

ROZDRABNIACZ BIEGUNOWY.

Napisał Julian Rakowski.

Rozdrabniacze biegunowe, zwane często jednostronnie *gniotownikami*, a niekiedy *młynami pionowymi* (fr. broyeur triturateur, n. Kollergang, a. vertical runner mill), służą do rozdrabniania wszelkiego rodzaju materiałów na kawałki lub ziarna, zarówno jak i do zupełnego zmielenia na proszek. Od dawna używane są one jako nieporównane mieszadła, w wielu zaś wypadkach, jako jedynie pewne i niezawodne aparaty do równomiernego nawilżania mlewa w tych razach, kiedy inne mieszadła zawodzą wskutek spoistości, tłustości i wogóle niepodatności mlewa do łatwego równomiernego nawilżenia nawskróś w całej masie, jak to bywa np. z bardzo plastyczną gliną prosto z gruntu, a więc już trochę wilgotną.

Jeżeli rozdrabniacze biegunowe budzą większe zainteresowanie niż inne maszyny rozdrabniające, to pochodzi to z ich właśnie różnorodnych zalet i wszechstronnej zastosowalności. Tylko ten rodzaj rozdrabniaczy jest w stanie mleć zarówno dobrze suche, chude i twarde materiały, jak i mokre, tłuste i miękkie, jak np. granit, porfir, kwarc, klinkier cementowy, szamotę, gruz ceglany, glinę wszelaką, wapień, margiel, gips, polewy, rudy, łupek, farby ziemne, chemikalia, proch, kości, piasek formierski, węgiel drzewny i kamienny, masę papierową, słomę, cukier, kwas winny, oleiste nasiona i materye i t. p.

Rozdrabniacze biegunowe są jedynymi młynami, których części mielące można zbudować z materiału, dostosowanego do mlewa, np. z granitu, kwarcytu, twardej porcelany, marmuru, żelaza i t. p. Dzięki tej swobodzie w wyborze materiału budowlanego, daje się przy użyciu tego rodzaju rozdrabniaczy zapobiedz zanieczyszczeniu mlewa przez szkodliwe cząstki wycierających się przy mieleniu powierzchni mielących.

Budowa rozdrabniaczy biegunowych zaleca się wielką prostotą i przejrzystością a więc i wygodną, łatwą obsługą. Działanie ich na mlewo jest przytem energiczne, równomierne i nieprzerwane, zaś forma i sposób roboty organów pracujących tak celowe, że pod względem zużycia się tych części pracujących rozdrabniacze biegunowe przewyższają swoją trwałością wszystkie bez wyjątku inne maszyny rozdrabniające. Gdy zaś po długotrwałej pracy zużyją się wreszcie części pracujące, wtedy łatwo je od razu wymienić na nowe.

Tak wybitne i tak wszechstronne zalety powinny, zdawałoby się, uczynić ten rodzaj maszyn najbardziej pożądanym i rozpowszechnionym. A jednak tak nie jest, gdyż obok wybitnych zalet mają one i poważną wadę, mianowicie zbyt wielki ciężar w stosunku do swej wydajności, a co za tem idzie, są one za kosztowne tak pod względem ceny jak i eksploatacji.

Po bliższem uważnem rozpatrzeniu się we własnościach rozdrabniaczy biegunowych, powinien się znaleźć sposób usunięcia ich wad i przynajmniej utrzymania ich zalet.

Jeżeli stosunek ciężaru do wydajności tak rozstrzygającą odgrywa rolę w rozdrabniaczach biegunowych, to przede wszystkim zachodzi pytanie, od czego właściwie zależy ich ciężar i wydajność.

Wydajność i w części ciężar rozdrabniaczy biegunowych zależą: 1) od rodzaju mlewa; 2) od wymaganego stopnia rozdrobnienia; 3) od należytego podawania mlewa na maszynę; 4) od obsługi maszyny wogóle; 5) od zabezpieczenia się przed rozdrabnianiem grubszego mlewa z drobniejszem; 6) od usuwania z maszyny bezzwłocznie i zupełnie już gotowego przemiału; 7) od biegunów, to jest od ich wielkości, liczby, rozkładu, szybkości obrotu i rodzaju ich łożysk; 8) od rodzaju toru mielenia; 9) od materiału, użytego na tor i bieguny i 10) od wykonania całej maszyny.

Każdy z powyższych czynników wpływa mniej lub więcej na sprawność całej maszyny.

1) Rodzaj mlewa wpływa na wybór rodzaju materiału, z którego muszą być wykonane powierzchnie mielące, oraz na moc i trwałość tych materiałów; mlewo miękkie, pulchne i kruche wymaga nie tak wielkich i mocnych ani tak twardech biegunów i torów, jak mlewo twarde, ścisłe i lepkie, albo plastyczne.

2) Wymagany stopień rozdrobnienia, a więc jakościowa wydajność maszyny wpływa bezpośrednio na ilościową jej wydajność, gdyż zawsze bardziej się zmiele, im się mniej miele, i odwrotnie. Obok tego mniejsze lub większe rozdrobnienie wymaga odpowiednio dużego toru, mniej lub więcej dziurkowanego lub zupełnie pełnego i odpowiednio dużych biegunów, w stosownej ilości i o stosownej szybkości obrotu.

3) Podawanie mlewa na maszynę musi się odbywać równomiernie, w ilościach z góry oznaczonych; inaczej maszyna pracuje nierównomiernie, a więc już przez to samo niekorzystnie; przy nadmiernem jej obciążeniu pracą nie jest w stanie dobrze przerobić całej ilości rozdrabnianego mlewa, zużywając się przytem zanadto, a przy niedostatecznem znów jej zużytkowaniu wskutek podawania mniej mlewa, niż może przerobić, maszyna zamała miele, chociaż może więcej przemleć; jeżeli zaś mlewo jest podawane raz w zbyt dużej ilości, to znów w małej i tylko niekiedy w ilości należytej, to i wtedy aparat działa wogóle niekorzystnie, co się również źle musi odbić i na sile motorycznej, jako też na wydajności innych maszyn współpracujących.

4) Obsługa maszyny gra tak ważną rolę w sprawności jej i wydajności, że nawet najdoskonalsza maszyna na niewiele się przyda przy niedbałej i nieumiejętnej obsłudze. Kto od maszyny wymaga, aby go nie zawiodła, musi ją zawsze trzymać w należytem porządku, troskliwie smarując najodpowiedniejszymi smarami, usuwając zanieczyszczenia, dokręcając rozluźnione części, zastępując części zużyte nowymi i t. d.

5) Rozdrabniane mlewo składa się zazwyczaj z kawałków lub ziarn rozmaitej wielkości i jeżeli grubsze mlewo wgniata się podczas mielenia w drobniejsze, szczególnie przy masowem mieleniu, wówczas proces mielenia jest niezmiernie utrudniony, gdyż bieguny obracają się i działają w elastycznej, usuwającej się masie z małym skutkiem. Jest to zło dotkliwe, które daje się dotąd usunąć, z rozmaitem powodzeniem, kosztem przesiewania mlewa, bądź to na samym rozdrabniaczu, bądź też oddzielnie. W każdym jednak razie, przesiewając nawet najlepiej, nie usuwa się radykalnie złego i ponosi nadto zawsze koszta zbyt znaczne. To też powinno się właściwie tak poprowadzić proces mielenia, żeby przesiewanie nie było konieczne, t. j. żeby grubsze mlewo zawsze stykało się bezpośrednio z powierzchniami mielenia, pomimo obecności mlewa drobniejszego.

6) Mlewo gotowe powinno i może być zawsze bezzwłocznie i zupełnie usunięte z toru; inaczej zabiera miejsce mlewu rozdrabnianemu i utrudnia pracę biegunów. Z toru dziurkowanego da się mlewo gotowe usuwać bezzwłocznie i całkowicie przy dostatecznie szerokich otworach toru i dostatecznie wielkich biegunach, a z toru pełnego przy zawsze poziomem położeniu toru i przy stosownych zgarniaczach.

7) Wielkość biegunów jest określona wogóle przez ich szerokość i średnicę, przyczem ich ciężar da się do pewnego stopnia dowolnie zmieniać w granicach tych dwóch wymiarów; należy tylko mniej lub więcej wypełnić zazwyczaj puste wnętrza biegunów, używając do tego ołowiu lub jakiegokolwiek innego stosownego materiału. Im biegun jest cięższy, tem więcej i lepiej rozdrabnia. Dlatego też jest najczęściej wskazanem robić od razu jaknajcięższe bieguny w granicach ich szerokości i średnicy.

Szerokość biegunów zależy od ilości przerabianego mlewa i zarazem od wymaganego stopnia rozdrobnienia; bieguny

szerokie są w stanie uchwycić na raz dużo mlewa i energiczniej go rozdrobnić, niż bieguny wąskie. Kręgi toru, coraz dalsze od środka, są coraz większe, wskutek czego i bieguny, po nich się toczące, przebywają w różnych swoich punktach różnej długości drogi; podczas gdy z tego powodu obiegowa prędkość biegunów i obrotowa prędkość ruchomych torów wzrasta odśrodkowo, wtedy prędkość obrotowa samych biegunów pozostaje zawsze jedna i ta sama wszcz całego bieguna; ta różnica prędkości między ruchem obiegowym i obrotowym dwóch mielących powierzchni, wywołuje ślizganie się biegunów w kierunku obwodu toru, obok toczenia się w bliskości środka. Toczenie się biegunów po mlewie rozdrabnia mlewo przez rozbijanie, rozgniatanie i rozłupanie lub rozcinanie, ślizganie się zaś bieguna po mlewie powoduje rozcieranie, rozrywanie lub rozdzieranie mlewa. Tak więc mlewo podlega jednocześnie różnorodnemu rozdrobieniu, tem skuteczniejszemu, im bardziej wzrasta ruch ślizgawkowy, czyli im szersze są bieguny. Dlatego należy zawsze robić o ile można szerokie bieguny.

Szerokość bieguna daje pierwszą podstawę do obliczenia wydajności biegunów, a więc i całej maszyny. Gdy znana jest szerokość bieguna i długość drogi, przez niego przebieżonej w jednostce czasu, wtedy przy wymaganym stopniu rozdrobnienia ostatecznego ma się wszystkie trzy współczynniki, określające objętość mlewa, przez ten biegun rozdrabnianego. Ażeby przy danej szerokości i prędkości obrotowej bieguna osiągnąć wymagany stopień rozdrobnienia, należy ciężar tego bieguna odpowiednio unormować przez należyte obciążenie i nadanie mu w tym celu dostatecznie wielkiej średnicy.

Średnica bieguna jest zależna nie tylko od stopnia potrzebnego obciążenia bieguna, ale również i od wielkości i ślizkości podsuwanego mlewa i musi być tem większa, im mlewo podchodzi pod biegun w większych ilościach i kawałkach lub ziarnach i im bardziej jest śliskie, im trudniej zatem uchwytne. Powierzchnie obie mielące, tak toru jak i bieguna, tem pewniej chwytają i wciągają mlewo, im mniejszy jest ich kąt uchywu, czyli im mniej wypukła jest powierzchnia bieguna. Wypukłość biegunów maleje ze wzrostaniem ich średnic. O ile wypuklejsze bieguny trudniej chwytają mlewo, o tyle skuteczniej je rozdrabniają, jak tylko zdołają pod siebie wciągnąć, gdyż łatwiej im wtłoczyć się w mlewo, niż mniej wypukłym biegunom. Z tego wypada, że średnice biegunów należy robić o tyle tylko duże, o ile wymaga tego ciężar biegunów i ich zdolność pochwylenia mlewa, starając się w tych granicach dawać biegunom jaknajmniejsze średnice.

Zazwyczaj wszystkie bieguny mają jedną i tę samą średnicę i szerokość; a jeżeli w niektórych nowszych rozdrabniaczach i są pod tym względem pewne różnice, to nieznaczne i nieodpowiednie; a tymczasem tylko pierwszy biegun, pod który najpierw doprowadza się mlewo, ma do uchwycenia i zapoczątkowania rozdrobnienia materiał w grubszych kawałkach lub ziarnach; każdy następny biegun otrzymuje mlewo już łatwiejsze do uchwycenia, drobniejsze i coraz bardziej rozplaszczone. Praktykowane dotąd powszechnie zgarnianie rozplaszczanego mlewa, wychodzącego z pod jednego bieguna pod drugi, jest szczerem utrudnieniem mielenia przez niepotrzebne jego pogrubianie i zmusza naturalnie do nadawania wszystkim biegunom jednakowej wielkości, a przez to tak biegunom jak i całej maszynie nadmiernie wielkiego ciężaru. Czyż nie lepiej, zamiast pogrubiać tak fatalnie mlewo rozplaszczane, poszerzać coraz bardziej same bieguny?! A wtedy jednocześnie da się stopniowo zmniejszać i średnice i, co za tem idzie, ciężar zbyteczny biegunów i całej zatem maszyny. W ten sposób zmniejsza się ciężar maszyny i jednocześnie podnosi jej wydajność, gdyż szersze bieguny o mniejszych średnicach energiczniej pracują, tembardziej, jeżeli je w granicach tych dwóch wymiarów należyście obciążymy; wtedy to obciążenie wyjdzie tylko na korzyść wydajności, zamiast, jak dotąd, na szkodę.

Coraz bardziej rozplaszczane mlewo przez stopniowe szersze i niższe bieguny przebiega je kolejno aż do ostatecznego rozdrobnienia, a więc tylko raz jeden jedyny! Nasuwa się tu od razu pytanie, czy takie stopniowe rozdrabnianie da się praktycznie z korzyścią przeprowadzić i czy czasem nie za wiele biegunów będzie potrzeba dla osiągnięcia pożądanego mielenia.

Ilość biegunów jest zależna od wymaganego stopnia rozdrobnienia, lecz daje się zredukować do liczby dogodnej przez należyta ich wielkość i prędkość obrotową, jako też przez zastosowanie odpowiednich torów.

Prędkość obrotowa biegunów zmniejsza się w miarę zwiększania się ich średnicy, naturalnie przy jednej i tej samej ilości obrotów wału głównego. Im prędzej się biegun obraca, tem więcej i energiczniej rozdrabnia mlewo. Jest więc rzeczą pożądaną nadawać biegunom możliwie dużą ilość obrotów w jednostce czasu.

System stopniowego rozdrabniania mlewa od razu wskazuje najwłaściwszy rozkład biegunów na torze, mianowicie ustawienie biegunów coraz mniejszych kolejno poza większymi. W wielu dotychczasowych rozdrabniaczach bieguny zestawione są na torze bez żadnego ładu i składu, węższe po szerszych, wysokie po niższych, ciężkie po lżejszych.

Łożyska biegunów też grają niepoślednią rolę w sprawności biegunów. Jednostronnie zamocowane w łożyskach bieguny nie mogą być tak prędko obracane, jak bieguny, ustawione obustronnie w łożyskach. Łożyska korbowe pozwalają biegunom swobodnie podnosić się i opadać równomiernie na całej ich szerokości, niezależnie od miejsca, w którym je mlewo podniosło, a tem samem oddziaływać na mlewo całym ciężarem, dzięki czemu i robota takich biegunów jest skuteczniejsza, zużywanie się zaś równomierniejsze. Natomiast bieguny, umieszczone w łożyskach zwyczajnych bez korb, tylko wtedy podnoszą się całe i równomiernie, gdy mlewo znajduje się na środku ich toru, lub też gdy mlewo równą warstwą wszcz bieguna przechodzi. W każdym razie bieguny winny być tak urządzone, aby zawsze mogły się swobodnie podnosić przy przejściu pod nimi bądź to mlewa, bądź też obcych ciał twardych, znajdujących się często w mlewie; w ten sposób zapobiega się uszkodzeniom maszyny i potrzebie jej wstrzymywania podczas roboty.

8) Tory dla biegunów mogą być dziurkowane, pełne i tylko częściowo dziurkowane; mogą się obracać lub być nieruchome. Jeżeli mlewo musi być przerabiane na dwóch lub więcej torach, to takie tory mogą pracować oddzielnie, jako samodzielne aparaty każdy ze swoim własnym popędem, lub też mieć jeden wspólny popęd i pracować jeden nad drugim, nasadzone na jeden wspólny wał pionowy.

Wielkość toru jest zależna od wielkości i ilości biegunów.

Tory dziurkowane są utworzone zazwyczaj z pojedynczych, łatwo wymiennych płyt rusztowych, a więc ze szczelinami podłużnymi. Im szersze szczeliny, tem więcej mlewa da się przez nie przetłoczyć. Granicę ich szerokości maksymalnej stanowi wytrzymałość toru, a minimalny stopień możliwości przetłaczania mlewa bez zapychań i zatykań się mlewa.

Tor, z rusztów ułożony, ma sobie właściwe wybitne zalety. Na takim torze znajdujące się mlewo łatwiej daje się uchwycić biegunom z powodu wgłębień i krawędzi, przytrzymujących mlewo na miejscu. Dzięki temu ułatwieniu można zmniejszyć średnicę biegunów, a więc i wysokość całej maszyny, robiąc ją przez to przystępniejszą. Nadto krawędzie rusztów rozcinają i rozłupują mlewo, przyspieszając i w ten sposób przebieg mielenia. Rozdrobnione na torze z rusztów mlewo wychodzi z pod biegunów i toru równomierniej jakościowo i ilościowo, niż przy narzucaniu na maszynę, wskutek czego łatwiej je dalej można przeprowadzać i przerabiać. Jeszcze jedną ważną zaletę wykazują tory dziurkowane, mianowicie nie przepuszczają dalej z przetłoczonym mlewem obcych, grubszych ciał twardych, które mogłyby w innych aparatach spowodować uszkodzenia.

Wydajność torów z rusztów jest jednak ściśle ograniczona jakościowo, gdyż tory te rozdrabniają w granicach szerokości swoich szczelin, a więc nigdy w całości na proszek. Wprawdzie pewna część mlewa miele się przytem nawet zupełnie, dzięki pełnym powierzchniom rusztu między szczelinami, ale to w tak małej ilości w stosunku do przerabianego mlewa, że nie może to być brane w rachubę. To też tory z rusztów używane są z wielką korzyścią tylko do rozdrabniania z gruba, lub też do pewnego stopnia więcej lub mniej na orzeszek lub ziarna. Przy masowem przerabianiu grubego mlewa na drobniejsze najlepiej jest stosować dwa lub więcej torów z rusztów o coraz węższych szczelinach, zwłaszcza wtedy, gdy mlewo jest bardzo twarde, ściśle i wogóle trudne do roz-

drobnienia. Szczególnie zaś korzystne są tory z rusztów w tych wypadkach, gdy takie mlewo ma być doprowadzone do możliwie zupełnego zmielenia na proszek; wówczas tory z rusztów znakomicie przyspieszają zmielenie, pracując przygotowawczo dla torów pełnych, jedynie podatnych do masowego i zupełnego zmielenia materiałów, nigdy pod tym względem nie zawodzących, byleby tylko początkowe rozdrobnienie na torach dziurkowanych było dostateczne, a bieguny na torach pełnych odpowiadały wyżej wyszczególnionym warunkom. Pełna powierzchnia całego toru zapewnia mlewu w każdym punkcie zetknięcia nieugięte oparcie i dlatego umożliwia biegunom, zwłaszcza bardzo wypukłym, przeciskanie się przez mlewo aż do głębi i doszczętne zburzenie nawet drobnitkich kawałków i ziarn.

