzi tylko konajwyżej do zagmatwania rachunkowości. Czytamy np. w „Sprawozdaniu”, iż „z sumy 51 112 595 zł. kredytów przyznanych kredytobiorcom, Fundusz Pracy wypłacił 49 891 652 zł., natomiast kredytobiorcy zużyli na robotach tylko 41 170 900 zł. Kredyty, niewykorzystane w ogólnej sumie 9 941 695 zł., zostały przeniesione na rok następny” (str. 29). Kredytobiorcami były zarówno w pierwszym roku jak i w drugim instytucje państwowe i samorządowe w 94%, prywatne w 6%, z czego wynika, iż instytucje państwowe i samorządowe wypożyczyły sobie w F. P. 10 milionów zł. (1/5 całej sumy) na inne wydatki.

F. P. jest niezaprzeczenie placówką pożyteczną, a jednak nie zapobiega temu, że wielkie rzesze bezrobotnych miejskich, zwłaszcza robotników kwalifikowanych, w miarę przedłużania się kryzysu, deklasują się coraz bardziej, tracąc swoje kwalifikacje, nieraz bardzo cenne dla produkcji. Wykolejeniu ulega również młodzież bezrobotna miejska; dla nich organizowane i przez F. P. finansowane „obozy pracy” wypełniają się młodzieżą wiejską, uciekającą z wygłodniałej wsi. W obecnej swej konstrukcji F. P. przyznania się w dużym stopniu do wzrostu rejestrowanego bezrobocia w tym sensie, iż po każdej jego kampanji coraz to nowe rzesze ukrytych albo powiedzmy nieujawnionych statystycznie bezrobotnych (podmiejskich i wiejskich) stają się już bezrobotnymi jawnymi, nadającymi się do rejestracji.

B.

KRONIKA

Zarząd Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych przesłał telegraficznie wyrazy uczuć żałoby po śmierci Marszałka *Józefa Piłsudskiego* na ręce Pana Prezesa Rady Ministrów.

„Do Pana Prezesa Rady Ministrów.

Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych w poczuciu ciężkiego ciosu, jaki dotknął cały Naród, prosi Pana Prezesa o przyjęcie zapewnienia gotowości wyłożonej pracy dla dobra i chwały polskiej w myśl wskazań Wielkiego Zmarłego”.

Zarząd Związku P. Z. T. zamiast wieńca na trumnę ś. p. Marszałka zadeklarował sumę zł. 100.— na budowę kopca im. Marszałka *Józefa Piłsudskiego* w Krakowie, wzywając Członków Zrzeszeń Technicznych, aby ze Swjej strony również uczcili Czyny Wielkiego Obywatela.

*

Międzynarodowy Kongres Odlewniczy i Wystawa Światowa w Brukseli.

W dniach 20—25 września b. r. odbędzie się w Brukseli pod protektoratem J. K. M. Leopolda III, Międzynarodowy Kongres Odlewniczy, przypadający w okresie trwania Wystawy Światowej.

Obok konferencji technicznych i części oficjalnej program uwzględni w szerokim zakresie zwiedzanie zakładów przemysłowych i stoisk wystawowych, a także wycieczki turystyczne po kraju.

Organizatorzy Kongresu liczą się z możliwością przyjazdu większych grup majstrów oraz rzemieślników z poszczególnych krajów i w tym celu odpowiednio układają program zwiedzania Wystawy oraz zakładów przemysłowych.

Organizację oficjalnej polskiej delegacji na Kongres wzięło na siebie Koło Odlewników, które zgłosiło również referat wymienny.

Koszt kart uczestnictwa wynosi 100 fr. belg. łącznie z publikacjami Kongresu, względnie 50 fr. belg. bez publikacji. Karty uczestnictwa upoważniają do bezpłatnego wejścia na Wystawę oraz do 35% zniżki na kolejach belgijskich. Zgłoszenia na Kongres oraz ewentualne zapytania należy kierować do Sekretariatu Koła Odlewników (Stowarzyszenie Techników Polskich w Warszawie, ul. Czackiego 35).

ŻYCIE STOWARZYSZENIA

TECHNIKÓW POLSKICH w WARSZAWIE

Z SALI ODCZYTOWEJ.

W dn. 10 maja b. r. inż. *Bogusław Bagniewski* wygłosił odczyt p. t. „Nowe polskie statki transatlantyczne”.

W pierwszej części odczytu prelegent omówił działalność Komisji, powołanej w 1932 r. do opracowania warunków dla statków, budowanych obecnie dla naszej żeglugi. Ze względów finansowych oraz z uwagi na głębokość cieśnin Sundu obrano statki niezbyt duże. Będą one miały 160 m długości, 22 m szerokości i 1,5 m głębokości zanurzenia. Obliczone są na 860 pasażerów i 2000 ton ładunku ubocznego. Posiadać będą tylko dwie klasy: klasę turystyczną i klasę trzecią. W 1933 roku opracowano szkice i rozpisano przetarg na budowę obydwu statków. Koszt jednego statku wyniesie 15 milj. złotych. Całkowita należność pokryta zostanie w drodze kompensacji węglem górnośląskim. Statki buduje stocznia włoska w Monfalcone.

19 grudnia 1934 roku jeden ze statków, a mianowicie „Marszałek Piłsudski” został spuszczonej na wodę, i w sierpniu b. r. ma odbyć pierwszą jazdę do Gdyni. Drugi statek „Batory” zostanie spuszczonej w czerwcu b. r. W myśl warunków umowy, blachy, nity, żelazo profilowe, pompy, sprzężarki zamówiono w kraju.

Urządzenie wewnętrzne statków pod względem technicznym i artystycznym stać będzie na najwyższym poziomie, zapewniając pasażerom maximum bezpieczeństwa i wygody.