Tory, tylko częściowo pełne, a zresztą dziurkowane, mają o tyle tylko jakiś sens, o ile z góry nie oczekuje się od nich wiele tak pod względem jakościowym jak i ilościowym; ale i wtedy nie mogą być w żaden sposób, nawet najlepiej działając, tak korzystne, jak tory zupełnie dziurkowane i zupełnie pełne¹⁾.

Nieruchome tory są wogóle lżejsze o wiele od torów obracających się, zarazem jednak są również o wiele mniej produkcyjne; tłumaczy się to tem, że bieguny, obiegające tor

¹⁾ Dziwnem się wydaje, że nikt dotąd nie wpadł na myśl ustawienia torów dziurkowanych i pełnych na jednym wale, jedne nad drugimi, co przecież zapewnia najkorzystniejsze rozdrabnianie. Pochodzi to jednak stąd, że takie urządzenie jest celowe i korzystne tylko przy stopniowym rozdrabnianiu jednorazowym.

nieruchomy, nigdy nie mogą być tak prędko obracane, jak bieguny, trzymane na jednym miejscu na torach ruchomych.

Rozkład torów, dla siebie wspólnie pracujących, musi być taki, aby przebieg mielenia odbywał się swobodnie na najkrótszej i najmniej zawilej drodze. W większości wypadków najlepiej jest umieszczać w takich razach tory piętrowo jeden nad drugim, około wspólnej osi głównej, ze wspólnym dla wszystkich popędem, przy czem oczywiście tory z rusztów winny być ustawione ponad torami pełnymi.

9) Jeżeli żądamy od maszyny rozdrabniającej wiele pod względem wydajności, trwałości i sprawności, wówczas materiał, z którego ma powstać, musi być w najlepszym gatunku i najodpowiedniejszy.

10) Budowa maszyny, zaspakajającej powyższe wysokie żądania, musi być prowadzona z dużą znajomością rzeczy przez bardzo doświadczonego fabrykanta, posiadającego przytem środki wszelkie do należytego wykonania tak mniejszych, jak i większych części składowych maszyny, ściśle według wymagań nauki i sztuki. Rozdrabniacz biegunowy nowego systemu, o stopniowym rozdrabnianiu, stanowi jedną całość organiczną, której pojedyncze organy znajdują się w ścisłym wzajemnym stosunku, bynajmniej nie dowolnym i nadto zależnym od rodzaju mlewa, wymaganego stopnia rozdrobnienia i z góry oznaczonej wydajności ilościowej. Tylko doświadczony i solidny fabrykant jest w stanie uwzględnić te własności maszyny w zupełności, a wówczas taka maszyna nie będzie miała w swej budowie nic nadto ani za mało i sowiecie opłaci w robocie kosztu nabycia i eksploatacyi.

(D. n.).

Obliczenie lin drucianych, pracujących na ciągnięcie.

Napisał H. Czopowski, inżynier.

(Ciąg dalszy; p. № 2 r. b., str. 13).

Obliczenie lin, posiadających włókna wielokrotnie skręcone. W przekroju włókna dwukrotnie skręconego występuje siła S' i działa ona w kierunku stycznej, przyłożonej w dowolnym punkcie danego włókna. Siła ta wywołuje w osi skręcenia danego włókna (por. wyżej określenie osi skręcenia włókna wielokrotnie skręconego) siłę S'' .

Kierunki sił S' i S'' zawierają między sobą kąt β'' . W każdym przekroju liny, siły S' i S'' muszą zachowywać między sobą równowagę; warunki równowagi są też same co dla sił P i S' poprzednio obliczonych, nie powtarzając więc tego rachunku, możemy skorzystać ze wzorów już gotowych (10) i (13); należy tylko w tych wzorach podstawić: długość włókna raz skręconego przez długość osi włókna dwa razy skręconego, t. j. $l = l'$; następnie uczynić $l' = l''$, $P = S'$, $S' = S''$, μ wydłużenie liny w kierunku P zamienić przez μ' , t. j. przez wydłużenie w kierunku S' .

Po podstawieniu we wzór (10), otrzymamy:

$$\mu_k' = \frac{1}{\cos^2 \beta_k''} \cdot \frac{S_k'' l_k'}{f_k E_k} \dots \dots \dots (15);$$

ponieważ $l' = \frac{l}{\cos \beta'}$, przeto:

$$\mu_k' = \frac{1}{\cos^2 \beta_k'' \cdot \cos \beta_k'} \cdot \frac{S_k'' l}{f_k E_k} \dots \dots \dots (16);$$

również dobrze będzie, pomnożywszy licznik i mianownik przez $\cos \beta_k''$:

$$\mu_k' = \frac{1}{\cos \beta_k' \cdot \cos^3 \beta_k''} \cdot \frac{l}{f_k E_k} \cdot S_k'' \cdot \cos \beta_k'' \dots \dots \dots (17),$$

lub też jak wyżej uczyniono:

$$\mu_k' = \frac{l \sum S_k'' \cos \beta_k''}{\cos \beta_k' \sum \cos^3 \beta_k'' \cdot f_k \cdot E_k} \dots \dots \dots (18);$$

zauważymy, że na zasadzie wzoru (14):

$$\mu' = \mu \cos \beta'$$

po podstawieniu, zamiast równania (16) otrzymamy:

$$\mu = \frac{1}{\cos^2 \beta_k' \cdot \cos^2 \beta_k''} \cdot \frac{S_k'' l}{f_k E_k} \dots \dots \dots (19)$$

i zamiast (18):

$$\mu = \frac{l \sum S_k'' \cos \beta_k''}{\cos^2 \beta_k' \sum \cos^3 \beta_k'' \cdot f_k \cdot E_k} \dots \dots \dots (20).$$

We wzorze (20) licznik przedstawia sumę sił składowych, działających w kierunku osi włókna dwa razy skręconego; ażeby otrzymać składowe siły równoległe do osi samej liny, należy licznik a więc i mianownik, ażeby wartości nie zmienić, pomnożyć przez $\cos \beta'$; z (20) wtedy otrzymamy:

$$\mu = \frac{l \cos \beta' \sum S'' \cos \beta''}{\cos^3 \beta' \sum \cos^3 \beta'' \cdot f \cdot E'}$$

również dobrze:

$$\mu = l \frac{\sum \cos \beta' \sum S' \cos \beta''}{\sum \cos^3 \beta' \sum \cos^3 \beta'' \cdot f \cdot E} \dots \dots \dots (21).$$

Ponieważ μ z (21) równać się musi w danej linie wielkości μ z równania (12), przeto μ będzie także równe sumie liczników i mianowników tych równań, t. j.:

$$\mu = l \frac{\sum S' \cos \beta' + \sum \cos \beta' \sum S'' \cos \beta''}{\sum \cos^3 \beta' \cdot f \cdot E + \sum \cos^3 \beta'' \sum \cos^3 \beta'' \cdot f \cdot E} \dots \dots \dots (22).$$

Licznik tego równania przedstawia sumę rzutów na oś liny, sił występujących we wszystkich włóknach danej liny; suma tych składowych musi być $= P$, otrzymujemy zatem ostatecznie wzór na wydłużenie liny, posiadającej raz i dwa razy skręcone włókna:

$$\mu = \frac{P \cdot l}{\sum \cos^3 \beta' \cdot f \cdot E + \sum \cos^3 \beta'' \sum \cos^3 \beta'' \cdot f \cdot E} \dots \dots \dots (23).$$

Równanie to posiada wszystkie wiadome wielkości i służy do obliczenia wielkości μ ; po obliczeniu tego ostatecznego zapomoćą równań (10) i (19) otrzymamy naprężenia we wszystkich włóknach danej liny.

Ażeby przejść do równań dla lin posiadających trzy-

krotnie skręcone włókna, należy w równanie (21) podstawić: $S'' = S'''$.

$$\mu = \mu'; l = l'; \beta' = \beta''; \beta'' = \beta''' \text{ i t. d. } \quad (24)$$

i zauważwszy, że

$$\mu' = \mu \cos \beta', \text{ oraz } l' = \frac{l}{\cos \beta'}$$

otrzymamy z (21):

$$\mu = l \frac{\Sigma \cos \beta'' \Sigma S''' \cos \beta'''}{\cos^2 \beta' \Sigma \cos^3 \beta'' \Sigma \cos^3 \beta''' f E} \quad (25)$$

Dalsze postępowanie jest jak poprzednie dla włókien 2 razy skręconych, t. j. mnoży się licznik i mianownik przez $\cos \beta'$ i bierze się sumę wszystkich tych liczników i mianowników; wyraz w ten sposób otrzymany jest równy μ . Ta wielkość μ musi być równa μ z równania (22), możemy więc dla μ wypisać wzór z sumy liczników i mianowników; licznik ostatnio utworzonego wzoru przedstawiać będzie sumę rzutów na oś liny naprężeń występujących we wszystkich włóknach danej liny, a że suma tych składowych równa się P , przeto otrzymamy wydłużenie się liny, posiadającej włókna trzykrotnie skręcone, jak następuje:

$$\mu = \frac{P \cdot l}{\Sigma \cos^3 \beta_k' f_k' E_k' + \Sigma \cos^3 \beta_k'' \Sigma \cos^3 \beta_k''' f_k'' E_k'' + \Sigma \cos^3 \beta_k'' \Sigma \cos^3 \beta_k''' \Sigma \cos^3 \beta_k'''' f_k''' E_k'''} \quad (26)$$

Równanie powyższe (26) da się w więcej zwężonej formie przedstawić, jeżeli uprzytomnimy sobie, iż każde włókno o pewnym skręceniu może być uważane za włókno o większym skręceniu, jeżeli odpowiednie $\beta = 0$; równanie przeto (26) da się przedstawić w następującej ogólnej formie:

$$\mu = \frac{P \cdot l}{\Sigma \cos^3 \beta_k' \Sigma \cos^3 \beta_k'' \Sigma \cos^3 \beta_k''' f_k''' E_k'''} \quad (27)$$

gdzie k należy kolejno przyrównywać od 1 do i .

Ponieważ mianownik wzoru (27) jest wielkością stałą dla danej liny, przeto oznaczmy:

$$\frac{1}{\Sigma \cos^3 \beta_k' \Sigma \cos^3 \beta_k'' \Sigma \cos^3 \beta_k''' f_k''' E_k'''} = \mu_0 \quad (28)$$

Podstawiając w (27), otrzymamy:

$$\text{wydłużenie liny: } \lambda = \mu = \mu_0 \cdot P \cdot l \quad (29)$$

Dla obliczenia S'' należy podstawić w równanie (19):

$$\mu = \mu', \beta' = \beta'', \beta'' = \beta''', l = l',$$

a następnie:

$$\mu' = \mu \cdot \cos \beta'; l' = \frac{l}{\cos \beta'}$$

to otrzymamy:

$$\mu = \frac{1}{\cos^2 \beta_k' \cdot \cos^2 \beta_k'' \cdot \cos^2 \beta_k'''} \cdot \frac{S_k l}{f_k E_k} \quad (30)$$

Oznaczamy:

$$\cos^2 \beta_k' \cdot \cos^2 \beta_k'' \cdot \cos^2 \beta_k''' = \mu_k \quad (31)$$

po podstawieniu w (30):

$$\mu = \frac{1}{\mu_k} \cdot \frac{S_k l}{f_k E_k} \quad (32)$$

Z (29) i (31) otrzymamy:

$$\sigma_k = \frac{S_k}{f_k} = P \cdot \mu_0 \cdot \mu_k \cdot E_k \text{ kg/mm}^2 \quad (33)$$

Ażeby więc obliczyć naprężenia we włóknach danej liny, należy najpierw z równ. (28) obliczyć μ_0 , które jest zależne od budowy liny i materiału, z jakiego jest ona zrobiona, następnie należy obliczyć μ_k z równ. (31) dla włókna, którego naprężenie chcemy obliczyć; μ_k zależne jest od układu geometrycznego danego włókna, bez względu na materiał. Trudność rachunkowa polegać może na obliczeniu μ_0 z równania (28) i μ_k z równania (31). Uprzystępnijmy więc te wzory, stosując przykłady, spotykane w praktyce.

Dla liny np., w której każda grupa włókien, posiadająca toż samo skręcenie, posiada też same przekroje i kąt nachylenia względem swych osi, otrzymamy ze wzorów (28) i (31):

$$\mu_0 = \frac{1}{i^0 f^0 E^0 + i^1 f^1 E^1 \cos^3 \beta' + i^2 f^2 E^2 \cos^3 \beta'' \cdot \cos^3 \beta'' + i^3 f^3 E^3 \cos^3 \beta''' \cdot \cos^3 \beta''' \cdot \cos^3 \beta'''} \quad (34)$$

$$\mu_k = \cos^2 \beta' \cdot \cos^2 \beta'' \cdot \cos^2 \beta''' \quad (35);$$

$$\text{dla drutów raz skręconych: } \mu' = \cos^2 \beta' \quad (36),$$

$$\text{„ „ dwa razy „ } \mu'' = \cos^2 \beta' \cdot \cos^2 \beta'' \quad (37),$$

$$\text{„ „ trzy „ „ } \mu''' = \cos^2 \beta' \cdot \cos^2 \beta'' \cdot \cos^2 \beta''' \quad (38).$$

Jeżeli jeszcze przyrównamy:

$$\beta' = \beta'' = \beta''' = \beta_k = \beta \text{ średnie,}$$

to otrzymamy zamiast (34), (35), (36), (37):

$$\mu_0 = \frac{1}{i^0 f^0 E^0 + i^1 f^1 E^1 \cdot \cos^3 \beta_k + i^2 f^2 E^2 \cdot \cos^6 \beta_k + i^3 f^3 E^3 \cdot \cos^9 \beta_k} \quad (39)$$

$$\mu_k' = \cos^2 \beta_k; \mu_k'' = \cos^4 \beta_k; \mu_k''' = \cos^6 \beta_k \quad (40)$$

Wzory (39) i (40) są dla praktyki zupełnie przystępne, zastosowanie ich pokażę niżej, tymczasem zajmę się ogólniejszymi wnioskami z wyprowadzonych wzorów, mianowicie zajmę się stosunkiem sprężystości lin o rozmaitych skręceniach, jak również stosunkiem naprężeń.

W ogóle jako miarę sprężystości można przyjąć wydłużenie przy obciążeniu $P = 1$, długości $l = 1$, $f = 1$; obliczę więc μ_0 (gdyż μ_0 wyraża wydłużenie się liny przy $P = 1$, $l = 1$) przyjmując, iż $\Sigma f = i^0 f^0 + i^1 f^1 + i^2 f^2 + i^3 f^3 = 1$; $E^0 = E^1 = E^2 = E^3 = E$, oraz wprowadzam do rachunku β_k .

Ze wzoru więc (39) otrzymamy, po podstawieniu: dla lin posiadających włókna wyłącznie

$$\text{proste, (t. j. dla pręta) } (\mu_0)_0 = \frac{1}{E},$$

$$\text{raz skręcone } (\mu_0)_1 = \frac{1}{E} \cdot \left(\frac{1}{\cos^3 \beta_k} \right),$$

$$\text{dwa razy skręcone } (\mu_0)_2 = \frac{1}{E} \cdot \left(\frac{1}{\cos^3 \beta_k} \right)^2,$$

$$\text{trzy „ „ } (\mu_0)_3 = \frac{1}{E} \cdot \left(\frac{1}{\cos^3 \beta_k} \right)^3 \text{ i t. d.}$$

Stosunek więc sprężystości lin o większym skręceniu włókien rośnie w stosunku geometrycznym, którego wykładnik = $\frac{1}{\cos^3 \beta_k} > 1$, a więc sprężystość lin o większym skręceniu zwiększa się w stosunku potęg skręcenia włókien. Stosunek ten odgaduje (mówię odgaduje, gdyż nie przytacza zasady, na podstawie której to twierdzi) prof. JOSEF HRABAK w dziele „Die Drahsseile“ str. 117, stara się on odnaleźć ten wykładnik jako wielkość stałą dla wszystkich lin, tymczasem teoretycznie wykładnik taki egzystuje tylko dla lin, posiadających włókna wyłącznie o pewnym stałym skręceniu. W praktyce do takich lin zbliżają się najwięcej liny, posiadające dusze konopne, gdyż wtedy dusze te, jako włókna, ze względu na bardzo małą wielkość E , można nie brać pod uwagę. Dla lin zaś z duszami metalowymi należy posługiwać się wzorem (39), jako wzorem ogólnym. Prof. J. HRABAK w cytowanym dziele na str. 192 przytacza stosunek współczynników sprężystości dla lin nowych od 0,60 do 0,612, oraz dla lin będących w użyciu 0,77. Współczynniki te są odwrotnymi wielkościami $q_m = \frac{1}{\cos^3 \beta_k}$, czyli, winno być w pierwszym wypadku $\cos^3 \beta_k = 0,612$, czyli $\beta = 32^\circ$, w drugim zaś przypadku $\cos^3 \beta_k = 0,77$, czyli $\beta_k = 24^\circ$. Prof. J. HRABAK nie podaje wielkości kątów β , ani też układu lin, z którymi robił doświadczenia, trudno więc twierdzić w danym razie o zgodności rezultatów, otrzymanych z rachunku i z doświadczeń; można jedynie twierdzić, iż rezultaty nie są nie tylko sprzeczne, lecz są bardzo zbliżone, szczególnie gdy zauważymy, iż w nowych linach kąt β jest większy, niż w linach będących w użyciu, gdyż w linie nowej włókna są jeszcze sztywne, nie ułożone ściśle, sprężystość więc takich lin zdaje się być większa; z tych także powodów lina taka daje dosyć

znaczne wydłużenia¹⁾ trwałe, jak również zwięzienia przekroju liny. Odkształcenia te występują naturalnie podczas obciążenia początkowo bardzo szybko, a następnie coraz wolniej, tak, iż potrzeba pewnego czasu, nim się włókna „ulożą”. Odkształcenia te dają w rezultacie zmniejszenie się kąta β , a stąd i zmniejszenie się sprężystości liny. Wywody te zostają potwierdzone stosunkiem współczynników 0,6 i 0,77, które odpowiadają kątom dla lin nowych 32° i dla lin będących w użyciu 24°, choć są to cyfry średnie, stosunek ich jednakże można przyjąć za charakteryzujący stan rzeczy. Na różnicę sprężystości lin nowych i będących w użyciu wpływa jeszcze zmiana naprężeń we włóknach, która to zmiana wpływa na zmniejszenie się sprężystości samego materiału. Zajmę się jeszcze wzorem (33) i zauważę, iż μ_0 dla danej liny jest wielkością stałą; μ_1 zależne jest tylko od wielokrotności skręceń danego włókna i kątów β ; dla wszystkich więc włókien o pewnym skręceniu w danej lince, naprężenie jest wielkością

¹⁾ Julius Diviš (Oester. Z. f. B. u. H. 1900, № 44) znalazł tę wielkość, dochodzącą do 1% długości liny.

stałą; ilość więc niewiadomych, które należy określić, redukuje się do kilku, co rachunek ogromnie upraszcza; wprowadzamy więc do rachunku tylko wielkości σ'' , σ' , σ''' oraz σ''' . Stosunek naprężeń we włóknach danej liny wyniknie z równania (33):

$$\frac{\sigma'''}{\sigma''} = \cos^2 \beta''', \quad \frac{\sigma''}{\sigma'} = \cos^2 \beta'', \quad \frac{\sigma'}{\sigma_0} = \cos \beta'.$$

Wprowadzając średnią wielkość dla kąta $\beta = \beta_0 = 18^\circ$, $\cos^2 18^\circ = 0,904$, otrzymamy stosunek naprężeń, który da się wyrazić w następujący sposób: gdy w danej lince znajdują się włókna z różnym stopniem skręcenia, to naprężenia we włóknach o mniejszym skręceniu są większe w przybliżeniu o 10%.

Naprężenie więc występujące w duszy liny (druć prosty) jest o $\sim 30\%$ większe, niż we włóknach o potrójnym skręceniu w tejże lince; o $\sim 20\%$ większe niż we włóknach o podwójnym skręceniu i o $\sim 10\%$ większe, niż we włóknach o jednym skręceniu.

(D. n.)

DROGI ŻELAZNE W WARSZAWIE.

Przez Adama Świętochowskiego, inżyniera.

(Ciąg dalszy; p. № 2 r. b., str. 14).

Drugi poważny zarzut, dający się słyszeć dość często, jest ten, że droga żelazna, przechodząca przez miasto, szkodzi mu i psuje jego wygląd estetyczny, nowa więc projektowana w Warszawie linia, łącząca drogi żelazne praskie z dr. ż. Warszawsko-Wiedeńską, powinna, według zdania oponentów, przejść poza miastem, od strony południowej, nie mającej dotąd wcale komunikacji kolejowej normalnego typu.

Widzieliśmy jednak na szeregu przykładów dróg żelaznych w dużych miastach za granicą, że ogólnym dążeniem w rozwoju miast i dróg żelaznych jest bezpośrednio zbliżyć ich do dworców, a nawet połączyć ich wzajemnie liniami średnicowymi, przechodzącymi przez środek miasta, na czym nie traci wygoda mieszkańców, a miasta przyozdabiają się nieraz nowymi dziełami sztuki inżynierskiej i budowlanej. Ostatnio naprzykład wybudowane przedłużenie dr. ż. Orleańskiej w Paryżu nie przynosi ludności najmniejszej niedogodności, bo podziemna linia kolejowa nie uszczupla wcale istniejących ulic, nie daje żadnego hałasu i z powodu popędu elektrycznego nie daje dymu ani pary. Nowy zaś dworzec na Quai d'Orsay stanowi prawdziwą ozdobę miasta, nie mówiąc już o jego korzyściach pod względem komunikacyjnym.

Przeciwnie, przeprowadzenie nowego połączenia kolejowego pomiędzy drogami żelaznymi obu brzegów Wisły przez południowe krańce miasta, stworzyłoby coś w rodzaju istniejącej już Obwodowej, t. j. linię przydatną dla ruchu towarowego i wreszcie dla osobowego przejściowego, gdyż dla podróżnych przejeżdżających około 10 wiorst drogi i pół godziny czasu nie ma żadnego znaczenia, ale linia taka dla ruchu podmiejskiego byłaby bardzo nieodpowiednią.

Tymczasem wytworzenie ruchu kolejowego podmiejskiego, pozwalającego na zaludnienie okolic, leżących poza pasem fortecznym, jest dla Warszawy, jak widzieliśmy, rzeczą niezmiernie ważną, która musi w swoim czasie nastąpić i którą projekt przebudowy węzła kolejowego powinien być koniecznym przewidzieć. Wreszcie dr. ż. obwodowa południowa musiałaby być przeprowadzona tak samo jak i północna, albo przez sam pas forteczny, albo tuż obok niego, t. j. przez miejscowości, których rozwój, z powodu przepisów fortecznych, jest bardzo ograniczony, a więc nawet dla tych miejscowości nowa linia nie mogłaby mieć wielkiego znaczenia.

Były także propozycje umieszczenia projektowanego dworca centralnego w Warszawie, nie na miejscu istniejącego dworca drogi Wiedeńskiej, jak chcą wskazówki ministerjalne, ale na krańcach miasta: obok Cytadeli, za rogatką Jeruzolimską, albo nad Wisłą, w miejscu budującej się obecnie stacyi elektrycznej.

Propozycje te przeczą zasadniczym pojęciom o rozwoju i udoskonaleniu dróg żelaznych w dużych miastach, które tu staraliśmy się zebrać i wyłożyć.

Inne zarzuty, a mianowicie: przecięcie projektowanym tunelem kolejowym kanałów miejskich na ulicach Nowy Świat i Marszałkowskiej i konieczność urządzenia w tem miejscu syfonów—budowa wspólnego mostu na Wiśle nawprost Alei Jeruzolimskiej dla kolei i ruchu ulicznego, albo dwóch mostów obok siebie—znaczne zagłębienie pod poziomem ulic chodników kolejowych w dworcu centralnym, wynoszące około 8 m — i tym podobne, odnoszą się już tylko do strony technicznej samego projektu.

Zarzuty te przy opracowywaniu projektu w zarządach dróg żel. miejscowych były rozpatrywane bardzo szczegółowo, dowodem czego służą liczne rysunki, objaśnienia i obliczenia, dołączone do całkowitego projektu, przedstawionego do zatwierdzenia. Nie wdając się obecnie w rozbiór tych zarzutów, ani ich objaśnienie, przedstawionych przez projektodawców, co mogłoby stanowić dla każdej poruszanej kwestyi oddzielną monografię, lecz tylko opierając się na licznych wzorach tego rodzaju robót wykonanych już gdzieindziej, możemy twierdzić z całą ufnością, że trudności wskazane tymi zarzutami dadzą się przewyciężyć i w Warszawie.

Z drugiej strony projekt Zarządów dróg żelaznych warszawskich odznacza się wielu zaletami, z których główne wyliczymy w krótkości.

- 1) Ruch osobowy oddzielony od towarowego.
- 2) Pierwszy skierowany do środka miasta, a drugi na jego krańce.
- 3) Prócz środkowej dzielnicy, która korzysta z dużego dworca centralnego, komunikację kolejową we wszystkich kierunkach posiadają jeszcze: bezpośrednią—dzielnica wschodnia i zachodnia (przez dworzec Czyste i Praga) i pośrednią—dzielnice północne (pociągami osobowymi miejskimi, jakie mają kursować po linii Obwodowej i Centralnej, o czym niżej).
- 4) Stacje towarowe są znacznie rozszerzone i wszystkie zaopatrzone w tory obu szerokości: rossyjskiej i normalnej.
- 5) Pod względem eksploatacyi projektowany układ odznacza się jasnością i prostotą. Dworce osobowe są wszystkie typu przejściowego, a zatem łatwe do obsługi, czynność nieekonomiczna podstawiania do dworców próżnych pociągów osobowych sprowadzona jest do minimum, wreszcie zorganizowana jest wymiana wozów towarowych pomiędzy oddzielnymi liniami i różnymi stacyami.
- 6) Jeśli do projektu tego zastosujemy wnioski ogólne, wyprowadzone poprzednio o drogach żelaznych w dużych miastach zagranicznych, to przekonamy się, że układ projektowany dla Warszawy odpowiada idealnemu układowi zarówno co do linii swych, jak i stacyi, z tem tylko zastrzeżeniem, że narazie ma być wykonana jedna linia średnicowa i jedna połowa linii obwodowej, a dwie drugie linie mogą być wykonane w przyszłości.

Wynika stąd, że rozpatrywany projekt może zaspokoić wszystkie potrzeby ruchu kolejowego nie tylko obecne, ale i te, które powstaną wtedy, gdy Warszawa stanie się wielkiem milionowem miastem.

Całkowity projekt przebudowy węzła kolejowego w Warszawie w roku 1901 był przedstawiony do Ministerium Komunikacji. Po rozpatrzeniu go w Zarządzie Głównym dróg żelaznych i w Radzie Inżynierskiej uzyskał ostatecznie zatwierdzenie p. Ministra Komunikacji w marcu r. 1903 w całej swej rozciągłości, z wprowadzeniem do projektu tylko tych zmian, jakie będą uznane za właściwe dla porządku wykonywania jednych robót za drugimi.

Dalsze losy projektu zależą teraz od wyjednania fundusów potrzebnych na jego wykonanie. Jest to sprawa nie łatwa wobec wysokości żądanej sumy. Mając jednak na uwadze, że przeciętny wydatek roczny nie osiągnie 3-ech milionów rubli i, że ostatnimi czasy przystąpiono w Państwie Rosyjskiem do wykonania kilku tego rodzaju wielkich robót kolejowych, jak np. do budowy drogi żel. obwodowej w Moskwie (kosztem 30 mil. rub.), do przebudowy węzła kolejowego w Rydze (24 mil. rub.), w Kijowie (6 mil. rub.), w Mińsku (6 mil. rub.) i t. p., możemy się spodziewać, że i drogi żelazne warszawskie uzyskają potrzebne na ten cel fundusze. W każdym razie początek jest już zrobiony, bo w budżecie robót dr. ż. Nadwiślańskich na rok bieżący przewidziana jest suma 800 000 rub. na budowę nowego mostu na Wiśle dla drogi Obwodowej, wzamian istniejącego, który jest nieodpowiednim, i na przebudowę drogi Obwodowej. Obie te roboty były przewidziane w ogólnym projekcie węzła warszawskiego i tam zostały również uznane za najpilniejsze.

B. Drogi żelazne zwykłe z ruchem miejskim.

Droga żelazna zwykłego typu, którą już obecnie chodzą pociągi w obrębie miasta, jest w Warszawie droga Obwodowa. Droga ta, mająca w planie kształt litery **C**, łączy dwa dworce dróg: Warsz. - Wiedeńskiej i dawnej Terespolskiej, między którymi odległość w kierunku prostym wynosi 3,5 wiorsty (= 3,7 km), licząc przez ulice miasta 4,9 w. (= 5,2 km), a drogą Obwodową wiorst 15,1 (= 16,1 km).

Mając na uwadze i ten wzgląd, że drogą Obwodową chodzi wszystkiego 5 par pociągów dziennie (str. 7), które prócz dworców krańcowych zatrzymują się tylko na jednym jeszcze dworcu pośrednim (Warszawa Nadwiślańska), a z innej lokomoty miejskiej, jak tramwajów lub dorożek, można korzystać prawie w każdej chwili i do wszystkich punktów miasta, łatwo zrozumiemy, że z istniejącej komunikacji kolejowej w obrębie miasta mieszkańcy jego nie korzystają wcale. Jadący pociągami drogi Obwodowej składają się wyłącznie z podróżnych przejeżdżających przez Warszawę, z których nawet wielu woli przejechać dorożką z jednego dworca warszawskiego na drugi, niż narażać się na wolną jazdę drogą żelazną, trwającą blisko godzinę, i kilkakrotne przesiadanie.

Zatwierdzony projekt przebudowy węzła dróg żelaznych w Warszawie zawiera dwie linie, stanowiące razem zamknięty pierścień, ogólnej długości 20,5 wiorsty (= 21,85 km), w kształcie litery **O**, której jeden bok, linia Centralna, przeznaczona dla ruchu osobowego, dalekiego i podmiejskiego, przechodzi przez sam środek miasta, a drugi, linia Obwodowa z ruchem towarowym, przechodzi przez jego krańce. Linie te nadają się wybornie do wytworzenia na nich ruchu pociągów osobo-

wych miejskich, mających bieg kołowy, które łączyłyby krańce miasta z dzielnicami jego środkowemi.

W projekcie są przewidziane pociągi tego rodzaju, które w równych odstępach czasu od godz. 6-tej rano do 12-tej obiegałyby w kółko całą linię Centralną i Obwodową, w jedną i w drugą stronę i zatrzymywały się, prócz 3-ech dworców osobowych głównych: Warszawa, Praga i Czyste, jeszcze na 8-miu przystankach osobowych, umyślnie w tym celu zaprojektowanych, a mianowicie na linii Centralnej: przy rogatce Jerolimskiej, na przecięciu z ulicą Smolną i na Saskiej Kępie, a na linii Obwodowej: na Woli, Powązkach, przy Cytadeli (na miejscu obecnej stacji Warszawa Nadwiślańska), przy Brudnie i na Szmulowiznie. Przystanki te byłyby najprostszego typu, mają składać się tylko z przykrytych dachem chodników kolejowych, leżących obok torów głównych i połączonych schodami z przedsiönkiem i kasą, mieszczącymi się w jednym poziomie z ulicą.

Na początek projekt przewiduje 18 par na dobę pociągów miejskich, t. j. w odstępach czasu równo co godzina. Liczba ta w razie potrzeby z łatwością może być czterokrotnie powiększona do 72 par na dobę, t. j. przestanki między pociągami zmniejszone do 15 minut. Dalsze jednak zwiększanie liczby pociągów miejskich jest już połączone z pewnemi trudnościami w jednoczesnem załatwianiu ruchu osobowego dalekiego i towarowego, który ma odbywać się po tych samych torach co i projektowany ruch kolejowy miejski.

Przykład dużych miast za granicą, zwłaszcza Berlina i Paryża uczy nas, że 72 pary pociągów miejskich na dobę jest to liczba stosunkowo nie wielka i ruch miejski może dojść jeszcze do rozmiarów kilkakroć większych. W przewidywaniu takiego rozwoju w zatwierdzonym projekcie przebudowy dróg żelaznych w Warszawie zarezerwowana jest możność wybudowania w przyszłości na całym pierścieniu, składającym się z linii Centralnej i Obwodowej, jeszcze dwóch torów głównych, oddanych wyłącznie ruchowi miejskiemu, obok dwóch projektowanych obecnie.

Zdaje się jednak, że wytworzenie zbyt intensywnego ruchu miejskiego na drogach żelaznych zwykłych równoległe z ruchem kolejowym dalekim nie jest pożądane, bo chociaż torry ich byłyby oddzielne, ale dworce, podjazdy do nich i t. p. pozostałyby wspólne i dwa takie potężne prądy ruchu publiczności wzajem zawadzałyby sobie. Przytem przejazdy drogą Obwodową z krańców miasta do środka pozostaną zawsze kołowe, nie proste, a więc w zasadzie swej nieekonomiczne.

Wreszcie cały projekt przebudowy dróg żelaznych w Warszawie powstał w celu udoskonalenia przedewszystkiem ruchu osobowego dalekiego i podmiejskiego oraz ruchu towarowego, więc na projektowanych liniach węzła warszawskiego nie należy z ich uszczerbkiem rozwijać ruchu miejskiego. Ruch miejski w projektowanym węzle trzeba wytworzyć i zachować jedynie dla potrzeb kolejowych, dla połączenia linii Centralnej i Obwodowej w jedną całość, dla przewożenia interesantów pomiędzy dworcami osobowymi pierwszej z nich i stacyami towarowymi drugiej, wreszcie dla dowożenia podróżnych z krańcowych dzielnic miasta do głównych dworców linii Centralnej i zasilenia nimi ruchu osobowego linii magistralnych.

Dla potrzeb wyłącznie miejskich należy budować drogi żelazne wyłącznie miejskie, zupełnie niezależne od dróg żelaznych normalnych, ponieważ te drogi najlepiej potrafią zadość uczynić potrzebom samego miasta Warszawy.

(D. n.)

Wiadomości techniczne i przemysłowe.

Żelazobeton.

Rządowa komisya francuska do ustalenia sposobów obliczania statycznego konstrukcyi żelaznobetonowej, ukończyła niebawem swe prace, oparte na bardzo bogatym materiale i przeprowadzone z niepospolitą sumiennością. Jest to tem bardziej godnem zaznaczenia, że władze państwowe zazwyczaj nie silą się na ustalenie spieszne zasad w nowej dziedzinie budowlanej, nawet gdy brak takich zasad jest żywo odczuwany.

Komisya rzeczona, do której należą największe powagi naukowe Francyi, zajęła się przedewszystkiem zbadaniem niedostatecz-

nie rozpoznanych jeszcze własności żelazobetonu, a na zasadzie wyników tych badań, przyjęła następujące zasady:

Żelazo ma być obliczane dla całej siły rozciągającej, a zależnie od gatunku żelaza można przyjmować jako naprężenie bezpieczne 1000—1200 kg/cm^2 , w konstrukcyach zaś wystawionych na uderzenia 800—1000 kg/cm^2 . Zczepność żelaza z betonem należy przyjmować nie większą, aniżeli 8 kg/cm^2 powierzchni żelaza. Naprężenie bezpieczne betonu zwykłego, przygotowanego z 300 kg cementu portlandzkiego na 0,4 m^3 piasku i 0,8 m^3 szabru, przyjąć można równe 30 kg/cm^2 .

Do obliczenia przybliżonego płyt można odległość pomiędzy środkiem ciśnień i środkiem ciągnięć przyjąć $0,9 d$, gdzie d oznacza odległość środka ciężkości przekroju żelaza od wierzchu betonu. Ażeby przeto oznaczyć rozciąganie lub ściskanie w pasie dolnym lub w pasie górnym, dość jest odnośny moment podzielić przez $0,9 d$. Skoro przeto ten wynik podzielimy przez $0,1 d$ przekroju betonu lub przez cały przekrój żelaza, to otrzymamy naprężenia bezpieczne. W płytach z żebrami środek ciśnień leży w przybliżeniu na $\frac{2}{3}$ wysokości płyty e . Odległość środka ciśnień od środka ciągnięć jest przeto $d - \frac{e}{3}$. A że $e = \frac{d}{3}$ do $\frac{d}{6}$ średnio $\frac{2d}{9}$, przeto ramie $= \frac{25}{27} d$, czyli w przybliżeniu również $0,9 d$.

Naprężenie rozciągające w poziomych żelazach dźwigarowych wzrasta od 0 nad oporą do swego maximum proporcjonalnie do wzrostu momentów. Ażeby zwiększanie się to naprężenia oznaczyć, wystarczy siłę poprzeczną podzielić przez wskazane powyżej ramie. Iloraz wyraża naprężenie przesuujące (ścinające) na obwodzie, odniesione do jednostki długości żelaza. Przy bezpiecznym naprężeniu przesuującym 8 kg/cm^2 zastosować wypada pręty żelazne okrągłe, o średnicy $\geq 0,008$ rozpiętości.

Ażeby zapobiedz pęknięciom betonu, które zazwyczaj nad podporami pod kątem 45° względem poziomu się tworzą, należy tam zastosować wzmocnienia, zdolne przejmować naprężenia przesuujące (ścinające). Zazwyczaj dawane są w tym celu pionowe strzemiiona.

Ponieważ pod znacznym obciążeniem skupionem mogą w płycie powstawać pęknięcia, uniemożliwiające łączną pracę części składowych zespołu, przeto szerokość płyty nie powinna być większa od rozpiętości, a w obliczeniu statycznym przyjmować należy szerokość płyty najwyżej równą $0,4$ rozpiętości.

Ugięcie belki pod obciążeniem bezpiecznym nie powinno w zwykłych warunkach przekraczać

$$f = \frac{1}{100\,000} \cdot \frac{l}{h} \cdot \frac{P_1}{P + P_1},$$

gdy belka jest w obu końcach utwierdzona, a pięć razy tyle, gdy belka jest w końcach swobodnie podparta. Większe ugięcie może być dozwolone tylko na zasadzie dowodu statycznego bezpieczeństwa konstrukcyi. W powyższym wzorze oznacza: l —rozpiętość, h —wysokość dźwigara, P —ciężar własny, P_1 —obciążenie użytkowe.

(Beton u. Eisen, z. IV r. z., str. 228).

Termo-elektryczna fabrykacja stali.