Kabiny pasażerskie mieszczą się na 5 pokładach. W klasie turystycznej każdy statek posiada 318 kabin jedno i dwu-

osobowych, w klasie III 123 kabin dwu, trzy i czteroosobowych.

Statki dwusrubowe poruszane są Dieselami morskimi, wykonanymi w Trjeście wg. rysunków i wskazówek f. *Bracia Sulzer*. Są to dwusuwowe silniki 9-cylindrowe śr. 999 mm i skoku 1250 mm, rozwijające 12000 KM. Długość silników 16 m, wys. 8 m, waga 1 silnika 420 tonn. Śruby średnicy 4080 mm wykonane są z brzozy manganowego, każda o wadze 8 tonn. Odczyt był bogato ilustrowany przezręczkami. Na zakończenie prelegent zademonstrował film, obrazujący przebieg robót przy budowie statków. Po odczycie wywiązała się ożywiona dyskusja, w której brali udział pp. inż. *Kączkowski, Pauly, Rasiński, Hubert* oraz p. prezes *Drewniecki*.

*

Koło Odlewników. Dn. 11 kwietnia b. r. odbyło się w gmachu Stow. Tech. Polskich w Warszawie zebranie odczytowo-dyskusyjne, poświęcone koreferatowi p. *Sz. Majewskiego* do odczytu inż. *O. Marciniowskiego* p. t. „Wlewy do odlewów żeliwnych” oraz referatowi inż. *O. Marciniowskiego* p. t. „Plakaty ostrzegawcze dla odlewni”. Oba referaty wywołały ożywioną dyskusję.

Dn. 28 maja b. r. o godz. 20-ej w sali Nr. V w gmachu Stow. Techn. Polskich w Warszawie odbędzie się ostatnie przed okresem wakacyjnym zebranie odczytowo-dyskusyjne Koła Odlewników, na którym inż. *E. Mieszczański* wygłosi odczyt p. t. „Bronzy ołowiane”.

*

Koło Wodno-Meljoracyjne. Na zebraniu miesięcznym Koła w dn. 12 kwietnia r. b. rozpatrywano memoriał Polskiego Tow. Politechnicznego, Tow. Leśnego oraz Izby Inżynierskiej we Lwowie do Prezesa Rady Ministrów w sprawie skutków ostatniej powodzi, a w związku z tem propozycję utworzenia Ministerstwa Technicznego, obejmującego bardzo szeroki zakres, m. in. sprawy wodne, kanalizacyjne, elektryfikację, komunikację, meljorację i t. d. W wyniku dyskusji nad tym memoriałem został opracowany projekt wniosku i przesłany do Stowarzyszenia Techników Polskich.

W dniu 4 maja r. b. odbył się obchód 25-lecia Koła Wodno-Meljoracyjnego i 10-lecia czasopisma „Inżynierja Rolna”.

Przemówienie wstępne wygłosił przewodniczący Koła profesor *St. Turczynowicz*, dając przegląd historyczny ruchu meljoracyjnego w Polsce. O działalności Koła i jego znaczeniu mówił sekretarz Koła inż. *L. Gumiński*. W przemówieniach innych kolegów podnoszono zasługi założycieli Koła i obecnych jego kierowników i uchwalono nadać tytuł honorowego przewodniczącego Koła profesorowi *Czesławowi Skotnickiemu* i prof. *Stanisławowi Turczynowiczowi* oraz członka honorowego kol. *Leonardowi Gumińskiemu*.

Omawiano zagadnienia, które winno zająć się Koło jak np. kontakt z organizacjami pokrewnymi, czasopismo „Inżynierja Rolna”, zjazd doświadczalników i inne. Przyczem zebranie uchwaliło asygnować z funduszu Koła kwotę 300 zł. na wydatki, związane z przyjęciem delegacji czechosłowackiej, która weźmie w tym roku udział w zjeździe doświadczalników w Wilnie (sekcja meljoracyjna). Uczestnicy obchodu otrzymali specjalny numer jubileuszowy „Inżynierji Rolnej”. Po zebraniu odbyła się wspólna wieczerza

*

Otwarcie przystani St. T. P. Dnia 12 maja r. b. nastąpił uroczyste otwarcie przystani St. T. P.

Uroczystość rozpoczęła się nabożeństwem na Bielanach i złożeniem wieńca na grobie *Staszica*. Okolicznościowe przemówienie wygłosił kol. inż. *J. Wadzyński*. Punktualnie o 12-ej statek „Herold” przybił do przystani S. T. P., przywożąc z Bielan członków i zaproszonych gości, których powitał gospodarz przystani inż. *Wadzyński*, poczem przemówił Stowarzyszenia prof. inż. *Ignacy Radziszewski* wygłosił piękne i pełne połotu przemówienie, zakończone życzeniami pomyślnego sezonu wioślarskiego. Następnie kapitan sportowy, kol. inż. *A. Pauly* dokonał podniesienia bandery, poczem przedstawiciele innych klubów składali życzenia. Wspólna biesiada, a następnie ożywiona zabawa przetrwała się do późnego wieczora i została przerwana na tragiczną wieść o śmierci Marszałka *Józefa Piłsudskiego*. W znak żałoby banderę opuszczono na pół masztu.

Wydawca: Spółka z ogr. odp. „Przeгляд Techniczny”.

Redaktor odp. Inż. *Franciszek Bakowski*

Administrator Inż. *Kazimierz M. Studziński*.

Zastępca Administratora: Inż. *Jerzy Falkowski*

Sp. Akc. Zakł. Graf. „Drukarnia Polska”. Warszawa, Szpitalna 12, w dzierżawie Spółki Wydawniczej Czasopism, Sp. z o. o.