Wytapianie stali w piecu elektrycznym wprost z rudy żelaznej zwraca na siebie coraz większą uwagę świata przemysłowego. Świeżo rząd kanadyjski wysłał do Europy komisję, która ma zbadać tę sprawę. O ile wiemy, istnieje obecnie sześć stalowni elektrycznych, a mianowicie: 3 we Franeyi (w Paryżu, St. Etienne i La Praz) 2 we Włoszech (w Turynie i Darfo nad Lago d'Isa) i 1 w Szwecyi (w Gysinge). Metody, zastosowane w tych różnych zakładach, nie są jednakowe, w ogólnych jednak zarysach cały proces odbywa się jak następuje: Ładunek rudy i węgla drzewnego lub koksu zarzuca się do pieca i poddaje działaniu potężnego łuku elektrycznego (np. w Darfo 2000 amp. przy 170 v.), skutkiem czego żelazo się odplenia. Zapomocą odpowiednich domieszek można się pozbyć niepożądanych zanieczyszczeń, które odchodzi w żużlu i otrzymać stal żądanego składu. Koszta produkcji mają być bardzo niskie. Tak np. w Darfo, gdzie do poruszania dynamomaszyny zastosowano motory wodne, całkowite koszta własne 1 t stali wynoszą 90 franków, a więc pud kosztuje 55 kop. Wyprodukowana stal ma posiadać znakomite własności i pod tym względem może doskonale konkurować ze stalą tyglową. Byłby to więc postęp bardzo doniosły w dziedzinie metalurgii, gdyż w warunkach dzisiejszych fabrykacja puda stali tyglowej kosztuje co najmniej 2 rub. Można przewidywać, że nowa metoda przyjmie się łatwo

w hutach istniejących, gdyż można pędzić dynamomaszyny zapomocą motorów gazowych, pracujących na gazie z wielkich pieców. Tym sposobem kwestya zużytkowania gazów wielkopieczowych znalazłaby bardzo naturalne rozwiązanie. zs.

Strzelanie jako środek przeciwko gradobiciu.

W dziennikach szwajcarskich znajduje się sprawozdanie, ogłoszone przez Radę stanu kantonu Zurychskiego z doświadczeń strzelania przeciwko gradobiciu, dokonanych nad jeziorem Zurychskiem w latach 1901 i 1902. Sprawozdanie to nie daje w żadnym razie wyników skończonych i przypomina, że z początku samego postanowione było rozłożyć odnośne próby na lat pięć. W każdym razie zawiera ono pewną liczbę spostrzeżeń ciekawych.

Okolica, w której odbywały się próby, obejmuje gminy pomiędzy Hombrechtikon i Erlenbach włącznie, z wyjątkiem gminy Herrliberg. Została ona podzielona na 5 stacyi i obsługiwana była przez 65 armat modelu najbardziej udoskonalonego. Urządzenie kosztowało 36 847 fr., co wynosi 567 fr. na działo.

W pierwszym roku rezultat strzelania był niekorzystny, skutkiem braku wprawy i karności. Dano 7288 strzałów w r. 1901 w 18 wypadkach i 12 671 strzałów w r. 1902 w 15 wypadkach. Grad padał 5 razy, ale tylko jeden raz był natury poważniejszej.

W wielu wypadkach zauważono, że grad, począwszy padać, przestał się niebawem formować zaraz po rozpoczęciu strzelania.

Według spostrzeżeń biura meteorologicznego, wiele burz, które były sumiennie ostrzeliwane, nie zawierały wcale zapowiedzi gradu, a zatem nie powinny być zaliczane do wypadków, mogących świadczyć na korzyść ostrzeliwania.

Burza 14 lipca 1901 r. dostarczyła spostrzeżeń najwięcej interesujących. Szła z zachodu i grad padał w okolicy pomiędzy Zug a Horgen, w odległości mniej więcej 500 m od prawego brzegu jeziora w kierunku ku Meilen. W Herrliberg (nie strzeżonym) padał grad; Meilen (strzeżone) było tylko z lekka gradem dotknięte. Odepchnięta przez wiatr północny burza zwróciła się na pasmo gór Pfannenstiel, czyniąc szkody w kilku gminach. Strzelanie rozpoczęło się o kilka minut za późno; zauważono przytem, że silny wiatr niweczył znaczną część skuteczności strzałów. W każdym razie w Meilen otrzymano wogóle wrażenie, jakoby uniknięto wielkiego gradobicia.

Burze z 14 i 28 lipca 1901 r., oraz burza w nocy 15 lipca 1902 r. stwierdziły istnienie pomiędzy dwiema okolicami, nawiedzonymi przez grad, strefy ocalonej i to właśnie tej, w której zarządzono strzelanie przeciwgradowe.

Burza z 10 września 1902 r. dała także rezultaty przekonujące.

Zauważyć jednakże należy, że r. 1901 był dosyć nieszkodliwy pod względem gradowym, r. 1902 był daleko podatniejszy do doświadczeń. Nie może być naturalnie mowy o wynikach dotychczas, pozytywnych i w skutkach doniosłych; jedno niepodobieństwo doświadczenia zanotowano w d. 8 sierpnia 1902 r. Niepodobieństwem jest wypowiadać jeszcze wnioski pewne, tak co do skuteczności stosowanego sposobu, jak i przeciwnie.

Koszta strzelania wynosiły w pierwszym roku 4837,50 fr., w drugim roku 7569,65 fr., co wynosi 1,62 fr. na 1 ha obszaru strzeżonego, lub okrągło 100 fr. na stacyę. Wydatki te były przewidywane po 180 fr. na stacyę i okazały się daleko niższe w porównaniu z pierwotną oceną. Ogólny wydatek wynosił w ciągu dwóch lat 20 059 fr. za 19 959 strzałów, czyli jeden strzał kosztował 1 fr.

Cyfr tych nie można krytykować, nie mając danych co do sposobu prowadzenia przedsięwzięcia; należy się tylko ograniczyć uwagą, że proch jest w Szwajcaryi bardzo tani i że wskutek tego cyfry te nie mogą być miarodajne dla innych państw.

Dodać należy, że, według dzienników z Thurgau, pewna fabryka pyrotechniczna w Emishofen, wyrabia race przeciwgradowe, które mają stanowić poważną konkurencyę strzałom armatnim. Race te wylatują wysoko w powietrze, wydając silny huk i kosztują tylko po 2,50 fr.

Wl. B.

(Mém. de la Soc. d. I. C., z. I, r. z., str. 225).

KRONIKA BIEŻĄCA.

Zamrożenie wodoru. Według wiadomości otrzymanej z Krakowa, wymagającej jednak jeszcze potwierdzenia, dr. KAROL OLSZEWSKI, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, miał otrzymać wodór w stanie stałym przy temperaturze -252°C .

Wynik X-go konkursu Delegacyi Architektonicznej, ogłoszonego w Przeglądzie Technicznym, w № 29 z 1903 r. (str. 445), na projekt szpitala wiejskiego. Po ścisłym rozpatrzeniu wszystkich nadesłanych na konkurs projektów na zebraniach sądu konkursowego w d. 13 i 14 grudnia 1903 r., uznano, że projektem względnie naj-

lepszym, t. j. najwięcej odpowiadającym warunkom konkursowym, jest projekt oznaczony godłem: „Listek koniczyny w polu czerwonym“; projektem zaś drugim, mającym być nagrodzonym, jest projekt, oznaczony godłem: „Hodie tibi eras mihi“. Po otwarciu kopert przekonano się, że autorem projektu pierwszego jest p. Wiesław Kononowicz, autorem zaś projektu drugiego jest p. Zbigniew Lewiński (obaj z Warszawy). Z przedstawionych 48-miu projektów kilkanaście odznacza się wielkimi zaletami. Sąd konkursowy, w przeświadczeniu, że konkurs osiągnął zupełne powodzenie, że suma pracy przedstawionej na wezwanie Delegacji Architektonicznej jest bardzo znaczna co do ilości i co do jakości, proponuje jeszcze dwa z przedstawionych projektów do zakupu, mianowicie prace oznaczone godłami „Krzyż niebieski w polu białym“—znak rysunkowy, i godłem „Wygoda“. Protokół sądu konkursowego podpisali architekci: Józef Dziekoński, Edward Lilpop i Czesław Domaniewski, oraz lekarze d-rzy: H. Dobrzycki i J. Szwejcer.

Projekty nagrodzone, oraz trzy wybitniejsze z pośród nienagrodzonych, podamy w numerze następnym.

Nowe roboty na dr. żel. Nadwiślańskich w r. 1904.

Świeżo zatwierdzony preliminarz wydatków w r. 1904 obejmuje różne roboty, w celu podniesienia handlowej i gospodarczej działalności linii, na sumę ogólną 2851 187 rub. Z robót poszczególnych zasługują na uwagę: 1) Początek budowy drugiego toru na dr. żel. Obwodowej w Warszawie, wraz z nowym mostem pod cytadela—800 000 rub. 2) Dalszy ciąg budowy drugiego toru na linii Dąbrowskiej od Skarżyska do Strzemieszyc—1 160 000 rub. 3) Dalszy ciąg budowy nowych warsztatów na Pradze 100 000 rub. Pierwszą z tych pozycji można uważać za początek robót koło przebudowy węzła kolejowego w Warszawie.

Powietrze zgęszczone jako siła pociągowa. Powietrze zgęszczone zaczęto stosować do popędu tramwajów miejskich w r. 1879, kiedy była otwarta pierwsza linia systemu Mękarskiego w Nantes. Dziś długość sieci tramwajowej systemu Mękarskiego w tem mieście wynosi 42 km. Pierwsze próby stosowania powietrza zgęszczonego do popędu były robione jeszcze w r. 1840 w Chaliot, na drodze żelaznej według systemu Audreault i Tessier. W r. 1855 mechanik Julien wykonywał próby w St. Denis z samojazdem z motorem o powietrzu ścisnionem do 25 atm. W r. 1858 inż. Somelier robił próby z lokomotywą powietrzną w Senni, a w r. 1874 stosowano takie lokomotywy przy budowie tunelu Gothardzkiego.

Wszystkie tramwaje powietrzne we Francji są zbudowane według systemu Mękarskiego, który rozpoczął pracę nad zastosowaniem powietrza do popędu tramwajów w r. 1872. Pierwszy przywilej Mękarskiego, wzięty w tym roku, dotyczy zużytkowania ciśnienia powietrza i był natychmiast zastosowany przez zakłady w Creuzot do lokomotyw powietrznych dla tunelu Gothardzkiego. W roku następnym opatentował Mękarski sposób ogrzewania powietrza zapomocą mieszania go z parą. Dwa te wynalazki stanowią epokę w stosowaniu powietrza zgęszczonego do popędu tramwajów, które też znalazło dosyć znaczne rozpowszechnienie we Francji. Oprócz Nantes, tramwaje systemu Mękarskiego posiadają miasta La Rochelle, Aix les Bains, Saint Quentin, Vichy, a przedewszystkiem Paryż. Wprowadzony do Paryża w r. 1894 dla linii Vincennes - S. Augustin na przestrzeni 9 km, system ten, stosowany jest obecnie na sieci linii, położonych w śródmieściu, o długości ogólnej 80 km. Zbudowana w r. 1899 stacja do zgęszczania powietrza w Billancourt nad Sekwaną kosztem 5 000 000 fr., zasila kilka stacyi do ładowania wagonów zapomocą przewodów rurowych, z których jeden ma 7 km długości.

(Le Nature, 1902)

Pożar teatru w Chicago. Według nadchodzących wersji, bezpośrednią przyczyną strasznej katastrofy w Chicago było oświetlenie elektryczne. Mianowicie iskry z lampy lukowej padły na lekką draperję, która natychmiast zajęła się płomieniem. W oczach wielu osób fakt ten wystawił bardzo smutne świadectwo elektryczności pod względem bezpieczeństwa od ognia. W rzeczywistości każdy rodzaj oświetlenia, w którym źródło światła posiada wysoką temperaturę, jest niebezpiecznym; niestety jednak do dziś dnia wszystkie rodzaje oświetlenia, stosowane w praktyce, posiadają tę niemiłą właściwość. Wybierać przeto należy rodzaj oświetlenia najmniej niebezpieczny; takim rodzajem jest niewątpliwie oświetlenie elektryczne. I ono wszakże nie uwalnia administracyi teatru od zachowywania elementarnych ostrożności, a tymczasem w Chicago o takie rzeczy oczywiście wcale nie dbano. Przedewszystkiem żadne iskry (właściwie kawałki rozżarzonego węgla) nie powinny z lampy na świat wypadać, tembardziej, że łatwo każdą lampkę, czy to zwykłą, czy też przeznaczoną do efektów scenicznych, przeciwko temu zabezpieczyć. Powtóre, łatwopalna draperja nie powinna leżeć obok zapalanej lampy, a wynalazienie dla takiej draperji jakiegos innego miejsca w teatrze nie napotkaloby, prawdopodobnie, nieprzewyciężonych trudności.

Tunel zamiast mostu przez Wolgę. Niznonowogrodzkie towarzystwo żeglugi podjęło starania o zamiar już ostatecznie postanowionego mostu kolejowego przez Wolgę koło Kazania na tunel. Koszt mostu obliczono na 3 000 000 rub., koszt tunelu będzie dwa razy większy, ale, zdaniem towarzystwa, most zanadto by skrepiwał żeglugę, bardzo ożywioną w tem miejscu.

Stosunek powierzchni do liczby mieszkańców w dużych miastach. W Europie stosunek ten najniekorzystniejszym jest w Paryżu, gdzie na mieszkańca przypada tylko 25 m², gdy tymczasem w Berli-

nie i Rzymie przypada 30 m², w Warszawie i Kopenhadze 45 m², w Londynie 65 m², w Dreźnie i Amsterdamie 95 m², w Hamburgu i Wiedniu 109 m², w Monachium 154 m², w Budapeszcie 298 m² na mieszkańca.

—jh—

Wspomnienia pozgonne.



Alfons Rzeszotarski,

INŻYNIER,

profesor Politechniki w Petersburgu, główny metalurg fabryki obuchowskiej dział i panczerzy okrętowych, zmarł w Petersburgu d. 17 stycznia r. b.

Z życia zmarłego podajemy następujące szczegóły, według „Kuryera Warszawskiego“, uzupełniając je danymi o pracach piśmienniczych zmarłego:

Urodzony w Radomsku, po ukończeniu gimnazjum w Radomiu w r. 1867, uczęszczał na Uniwersytet warszawski, a następnie przeniósł się do Instytutu Technologicznego w Petersburgu, który ukończył w r. 1875.

Po półrocznej praktyce w charakterze zwyczajnego robotnika w zakładach putiłowskich, przyjął miejsce pomocnika inżyniera oddziału w fabryce obuchowskiej, należącej do Ministerium Marynarki. Tam pozostawał z górą ćwierć wieku, do samej śmierci.

Dzięki zdolnościom i wprost bajecznej pracowitości, szybko zdobył wybitne w tej olbrzymiej fabryce stanowisko, a w r. 1899 został tam głównym metalurgiem. Pomimo, że fabryka pochłaniała mu cały dzień pracy, inż. RZESZOTARSKI znajdował jeszcze dość sił i czasu, by poświęcać się badaniom naukowym metalów. Szczególnie interesowała go budowa wewnętrzna stali. Do badania jej stosował z dużym powodzeniem sztukę fotograficzną. Na wystawach fotograficznych w Londynie, Warszawie i Petersburgu bardzo wysoko oceniono i odznaczono odpowiednie prace RZESZOTARSKIEGO z dziedziny metalografii i mikrografii metalów.

Zdobywając w świecie metalurgów coraz większe uznanie, ś. p. RZESZOTARSKI w r. 1902 zaproszony został do objęcia katedry metalurgii w nowootwieranej Politechnice petersburskiej.

Z młodzieńczym wprost zapałem zabrał się do nowych obowiązków. Już przy budowie gmachu przyszłej uczelni walczył o każdy metr przestrzeni, wyznaczonej dla jego wydziału. Następnie zajmuje się urzędowaniem pracowni doświadczalnej i tu znowu walczył o każdego rubla na uposażenie pracowni w odpowiednie środki. Od nowego roku szkolnego nowy profesor miał rozpocząć wykłady. Stało się jednak inaczej. Przebywając 30-wiorstową przestrzeń, dzielącą fabrykę obuchowską od nowej Politechniki, przeziębził się, dostał zapalenia płuc, a w dziesięć dni potem żyć przestał...

Jeszcze jeden rys charakteru zmarłego: był szanowany a nawet wprost kochany przez wielotysięczne rzesze robotników fabrycznych...

Oprócz licznych prac w języku rosyjskim, ogłosił w piśmie naszym: „O wyrabianiu stali według sposobu MARTIN'A“ (1876 r.), „Bessemerowanie i sposób prowadzenia tej czynności“ (1877 i 1878), „Łamliwość żelaza i stali w stanie ciepłym“ (1878), „Przeгляд nowszych ulepszeń, doświadczeń i badań, dokonanych w zakresie stali zlewnej“ (1880).

—v—

Ś. p. **Józef Mrozowski**, były inżynier gubernii Radomskiej i dróg żel. Poleskich, zmarł w Warszawie d. 9 stycznia r. b., w wieku lat 74.

Ś. p. **Zbigniew Wóycicki**, inżynier, zmarł w Kutnie d. 15 stycznia r. b., przeżywszy lat 60.

Ś. p. **Fryderyk Hafner-Alteneck**, jeden z najwybitniejszych i najbardziej zasłużonych elektrotechników niemieckich, zmarł d. 7 stycznia r. b. Zmarły pochodził z Aschaffenburga (w Bawaryi); urodził się w r. 1845, studiował w Monachium i Zurychu. Działalność jego, jako wynalazcy, rozpoczęła się w początkach ósmego dziesiętka lat ubiegłego stulecia, w czasie narodzin techniki prądu silnego. Główny jego wynalazek, zbroja bębnowa, wywarł wielki wpływ na konstrukcyę dynamomaszyn i do dziś dnia nie stracił znaczenia. Do jego wynalazków ważniejszych należy także jedna z pierwszych lamp lukowych różnicowych.

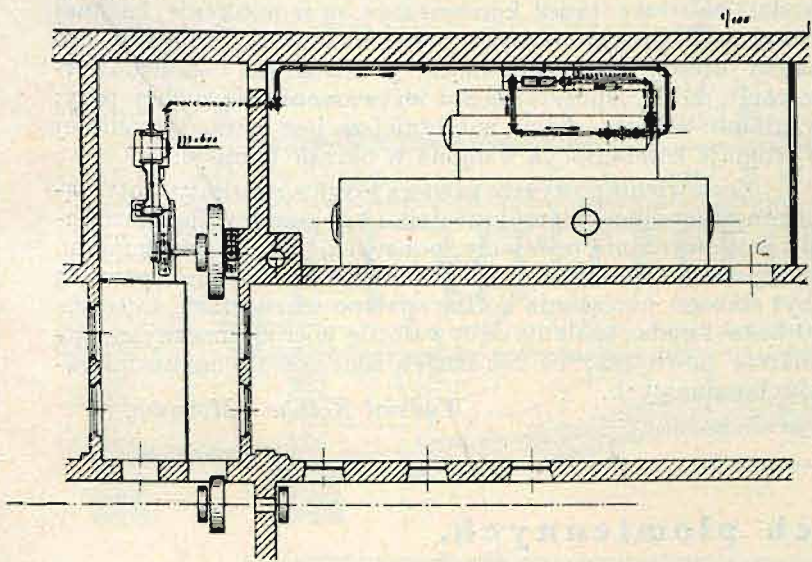
za.

Z WYDZIAŁU KOTŁÓW I MOTORÓW

przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie.

Próby porównawcze z parą nasyconą i przegrzaną w fabryce maszyn p. f. „Orthwein, Karasiński i S-ka“ w Warszawie.

Na życzenie zarządu fabryki p. f. „Orthwein, Karasiński i S-ka“ przeprowadzone zostały w d. 12 maja 1903 r. próby porównawcze z parą nasyconą i przegrzaną, w zastosowaniu do maszyny parowej, prowadzącej warsztaty mechaniczne fabryki.



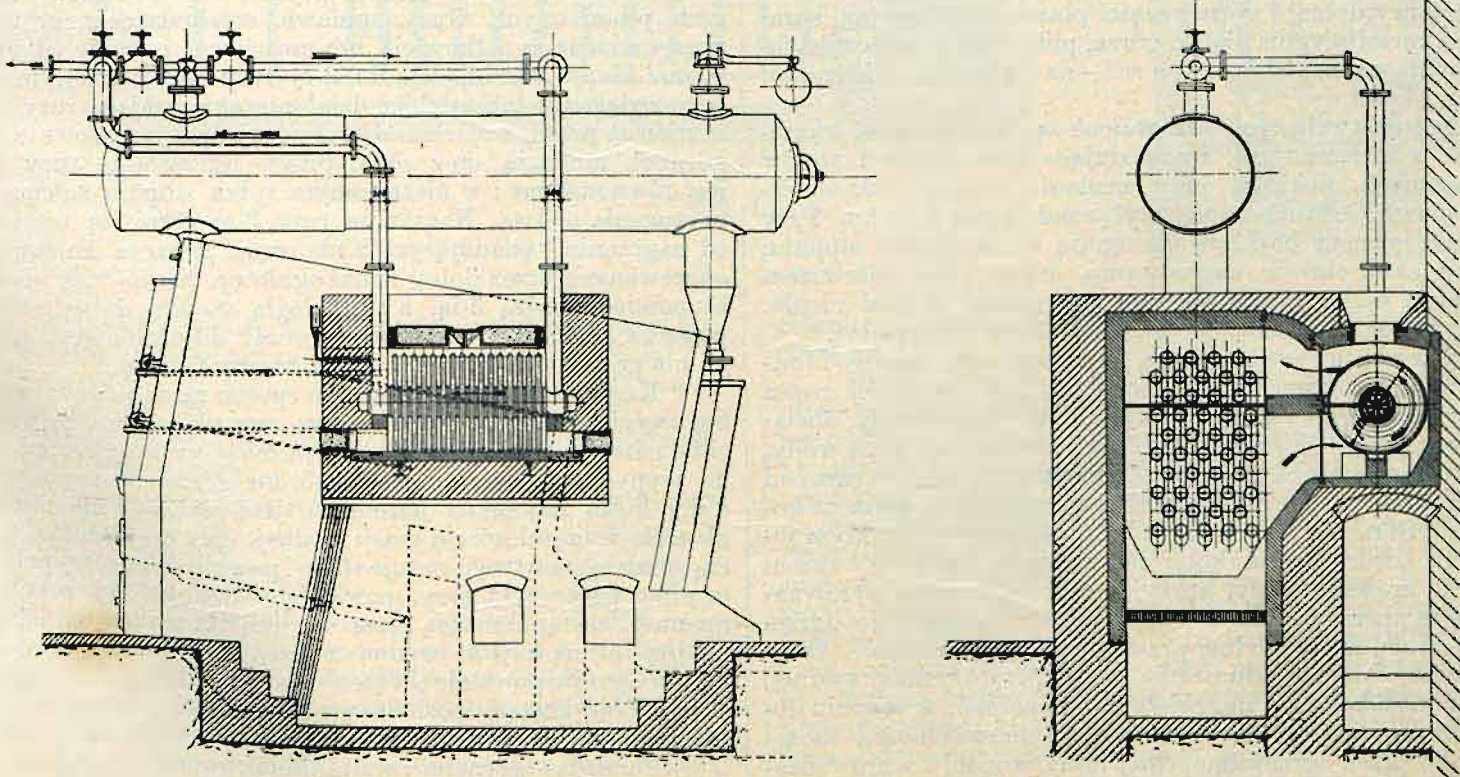
Rys. 1.

Maszyna parowa jednocylindrowa, wymiarów 375 . 600, $n = 85$, posiada rozdziel parę syst. HOROSZKIEWICZA, nastawiany od regulatora syst. TRENKA.

jest w przegrzewacz syst. POKRZYWNICKIEGO i połączony z maszyną parową przewodem długości około 20 m. Rys. 1 przedstawia plan sytuacyjny kotłów parowych i maszyny; rys. 2 wskazuje sposób obmurowania przegrzewacza. W warunkach zwykłych kocioł wytwarza parę zarówno do prowadzenia maszyny parowej, jak i do młota parowego, pracującego w kuźni fabrycznej. W czasie prób młot parowy musiał być nieczynny, by umożliwić dokładny pomiar wody zasilającej. W ten sposób kocioł pracował znacznie słabiej niż normalnie, tak, że na rusztach spalało się zaledwie $\approx 40 \text{ kg/m}^2$. Ponadto, przystosowanie przegrzewacza do kotła wodnorurkowego już istniejącego, nie pozwoliło na umieszczenie przegrzewacza w miejscu innym jak z boku, tak, że z gazów spalania, wywiązujących się na rusztach, część tylko, i to przy niskiej temperaturze, przechodziła przez przegrzewacz. Z tych względów, przeciętna temperatura pary w przegrzewaczu nie dochodziła do 250°C ., jakkolwiek normalna, przy wspólnej pracy maszyny i młota, temperatura przegrzania dochodzi w przegrzewaczu do $280\text{--}300^\circ \text{C}$.

Wodę zasilającą ważono na dokładnej wadze decymalnej i wlewano do zbiornika żelaznego; ze zbiornika pompa transmisyjna ssie i tłoczy wodę przez podgrzewacz do kotła. Temperatura wody zasilającej wynosiła średnio 77°C .

Wykresy zdejmowano w odstępach 15-minutowych przy pomocy dwóch indykatorów ROSENKRANZ'a nowego typu, z sprężyną zewnętrzną, specjalnie przystosowanych do pary przegrzanej. W tych samych odstępach czasu odczytywano



Rys. 2.

Kotłownia fabryki posiada dwa kotły, z których w czasie prób czynny był jeden, wodnorurkowy syst. STEINMÜLLERA, powierzchni ogrzewalnej 74 m^2 . Kocioł ten zaopatrzony

przy próbie z parą przegrzaną, temperaturę pary w przegrzewaczu.

Rezultaty badań podane są w zestawieniu poniższem.

	Z przegrzaniem do temp. = 248° C. w przegrzewaczu	Bez przegrzania
Czas trwania próby godz.	5	3,917
1) Ciśnienie admisyjne kg/cm ²	7	7,1
2) Powierzchnia czynna tłoka:		
<i>F_p</i> = cm ²	1076,04	
<i>F_t</i> = "	1084,54	
3) Ilość obrotów na min.	85	85
4) Średnia prędkość tłoka m/sek.	1,7	1,7
5) Średnie ciśnienie indykow.:		
a) przód kg/cm ²	1,835	1,945
b) tył "	1,790	1,895
6) Obciążenie:		
przód k. p _i	22,4	23,75
tył "	22,0	23,3
Razem k. p _i	44,4	47,05
7) Ilość wyparowanej wody kg	2540	2500
8) " " " na godzinę kg	508	638
9) Zużycie pary na konia i godzinę kg	11,44	13,55
Zużycie zatem pary na konia ind. i godzinę, wynosiło:		
a) dla pary przegrzanej 11,44 kg		
b) dla pary nasyconej 13,55 "		
Rozchód pary przegrzanej był więc o		
$100 \cdot \frac{13,55 - 11,44}{13,55} = 15,55\%$		

niższy niż rozchód pary nasyconej. Rezultat powyższy jest dowodem znacznych korzyści zastosowania pary przegrzanej do maszyn jednocylindrowych, nawet przy dość słabym przegrzaniu, ponieważ temperatura pary przed maszyną nie prze-

kraczała 200° C. Gdyby przez silniejsze forsowanie kotła można było osiągnąć wyższy stopień przegrzania, np. 250—300° C. w przegrzewaczu, oszczędność na parze wyniosłaby % znacznie wyższy. Cyfrę, otrzymaną dla pary nasyconej, porównać możemy z zużyciem, przyjmowanym zazwyczaj dla maszyn jednocylindrowych, budowy zbliżonej, znajdujących się w dobrym stanie. HRABAK podaje np. cyfry następujące:

- 1) konsumpcja użyteczna, t. j. ilość pary występująca na wykresie, dla maszyn bez kondensacji, przy ciśn. 7 atm. absol., przy napelnieniu 0,15, $C'_1 = 8,80$
 - 2) straty przez kondensację wewnętrzną $0,95 \cdot \frac{1}{x} \cdot C'_1 = 0,95 \cdot 0,56 \cdot 8,8 = 4,52$
 - 3) straty przez nieszczelność $C'_2 = 1,20$
- razem 14,52,

gdy pomiar wykazał 13,55 kg. Świadczy to o prawidłowym działaniu mechanizmu rozdziału pary, o szczelności tłoka i dowodzi, że straty przez kondensację są w maszynie badanej mniejsze od przyjmowanych przez HRABAK'A. Przypisać to należy dobrej izolacji cylindra, ponieważ zaś i słabemu forsowaniu kotła, sprzyjającemu wytwarzaniu się suchej pary; wiadomo bowiem, że im wilgotniejsza jest para, tem silniej występuje kondensacja wstępna w okresie admisyi.

Zestawienie powyższe zawiera jedynie rezultaty, dotyczące konsumpcji pary z przegrzaniem i bez przegrzania. Rezultatów kotłowych nie podajemy, ponieważ, jak już wspomniano wyżej, kocioł pracował w warunkach anormalnych. Z powodu zbyt słabego obciążenia kotła, spalano na rusztach zaledwie 40 kg/m² i godz., spalanie odbywało się więc ze znacznym nadmiarem powietrza, co też stwierdzone zostało analizami gazów kominowych.

Wydział Kół i Motorów.

Kocioł o 3-ch rurach płomiennych.

Wiadomo, że w kotłach o jednej lub dwu rurach płomiennych, woda znajdująca się pod rurami ogrzewa się nader wolno, tak, że częstokroć potrzeba kilku godzin, by ogrzać tę „martwą“ masę wodną do temperatury pary, gromadzącej się ponad zwierciadłem wodnym. Powolny wzrost temperatury dolnych warstw wody i wynikająca stąd znaczna różnica temperatury dolnej i górnej części płaszcza kotłowego, sprawia, że kocioł wygina się ku górze, przyczem górne części jego pracują na ciśnienie, dolne zaś—na ciągnięcie w kierunku długości kotła.

Następstwem tych odkształceń są siły ścinające, występujące w kierunku osi, i powodujące nieszczelności szwów poprzecznych, niekiedy, przy zasilaniu dolnym, tak znaczne, że powstaje konieczność wyłączenia kotła z ruchu. Przy zasilaniu górnym braki te występują w mniejszym stopniu; i tu jednak w okresie nagrzewania, a więc przed pierwszym zasilaniem kotła, mamy ten sam anormalny podział ciepła, a więc i tę samą dążność do niepożądanych deformacji.

Szwamy poprzeczne pracują najkorzystniej, gdy woda odparowuje w równej mierze, w górnej jak i w dolnej części powierzchni ogrzewalnej, przyczem dolna część wody, obciążona zarówno ciśnieniem pary, jak i ciśnieniem słupa wody, wznoszącego się nad nią, osiąga temperaturę nieco wyższą od temperatury pary, stykającej się z górną częścią płaszcza kotłowego. Stan ten nie da się jednak osiągnąć w zwykłym jedno- lub dwururkowym kotle płomiennym, brak tu bowiem zarówno krążenia wody, sprzyjającego szybkiemu wyrównaniu się temperatur, jak i bezpośredniego natężonego ogrzewania dolnej masy wodnej przez gorące gazy ogniowe. Osiągnąć równomierne podnoszenie się temperatury masy wodnej, skrócić możliwie czas nagrzewania i zapobiedz w stopniu dostatecznym powstawaniu odkształceń i nieszczelności, możemy tylko przez ogrzewanie całej masy wodnej i wprowadzenie prądu krążącego, warunkowanego przez samą budowę kotła. W ten sposób powstał typ kotła o trzech rurach płomiennych, o którym zdaje sprawę prof. L. LEWICKI w Z. d. V. d. Ing. 1902.

Środkiem, wywołującym krążenie wody, jest tn trzecia rura płomienna i koryto zasilające szczególnego kształtu.

Trzecia rura płomienna leży, jak to wskazuje rys. 1—4, pod dwiema pierwszymi, przenika tylne dno kotła i „martwą“ masę wody i zbliża się mniej więcej na $\frac{1}{3}$ długości kotła do dna przedniego; kolano o ściankach znacznej grubości, z wylotem skierowanym ku dołowi, łączy ją z płaszczem kotła. Paleniska umieszczone są, jak zwykle, w dwóch górnych rurach płomiennych. Gazy ogniowe, wychodzące z rur tych, wprowadzane są całkowicie lub częściowo, zależnie od ustawienia klapy regulującej, do 3-ej rury płomiennnej; można więc zwiększać lub osłabiać działanie ogrzewające rury 3-ej. Ponieważ przed wejściem do rury 3-ej, gazy ogniowe z rur górnych mieszają się z sobą, przeto ogrzewanie rury 3-ej jest równomierne i w nieznacznym tylko stopniu zależne od narzucania paliwa. Nagrzanie rury 3-ej różni się też mało od nagrzania sąsiadujących z nią części płaszcza kotłowego, ogrzewanych przez dolny kanał ogniowy. Niema więc obawy, by pomiędzy rurą 3-ią, a równoległą do niej dolną częścią płaszcza kotłowego, występować miały siły ścinające, szczególnie gdy rurę 3-ią wykonamy z blachy falistej.

Krążenie wody powstaje w sposób następujący: w tylnej części kotła, zawierającej trzy rury płomiennne, powstaje silne parowanie w całym przekroju masy wodnej, a stąd i silne wypychanie cząstek wodnych ku górze; w części przedniej kotła natomiast parowanie jest słabsze i ma miejsce głównie w części górnej masy wodnej, gdy część dolna, tworząca masę „martwą“, paruje słabo i powoli. Wodę, wypchniętą przez pęcherzyki pary, powstające dokoła 3-ej rury płomiennnej, zastąpić muszą „martwe“ cząstki wodne, na ich zaś miejsce płyną cząstki wodne z przednich warstw górnych. W ten sposób powstaje krążenie wody w kierunku długości kotła. Prąd krążący posiada przebieg trwały, niezależny od tworzenia się pary, dzięki urządzeniu następującemu:

Pomiędzy górnymi rurami płomiennymi widzimy koryto tej samej prawie długości co i kocioł, zamknięte w końcach, lecz otwarte od góry i brzegami swojemi dosięgające najniższego poziomu wody. Woda zasilająca wchodzi przez rurę, zakrzywioną ku przodowi w pobliżu tylnego końca koryta i płynie ku części przedniej, gdzie przez zlew kształtu podłużnego spada do dolnej części kotła pomiędzy dnem

przedniem a kolaniem wylotowem trzeciej rury płomiennej. Płynąc przez koryto, woda zasilająca podgrzewa się silnie i miesza się z wodą gorącą. Ogrzany prąd wody zasilającej kieruje się więc do miejsca, gdzie wzrost temperatury postępuje najleniwiej, wypycha „martwe“ cząstki wodne i pędzi je na tył kotła w przestrzeń najsilniej parującą.

Celem stwierdzenia wpływu takiego krążenia wody na czas, potrzebny do nagrzania kotła aż do osiągnięcia pełnego ciśnienia roboczego i do wyrównania się temperatur w poszczególnych częściach kotła, prof. Lewicki przeprowadził próby nad kotłem z trzema rurami płomiennymi, czynnym od lat dwu, w fabr. maszyn Tow. akc. H. Panksch w Landsbegu nad Wartą. Równolegle, dla porównania, odbyły się próby nad kotłem zwykłym dwururowym, o tych samych, mniej więcej, wymiarach głównych.

zywały jednak, że temperatura wody w warstwach górnych wzrastała znacznie szybciej. Po upływie 56 min. ciśnienie doszło do wysokości 8 kg/cm². Czas ten uważać należy za nader krótki, szczególnie, gdy weźmiemy pod uwagę, że kocioł przed próbą został silnie ostudzony przez napełnienie wodą zimną i otwarcie zasuw dymowej. W chwili osiągnięcia pełnego ciśnienia roboczego, termometr umieszczony u spodu kotła wskazywał zaledwie 53° C.

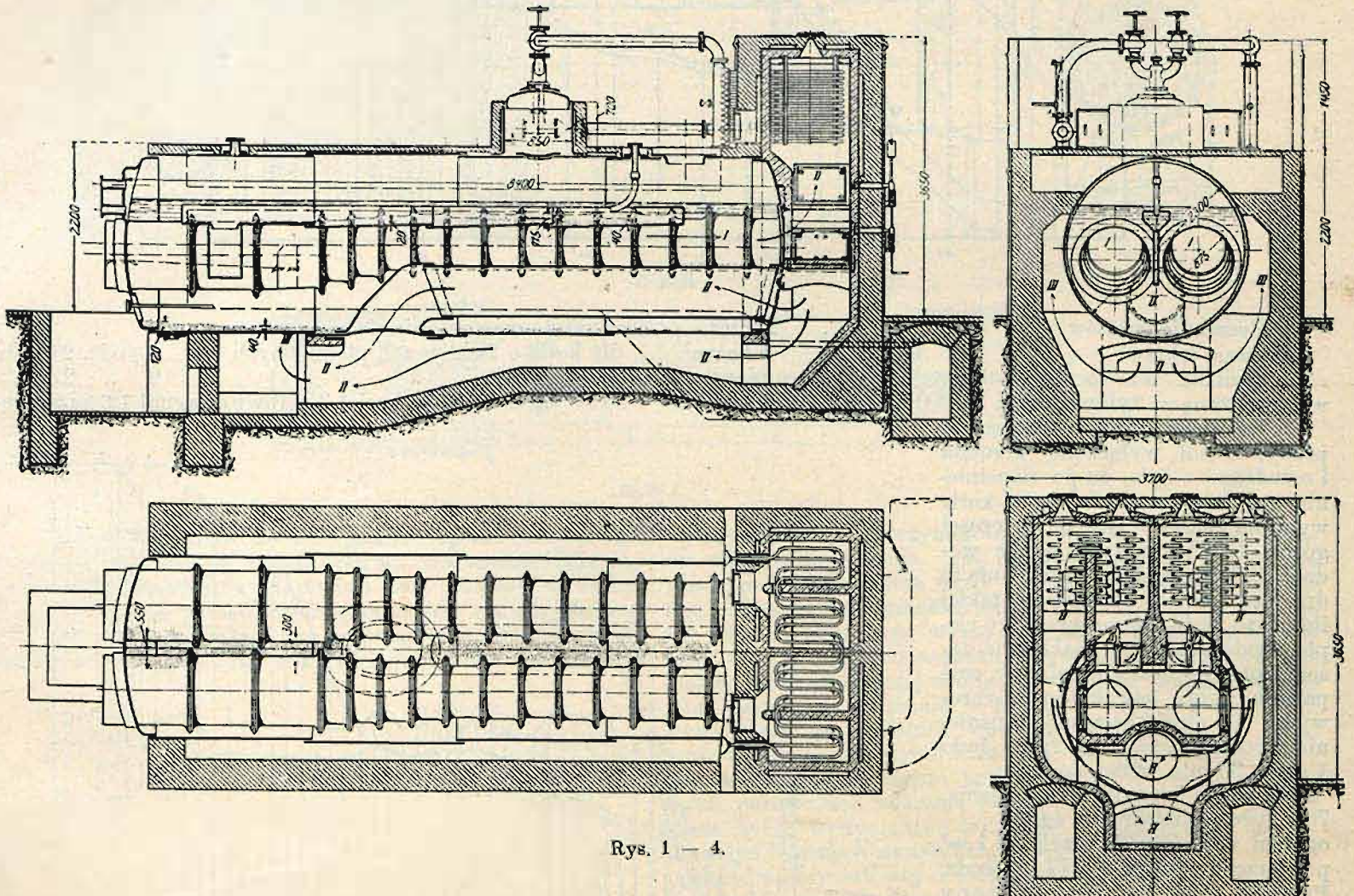
Do chwili osiągnięcia ciśnienia 8 atm. zużyto:

30 kg drzewa do rozpalenia ognia,

50 „ węgla na pokrycie rusztów,

330 „ na utrzymanie ognia,

ogółem więc 30 kg drzewa i 380 kg węgla śląskiego w przeciągu 56 minut, na godzinę więc ~400 kg na 2,8 m² powierzchni rusztów, czyli około 140 kg na godzinę i 1 m² powierzchni



Rys. 1 — 4.

Kocioł trójrurowy posiadał wymiary następujące:	
Powierzchnia ogrzewalna	80 m ²
Średnica	2300 mm
Długość	8400 „
Wewnętrzna średnica rur płomiennych (rury stopniowe)	875—650 mm
Wewnętrzna średnica rury 3-ej	650 mm
Przestrzeń parowa	6,45 m ³
Przestrzeń wodna	18,53 m ³
Powierzchnia rusztów	2,8 m ²
Stosunek pow rusztów do pow. ogrzew. ~	1:28,6.

W przeddzień próby kocioł wyłączono z ruchu i ostudzono przez napełnienie wodą. Przy rozpoczęciu próby temperatura wody przy kurku probierczym wynosiła 43° C., termometr zaś umieszczony w spodniej części kotła, w przykrywie włazu, sięgający na 900 mm do wnętrza kotła, wskazywał 29,5° C. O godz. 9 m. 18 rozpalono ogień na rusztach. Po 12 minutach strzałka termometru zaczęła się poruszać, po 16 zaś minutach zaczęła się wytwarzać para. Ciśnienie pary wzrastało nader szybko, gdy tymczasem termometr, umieszczony w „martwej“ masie wodnej, wznosił się bardzo powoli. Próby wody, brane z najniższego kurka probierczego, wska-

rusztów. Nagrzewanie odbywało się więc w warunkach normalnych.

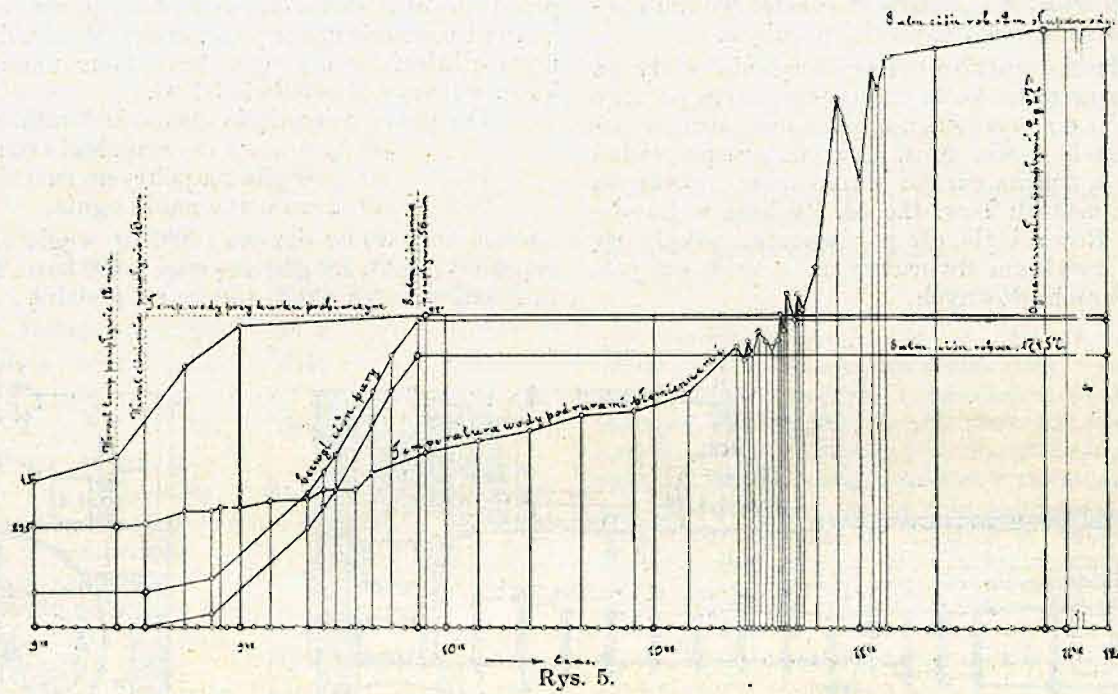
Około godz. 11-ej termometr zanurzony w „martwej“ masie wodnej wznosić się zaczął szybciej. Przebieg wzrostu temperatury wskazuje krzywa temperatury na rys. 5. O godz. 11 min. 48 termometr doszedł do wysokości 175,6° C., odpowiadającej ciśnieniu w poziomie termometru. Wyrównanie się temperatur nastąpiło zatem po upływie 2 godz. 27 min. Po wyrównaniu się temperatur, puszczone w ruch pompę zasilającą, celem stwierdzenia wpływu zasilania na krążenie wody. Pomimo wpompowania znacznej ilości wody (około 1 m³ w przeciągu 18 min.), termometr pozostał w spokoju i nie zmienił się później w ciągu całego czasu trwania próby. Szybkie wyrównanie się temperatur przypisać należy krążeniu wody, które około godz. 11-ej, więc w niespełna dwie godziny po rozpaleniu ognia, nabrało szczególnej siły.

Wpływ krążenia wody w kotle trójrurowym uwidoczni się, gdy cyfry powyżej podane zestawimy z wynikami prób nagrzewania kotła typu zwykłego (dwururowego), otrzymanymi w warunkach zbliżonych.

Kocioł dwururowy, badany przez prof. LEWICKIEGO, posiadał wymiary następujące:

Srednica	2100 mm
Długość	8800 „
Srednica rur płomiennych w świetle	850 „
Powierzchnia ogrzewalna	75,46 m ²

Czas potrzebny do nagrzania aż do ciśnienia robocze-
go wynosił więc:
dla kotła o 2-ch rurach płomiennych . . . 1 godz. 30 min.
„ „ „ 3-ch „ „ „ . . . 0 „ 56 „

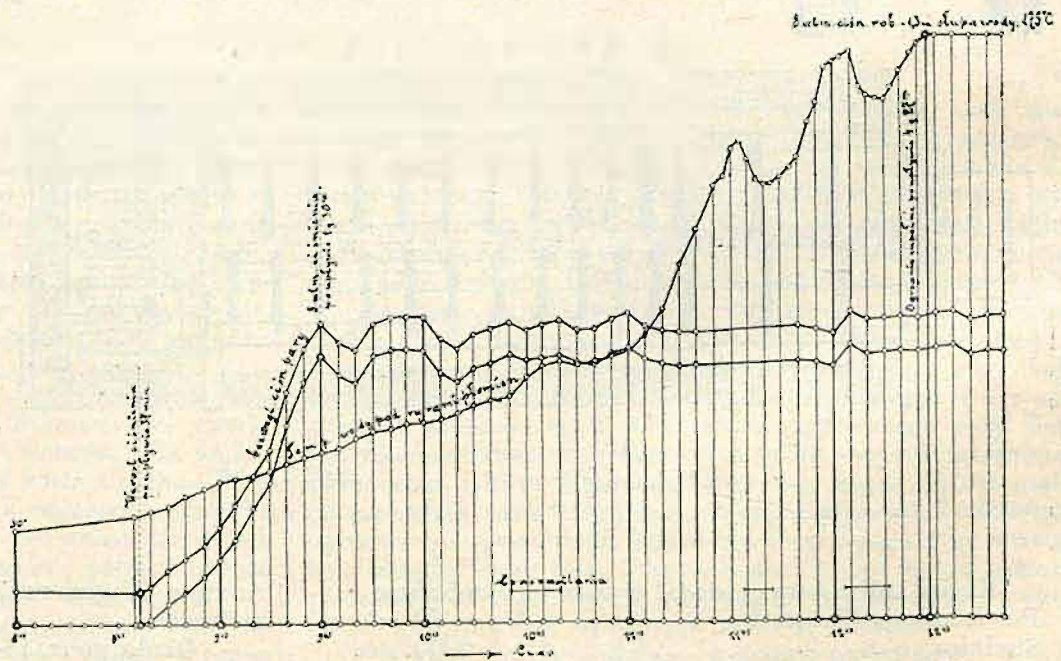


Rys. 5.

Powierzchnia rusztów 2,9 m²
Ciśnienie robocze —8 kg/cm².
Zasilano bez koryta zasilającego przez rurę pionową,
wprowadzoną na tylnym końcu na 300 mm pod poziom wody.

czas zaś do wyrównania się temperatur:
dla kotła o 2-ch rurach płomiennych . . . 4 godz. 27 min.
„ „ „ 3-ch „ „ „ . . . 2 „ 27 „
Wynika stąd, że kocioł 3-rurowy osiągnął 1,6 razy prę-

Na dzień przed rozpoczęciem próby, kocioł wyłączono z ruchu i ostudzono o tyle, że po napełnieniu go, temperatura wody w kotle wynosiła zaledwie 42° C. w części górnej i 30° w martwej masie wodnej. Do rozpalenia ognia użyto drzewa i węgla brunatnego w takiej ilości, że ilość doprowadzonego ciepła odpowiadała dość dokładnie ilości ciepła, doprowadzonej przy rozpaleniu ognia pod kotłem 3-rurowym. Do chwili osiągnięcia ciśnienia roboczego, na co potrzeba było 1 godz. 30 min. czasu, spalono: 25 kg węgla brunatn. do rozpalenia, 705 „ do podtrzymania ognia, ogółem więc 730 kg, czyli na 1 m² powierzchni rusztów 177 kg/godz. Przebieg próby był następujący (rys 6):



Rys. 6.

Ogień rozpalono o godz. 8 min. 15 rano. Po 37 minutach termometr począł wznosić się powoli ponad początkową temperaturę 30° C. Jednocześnie zaczęła wytwarzać się para, która o godz 9 m. 45, a więc w 1 godz. 30 m. po rozpaleniu ognia, doszła do ciśnienia roboczego 8 kg/cm². Termometr wskazywał 52° C. O godz. 11 m. 15, a więc po upływie 3-ch godzin, temperatura dolnej masy wody wzrastać zaczęła szybciej i przy znacznych wahaniami doszła o godz. 12 m. 42 do 175° C., odpowiadającej ciśnieniu.

dziej ciśnienie robocze i zużył 2 godziny mniej na wyrównanie się temperatur, niż kocioł 2-rurowy. Należy przytem zaznaczyć, że kocioł 2-rurowy posiadał mniejszą zawartość wodną i mniejszą masę całkowitą niż kocioł 3-rurowy.

M. T.

Kocioł parowozowy z paleniskiem rurowem,

systemu inż. Brotan'a, inspektora dróg żelaznych państwowych austriackich¹⁾.

Na ostatnim XVII-tym Zjeździe techników dróg żelaznych, należących do związku niemieckiego, odbyty z po-

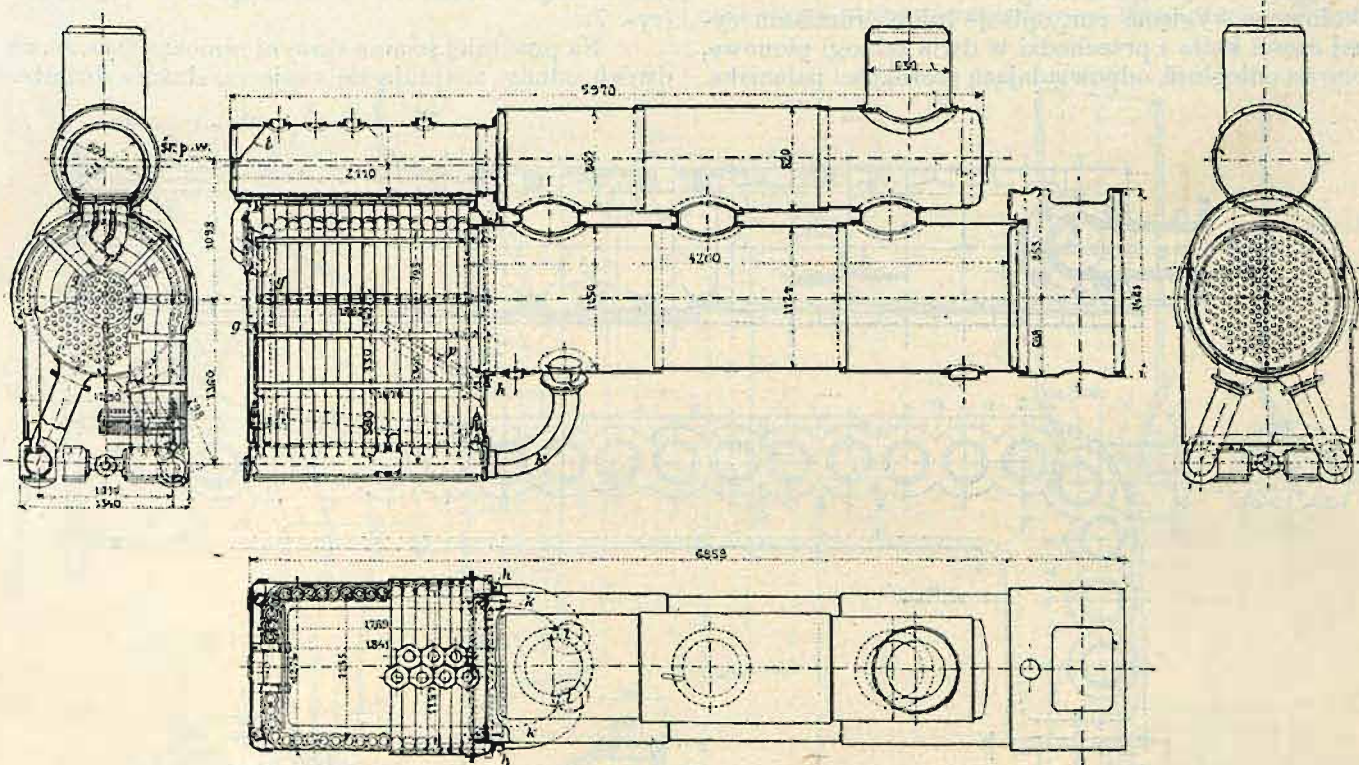
czątkiem roku bieżącego w Tryeście, przy obradowaniu nad pytaniem: „Jakie najnowsze ulepszenia zostały zastosowane przy budowie kotłów parowozowych“, zaznaczono, że na drogach państwowych austriackich dokonywują się próby z nowym kotłem BRO TAN'A. Nie podano jednak ani szczegółów

¹⁾ Rzecz wygłoszona na zebraniu członków korespondentów Wydziału Kotłów i Motorów przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie, w d. 20 listopada 1903 r.

ustroju kotła, ani nawet nie powiedziano, czy system ten przedstawia jakie korzyści oraz jakie są wyniki z odbytych prób. Ponieważ pomysł BROTAŃA opiera się na racjonalnej podstawie, sama zaś budowa kotła, sądząc z dotychczasowych obserwacji, przedstawia się w sposób rokujący powodzenie, przeto uważam za stosowne na ważne to ulepszenie zwrócić uwagę szerszego ogółu techników, a w szczególności inżynierów dróg żelaznych.

śnieniem 14 atm. potrzeba na 1 k. p. i godzinę 10,94% więcej pary przy 12 1/2 atm., a 12,45% przy 10 atm. ciśnienia. Argument bardzo dobitnie wskazujący, że przyszłe kotły parowozowe będą pracowały nie z niższym, lecz z wyższym aniżeli dotychczas ciśnieniem.

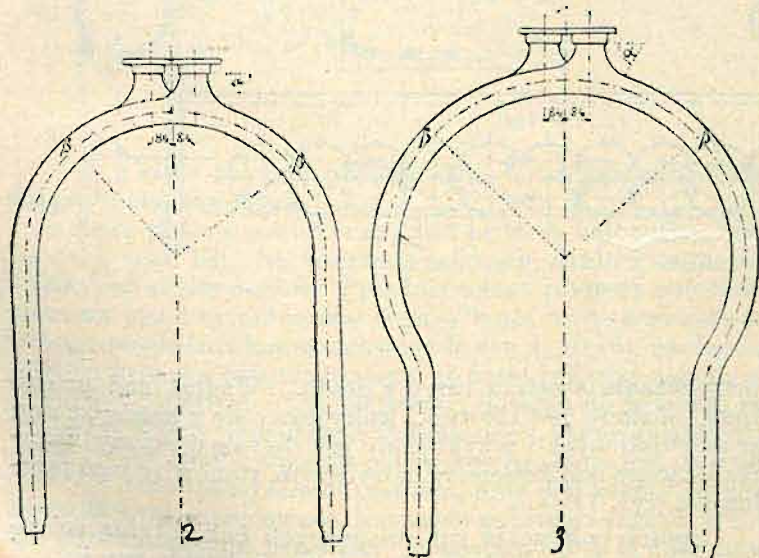
Kocioł cylindryczny nie nastęrcza poważniejszych do tego przeszkód. Inna rzecz jednak z paleniskiem. Blachy miedziane, służące do wyrobu palenisk, posiadają 22 kg/mm²



Rys. 1.

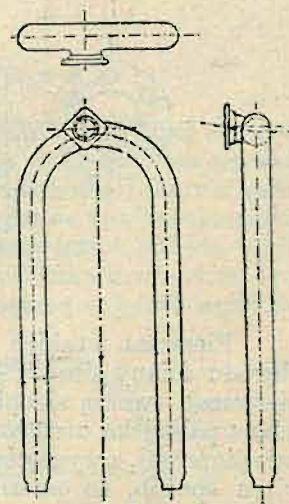
Ogólnie wiadomo, że z wyjątkiem sporadycznych odmiennych konstrukcji, zasada ustroju powszechnie używanych kotłów parowozowych do dziś dnia pozostała ta sama, jaką STEPHENSON zastosował do pierwszych swoich parowozów. Jak wiadomo, polega ona na połączeniu stojącego kotła o palenisku skrzyniowym z kotłem poziomym cylindrycz-

wytrzymałości. Wytrzymałość ta jednak w miarę wzrostu temperatury maleje. Tak np. przy temp. 197° C., odpowiadającej temperaturze wody otaczającej palenisko przy 15 atm. ciśnienia, wytrzymałość miedzi spada do 18,5 kg/mm². Jeżeli jednak wewnętrzne ściany paleniska obłożone są kamieniem, to przy większym nagraniu się ścian paleniska, wytrzymałość jeszcze znacznie maleje; a wiadomo, że oczyszczanie ścian paleniska z kamienia, w miarę zwiększania się palenisk nowych kotłów, bardzo jest utrudnione. Jeżeli zauważymy jak często przy nowych parowozach zdarzają się pęknięcia tybli, wydymania i nadpęknięcia ścian bocznych na tyblach, nadpęknięcia ściany sitowej i tylnej na bocznych i górnych załamach, wyżerania podłużne w postaci rozgałęzień, spotykane na ścianach żelaznych zewnętrznej skrzyni paleniskowej, to przyznamy słusność usiłowań, zmierzających ku ulepszeniu tej części kotła parowozowego. Ameryka stara się zastąpić paleniska miedziane żelaznami; w Europie, gdzie doświadczenia z żelaznami paleniskami nie wydały pożądaných rezultatów, zaczęły się pojawiać konstrukcje z cylindrycznymi żelaznymi paleniskami syst. LENZ'a i z paleniskami z cegły ogniotrwałej syst. SACHOR'a. Najnowszy i odmienny pomysł przedstawia kocioł BROTAŃA, z paleniskiem z rur wodnych. Jak kocioł zwykłego typu, tak i kocioł BROTAŃA składa się: z walcowej części (z rurami płomiennymi) o dwóch dnach sitowych żelaznych, i z paleniska, złożonego z rur żelaznych, w których krąży woda (rys. 1).



Rys. 2 i 3.

nym z rurami płomiennymi. Kotły takie okazały się w praktyce zupełnie odpowiednie, dopóki ciśnienie pary w kotle nie przekraczało 10 atm. W miarę jednak jak ciśnienie pary w nowo budujących się kotłach parowozowych wzrasta, wzmagają się jednocześnie i wątpliwość, czy ustrój ten może być jeszcze uważany za odpowiedni. Rozpowszechniające się stosowanie parowozów compound prowadzi do budowy kotłów o coraz wyższym ciśnieniu, do tego samego zmusza potrzeba zwiększenia mocy parowozu z jednej i ekonomiczne wyzyskanie paliwa z drugiej strony, przy zwykłych parowozach bliźniaczych. Doświadczenia dowiodły, że w porównaniu z ci-



Rys. 4.

Na walcowej części kotła, zapomocą trzech sztucerów, osadzony jest zbiornik cylindryczny ze zbieralnikiem, skąd przez przednie dno zbiornika wyprowadzone jest kolano, łączące się z rurą krzyżową, odprowadzającą parę do cylindrów.

Palenisko, stanowiące rdzeń nowego pomysłu, zbudowane jest z rur stalowych bez szwu, 85 i 95 mm średnicy i 5 mm grubości ścianek. Rury te, po wygięciu i zeszwajowaniu, starannie są wyglizowane i wypróbowane pod ciśnieniem 50—60 atm. Rury te wygięte są w kształt wskazany na rys. 2 lub 3. Kocioł cylindryczny, którego palenisko posiada rury kształtu jak na rys. 2, może pomieścić do 200, kocioł zaś z paleniskiem z rur wygiętych podług rys. 3—do 300 sztuk rur płomiennych o zwykłej średnicy.

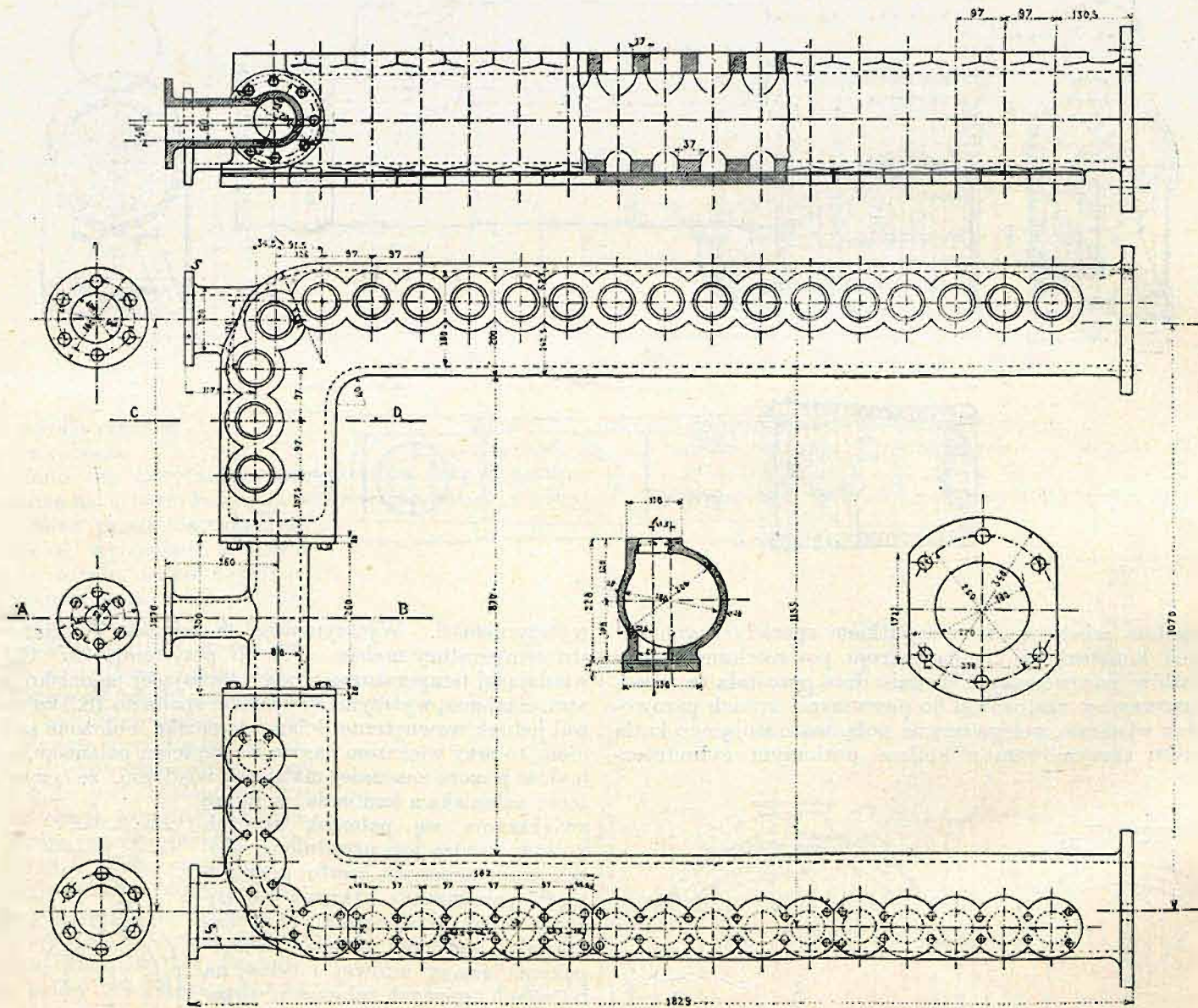
Oś kołowego wygięcia rur, opisuje łuk o promieniu cylindrycznej części kotła i przechodzi w dwie odnogi pionowe, rozstawione na odległość, odpowiadającą szerokości paleniska.

stożkowe nadstawy *l* zapomocą wygiętych rur *k*, stalowych lub miedzianych (rys. 1).

Wierzch skrzyni posiada powiercone i drobnym gwintem nacięte otwory, w które zaciągnięte końce rur, silnie są wwalcowane i rozwinięte, przez otwory znajdujące się w dolnej ścianie skrzyni, zamykane pokrywkami (rys. 6 i 7).

Dla ochrony rur od rdzewienia, u dołu każdej z nich, nad ramową wodną skrzynią, nałożona jest na kit mufka z blachy miedzianej. Mufka ta może sięgać do wysokości rusztów (rys. 7).

Na przedniej ścianie skrzyni ramowej (rys. 5), na osi obydwóch odnóg, znajdują się szyje *ss*, służące do przemywania



Rys. 5.

Pierwsza z takich rur, wygięciem łukowym przylega do obwodu ściany sitowej (rys. 1); następne rury, dosunięte do pierwszej, tworzą sklepienie i boczne ściany paleniska; tylna ściana paleniska utworzona jest z rur, ułożonych w płaszczyźnie pionowej, z wygięciami o łukach dośrodkowych (rys. 4 i 6) w ten sposób, że ostatnia wewnętrzna rura tej ściany, obejmuje pierścień *g* paszczy paleniskowej. Na wierzchu każdej rury znajduje się naszwajowana szyja (rys. 2 i 3) o średnicy 100 lub 110 mm, zależnie od średnicy rur, i osadzona z osi na 84 mm, naprzemian u jednej na prawo, u następnej zaś na lewo.

Szyje te, zapomocą nanitowanych i zalutowanych kołnierzy, łączą się ze zbiornikiem nadpaleniskowym (rys. 1 i 12).

Końce rur osadzone są w stalowej skrzyni wodnej (rys. 5). Skrzynia ta (rys. 5 i 6) odlana jest z miękkiej stali, posiada kształt podkowy i składa się z dwóch bocznych części, połączonych środkową rurą krzyżową, przeznaczoną do umieszczenia kranu spustowego. Przednie końce skrzyni, o ile nie są ze sobą również skomunikowane rurą, złączone są sztywną poprzeczną i połączone z kotłem cylindrycznym przez

i oczyszczania wnętrza ramy z osadu. Wzdłuż nad paleniskiem, ułożony jest zbiornik, który łączy się z każdą ze sztych rur paleniskowych i przykręcony jest do tylnej ściany zbiornika leżącego nad kotłem cylindrycznym, stanowiąc jego przedłużenie (rys. 1).

Sposób połączenia rur (tworzących boki i tylną ścianę paleniska) z płaskim dnem zbieralnika, wskazuje rys. 6.

Dla wzajemnego utrzymania rur paleniskowych między sobą, na wysokości osi paszczy paleniskowej, nalutowane są na rurach łapy (rys. 8 i 6), pościągane ze sobą śrubami, oraz niezależnie od tego, cały pęk rur paleniskowych ujęty jest pasami z płaskiego żelaza, w sposób wskazany na rys. 6 i 13.

Aby zapobiedz uchodzeniu gorących gazów przez międzyrurkowe szczeliny paleniska, w pozostawione dwumilimetrowe fugi, włożone są paski miedziane, które następnie z dwóch stron mocno są ubite, tworząc uszczelniający klin (rys. 9).

Płaszcz paleniska, otaczający palenisko rurowe (rys. 10 i 13) składa się:

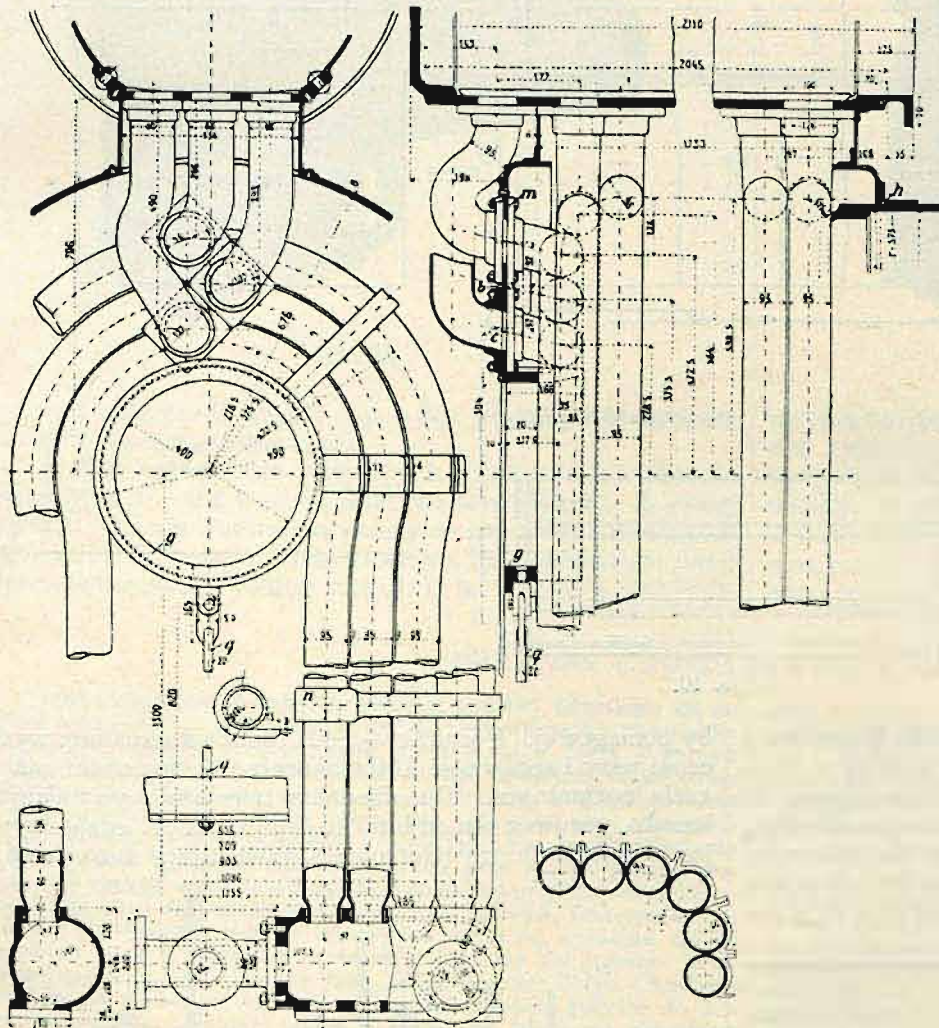
1) z przedniej 10 mm ściany, z otworem o średnicy równej cylindrycznej części kotła;

2) z tylnej ściany, równej wielkości z przednią i również 10 mm grubej, ustawionej w odległości 70 mm od rur paleniskowych. Z nią ześrubowany jest pierścień paszczy paleniskowej *g* (rys. 1 i 6), którego oś, leży w osi kotła cylindrycznego.

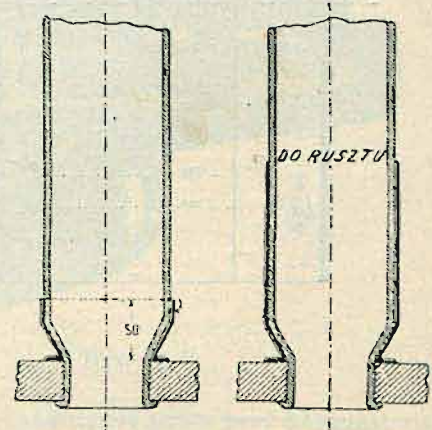
3) z bocznych ścian 8 mm grubości, sięgających do wysokości na której znajduje się początek łuku rur paleniskowych, i wreszcie

jest z bocznymi ścianami płaszcza. Dla umożliwienia swobodnej dylatacji rur paleniskowych, które pod wpływem ciepła wydłużają się o $4\frac{1}{2}$ mm, oraz celem uchronienia od szkodliwych napięć połączeń przy zbiorniku nadpaleniskowym, na którym wisi całe palenisko rurowe, skrzynia ramowa, w czterech rogach, zawieszona jest sprężynami spiralnymi na konsolach przytwierdzonych do przedniej i tylnej ściany płaszcza paleniskowego (rys. 11).

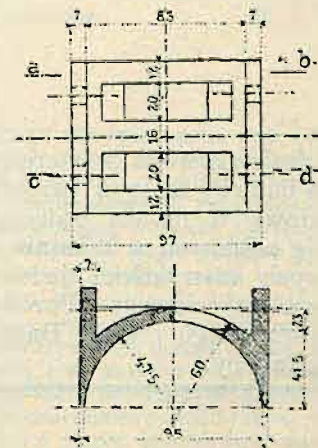
Za pośrednictwem tych sprężyn, ciężar paleniska przenosi się na płaszczyz, względnie na ramy wozu. Zbiornik nad-



Rys. 6.



Rys. 7.

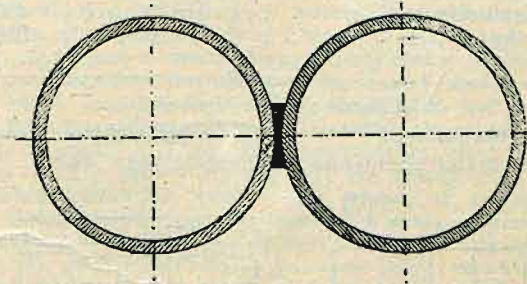


Rys. 8.

4) z kilku blach kopułkowych o 6 mm grubości, łatwo dających się odejmować.

Cały płaszczyz ześrubowany jest bądź na kątowniki, bądź na pasy (rys. 13). Na bocznych ścianach, nanitowane są nakładki pod siódła ramowe. Przednia ściana płaszcza paleniska, złączona jest z cylindryczną częścią kotła za pośrednictwem silnego pierścienia kątownikowego *h* (rys. 1, 10 i 6), naciągniętego na gorąco i przynitowanego do kotła tuż przy ścianie sitowej paleniskowej. Dla ułatwienia dostępu do połączeń rur przedniej ściany paleniska ze zbiornikiem nadpaleniskowym, część tylnej ściany płaszcza paleniskowego ujęta jest na śruby (rys. 10). Do tylnej ściany płaszcza, przy pierścieniu paszczy paleniskowej, umocowane jest samo palenisko rurowe śrubami przechodzącymi przez pasy ściągające rury. U dołu przedniej i tylnej ściany płaszcza paleniska znajdują się mocne kątowniki (rys. 1), na których spoczywają belki rusztowe paleniska. Przednia ściana płaszcza paleniskowego pod ścianą rurową, oraz część tylnej ściany pod paszczą, wymurowane są cegłą ogniotrwałą. Cegły te spoczywają na ostatnio wspomnianych kątownikach. Dla umieszczenia w palenisku sklepienia nadrusztowego, do przedniej ściany płaszcza paleniskowego umocowane są ukośne dźwigary, na których spoczywa sklepienie. Aby w miejscu zetknięcia się z tymi dźwigarami ochronić rury paleniskowe od rdzewienia, pod dźwigary podłożone są podkładki miedziane. Płaszczyz paleniska jest krótszy od rur paleniskowych, tak, że ramowa skrzynia wodna leży już w popielniku, który na nakładki i śruby umocowany

paleniskowy posiada u góry odpowiednio rozłożone otwory, przez które rury paleniskowe można dogodnie oczyszczać. Linia ogniowa w palenisku leży u wierzchołka łuku rur paleniskowych. Średni stan wody dochodzi do środka zbiornika nadpaleniskowego; najniższy i najwyższy leżą o 100 mm w górę i na dół od średniego stanu. W porównaniu z kotłem normalnym, kocioł BROTAN'A zawiera większą objętość wody do



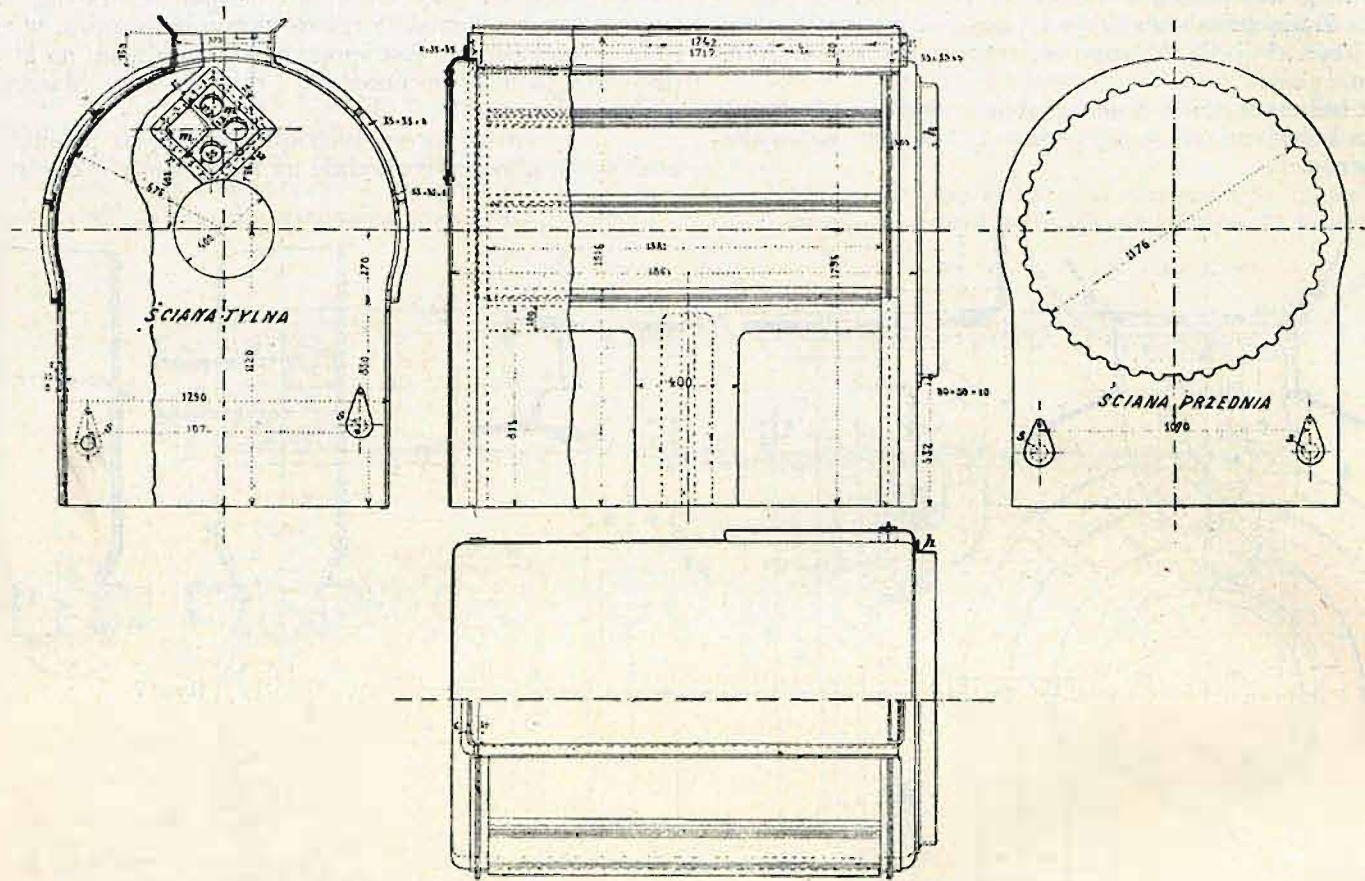
Rys. 9.

odparowania, w przestrzeni między najniższym poziomem wody i linią ogniową, a mianowicie, normalny kocioł zawiera $0,646 m^3$, kocioł BROTAN'A zaś $0,821 m^3$ wody.

Do obliczenia powierzchni ogrzewalnej paleniska, przyjęto połowę obwodu rur wodnych. Rys. 12 i 13 przedstawiają kocioł BROTAN'A zbudowany w Pierwszej Czesko-Morawskiej fabryce maszyn w Pradze. Konstruktor przewidział róż-

ne modyfikacje kotła w szczegółach, zależne od typu parowozu, a więc z ukośną ramą dolną, oraz z innymi sposobami połączenia jej z kotłem cylindrycznym.

Parowóz 4754 z kotłem BROTAN'A oddano do ruchu w styczniu 1901 r. i początkowo przeznaczono go wyłącznie do służby manewrowej; po trzech miesiącach wzięto go do służ-

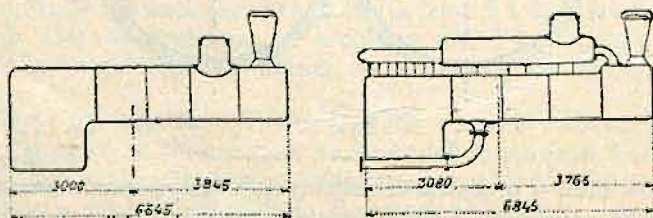


Rys. 10.

Na skutek żywego zainteresowania się T. E. RADINGER'A (profesora budowy maszyn parowych w Politechnice w Wiedniu) budową w mowie będącego kotła, ministerium do spraw dróg żelaznych w Wiedniu, poleciło wykonać dla dróg państwowych austriackich jeden taki kocioł dla parowozu towarowego trzyosiowego. Porównawcze dane dwóch typów kotłów, normalnego i kotła BROTANA'A, zestawione są w następującej tabelicy:

	Kocioł normalny	Kocioł z paleniskiem rurowym
Cisnienie pary w kotle	10 atm.	12 atm.
Średnica wewn. kotła cylindrycznego	1322 mm	1150 mm
Łość rur płomiennych	186	205
Zawartość wody przy najniższym stanie wody	3,9 m ³	3,8 m ³
Objętość dla pary	1,65 „	1,75 „
Powierzchnia ogrzewalna w palenisku	8,6 m ²	11,20 m ²
„ „ w rurach	124,50 „	137,50 „
„ „ całkowita	133,10 „	148,70 „
Powierzchnia rusztów	1,85 „	1,80 „
Ciężar części paleniskowej	4030,0 kg	3600,0 kg
„ „ cylindrycznej	3730,0 „	4500,0 „
„ „ całkowity	7760,0 „	8100,0 „

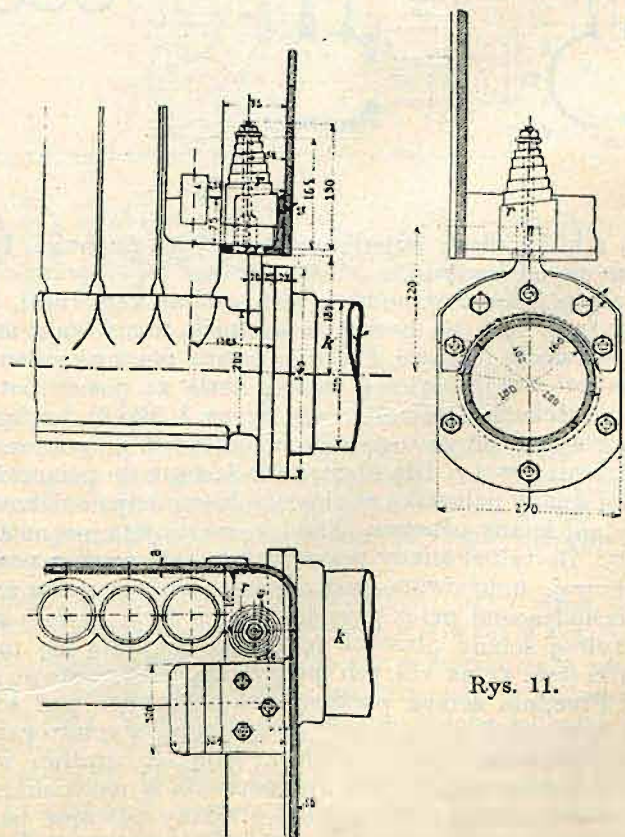
Położenie środka ciężkości kotła normalnego z rurami płomiennymi i napełnionego wodą z paleniskiem rurowym



Obciążenia na osie przy parowozie w pogotowiu:

1) oś = 13,1 t	1) oś = 13,3 t
2) „ = 13,2 „	2) „ = 13,5 „
3) „ = 13,2 „	3) „ = 13,4 „
razem = 39,5 „	razem = 40,2 „

by pociągowej. Rezultat wypadł bardzo korzystnie; wytwórczość pary i sprawność kotła okazały się wyższymi niż przy kotle normalnym. Dla zbadania trwałości tego rodzaju paleniska, parowóz ten oddano do depo Laibach, gdzie używany jest węgiel brunatny (Gotscheer), zawierający dużo siarki, pod



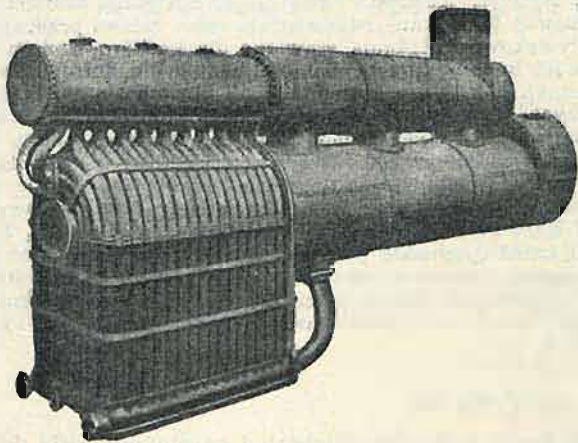
Rys. 11.

której działaniem niszczą się miedziane i stalowe paleniska w przeciągu względnie bardzo krótkiego czasu. Na skutek jednak otrzymanych dobrych wyników, jednocześnie wspomniane ministerium 10 lutego 1902 r. zamówiło cztery takie parowozy (№ 4706, 4714, 4745 i 4766).

Korzyści kotła BROTAN'a są następujące:

1) Kocioł nie posiada ani tybli, ani ankrów podniebiennych, ani ściągaczy bocznych ścian zewnętrznego paleniska.

2) Całe palenisko od strony ognia nie posiada nitów i wogóle żadnego złączenia dwóch blach.



Rys. 12.

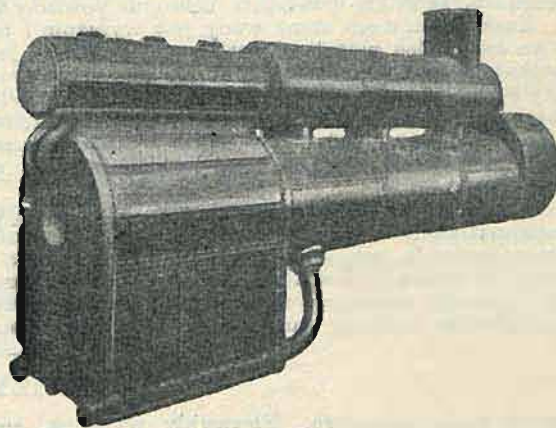
3) Palenisko BROTAN'a daje o 50% większą bezpośrednią powierzchnię ogrzewalną kotła.

4) Przy zachowaniu normalnych wymiarów, kocioł może pomieścić o 15—40% większą ilość rur płomiennych. Z uwagi na punkt 1 i 2, spodziewać się należy, że palenisko rurowe podlegać będzie mniejszym odkształceniom i uszkodzeniom; jeżeli więc zauważymy, że podług statystyki lat ostatnich, przeważ-

na ilość wybuchów kotłów parowozowych pochodziła z uszkodzeń w palenisku, to kocioł BROTAN'a daje większą gwarancję bezpieczeństwa.

Koszt nowego kotła BROTAN'a wypada o 18% niższy od kotła normalnego.

Z uwagi zaś na punkt 3 i 4, wnosić należy, że przy kotle BROTAN'a ciepło lepiej jest wyzyskane. Kocioł ten ma zape-



Rys. 13.

wnioną bardzo żywą cyrkulację przez rury komunikujące kocioł cylindryczny z ramową skrzynią wodną paleniska, co wpływa na ożywienie odparowania. Porównawcze próby dowiodły, że w tym kotle jest 20,2% szybsze odparowanie niż w kotle typu normalnego. Oszczędność na węglu jest koniecznym rezultatem powyższego, co też ostatnio w czasie eksploatacji istotnie zostało stwierdzone. R. Schram.

PRZEPISY I POSTANOWIENIA RZĄDOWE.

Nowoczesne ustawodawstwo różnych państw, odnoszące się do kotłów parowych¹⁾. Holenderskie prawo, niedowierzająco usposobione względem wentyli sprężynowych, dozwala, żeby jeden z wentyli bezpieczeństwa przy kotłach ruchomych, był urządzony z pośrednio sprężynowym obciążeniem, z warunkiem jednakże, żeby podnoszenie się jego wynosiło co najmniej 2 mm. nim ciśnienie pary osiągnie 1 atm. ponad dozwolone ciśnienie. Jeżeli jednakże bezpośrednio obciążenie próbne nie może być zastosowane przy kontrolowaniu, natenczas do takiego wentyla winna być dodatkowo przystosowana dźwignia z ciężarem. Jak wyżej wspomniano, niemieckie, francuskie, rosyjskie i szwajcarskie przepisy nie wypowiadają się wyraźnie, czy do obciążenia wentyli mają być użyte sprężyny, czy też ciężary. Włochy uznają wentyle sprężynowe jako „dopuszczalne”; Belgia i Austria, podobnie jak Holandia, ograniczają ich zastosowanie jedynie do kotłów ruchomych, przyczem jednakże Holandia dopuszcza przystosowanie jednego tylko wentyla sprężynowego. Filadelfia dozwala stosowanie wentylów sprężynowych, po uzyskaniu na to oddzielnego upoważnienia. Większa część ustaw kotłowych warunkuje jeszcze obciążenie (ciężarem lub sprężyną) dźwigni na jej krańcu, a to celem usunięcia możliwości przeciążenia wentyla, przez przesuwanie obciążenia, Holandia, Belgia, Austria i Szwajcarya, wymagają przy wentylach sprężynowych ograniczenia nacisku sprężyn do granic dozwolonego obciążenia. Odnosnie gniazd wentyli bezpieczeństwa, przepisy holenderskie wymagają wykonania ich z odpowiedniego materiału, dalej, żeby szerokość siódła wynosiła powyżej $\frac{1}{30}$ średnicy w świetle, przyczem jednakże nigdy nie przekraczała 4 mm, i żeby przy zastosowaniu siedłisk stożkowych, wykluczona była możliwość ich zacinania się. Z wyjątkiem przepisów belgijskich, które wyraźnie zastrzegają płaskie siódła, o szerokości zgodnej z wymaganiami holenderskimi, przepisy innych państw nie poruszają tej kwestyi, chociaż nie jest ona pozbawiona praktycznego znaczenia.

Inne w tym kierunku zastrzeżenia rozmaitych państw są bez większego znaczenia i możnaby o nich przemilczeć, a tylko gwoździem do trumny zaznacza się, że: Holandia i Rosya wymagają, aby jeden z wentyli był niedostępny. Holandia zastrzega jeszcze, ażeby: wentyle (również i niedostępne), otwarte rury bezpieczeństwa i urządzenia do zruszania wentyli, były dla dozoru łatwe do sprawdzenia. („Obwieszczenie” niemieckie, odnośnie wentyli stawia także same żądania). W przepisach belgijskich, niemieckich i szwajcarskich spotyka się podobne żądania. Postanowienia holenderskie wymagają dalej: 1) żeby wentyle sprężynowe, przy pęknięciu sprężyny, nie mogły być parą wyrzucone z gniazda; 2) żeby wentyle mniejsze niż 40 mm w średnicy miały górne przewodniki i 3) żeby wymiana dźwigni albo grzybków wentylowych mogła następować tylko po uzyskaniu na to urzędowego zezwolenia. Holandia i Belgia, których przepisy kotłowe bardzo są zbliżone, wymagają jeszcze odpowiedniego umieszczenia wentyla bezpieczeństwa, a mianowicie bezpośrednio na zbiorniku pary. Belgia stawia nareszcie jeszcze żądanie, ażeby przy wypływie pary, zwłaszcza przy zruszaniu wentyli, uniemożliwione było oparzenie osób (osłonięte wentyle z rurą odwodową, ograniczo-

skok i t. p.), t. j. warunek, który nie tyle ma na celu bezpieczeństwo samego urządzenia parowego, ile raczej ochronę obsługi kotłowej.

Nakoniec wyjątkiem w Holandyi obowiązuje przy kotłach (zopatrzonych w otwarte rury bezpieczeństwa), pracujących o ciśnieniu mniejszem niż 1 atm., ażeby za pomocą wentyla powietrznego lub jakiego innego przyrządu, automatycznie doprowadzane było powietrze do kotła, gdy prężność w nim pary opadnie niżej 1 atm.

c) *Uzbrojenia zapobiegające brakowi wody.* Przechodząc do uzbrojeń które służą do zapobiegania wybuchom, wywołowanym brakiem wody, zwrócić należy przedewszystkiem uwagę na to, że wszystkie bez wyjątku przepisy wymagają, przy każdym kotle właściwym, dwóch bezpośrednio z wnętrzem kotła stale połączonych przyrządów, z których jednym powinien być bezwarunkowo wodowskaz, a drugim może być także wodowskaz. Tylko prawo holenderskie żąda dwójonej ilości tych przyrządów dla kotłów z przednim i tylnym paleniskiem, a Francya i Belgia dozwalają, żeby przy wysokich stojących kotłach, zamiast żądanego bezwarunkowo jednego wodowskazu, przystosowany był inny, urzędownie dozwolony przyrząd.

a) i b) *Wodowskazy i kurki probiercze.* Z powodu pokrewnych wymagań dla tych uzbrojeń, dla zwięzłości rozpatruje się je tu jednocześnie. Dawniejsze przepisy kotłowe o budowie szklanego wodowskazu wskazują na rurki szklane; tymczasem nowsze przepisy dozwalały na przystosowanie skrzyńeczek z płaskimi szybami szklanymi lub mikrowem, albo też, pomijając zupełnie kształt szkła, mówią tylko o wodowskazie szklanym.

Zresztą państwa, których przepisy kotłowe wyraźnie tylko o rurek szklanych wspominają, pozwalają też na stosowanie wyżej wspomnianych skrzyńeczek. Przepisy niemieckie, holenderskie i rosyjskie zastrzegają, aby kanały kurków i wentyli mogły być w prostym kierunku przepychane w czasie biegu; z innej strony (Holandya) zastrzega się dla tych kanałów średnicę przynajmniej 6 mm, a w razie zastosowania rurek komunikacyjnych, powinny one być możliwie proste i mieć średnicę najmniej 30 mm. Filadelfia dla takich rurek wymaga średnicy najmniej 31,7 mm. Inne zastrzeżenia, choć mniej lub więcej z samej natury rzeczy wynikające, ale bynajmniej nie ze szkoda w ustawach kotłowych pomieszczone, głoszą, że: 1) rurka szklana, odnośnie szyba płaska, powinna łatwo dawać się oczyszczać i zmieniać (Belgia, Francya i Włochy); 2) kurki powinny być metalowe (spław miedzi); 3) na wodowskazach powinny być przewidziane nie tylko kurki zamykające, ale i kurki lub wentyle do przedmuchiwania (Holandya) i 4) zasłony ochronne są wymagane przy warunku, ażeby nie przeszkadzały łatwemu i wyraźnemu rozpoznawaniu poziomu wody (Holandya i Szwajcarya). Zdawałoby się, że wymaganie zasłon ochronnych dla wodowskazu, również mało ma związku z przepisami kotłowymi, jak wyżej przytoczone żądanie w końcu rozdziału o wentylach bezpieczeństwa, ażeby wypływająca z nich para nikogo nie oparzyła. Są to raczej zastrzeżenia, które dotyczą tylko osobistego bezpieczeństwa służby kotłowej, ale bynajmniej nie wpływają bezpośrednio na bezpieczny bieg kotła. Gdyby chciano takie żądania wprowadzać do przepisów kotłowych, to należałoby też w nich zastrzedz, aby np. drzwi kotłarni otwierały się na zewnątrz i kotłarnia dobrze była przewietrzana; aby wentyle komunikacyjne pomiędzy dwoma kotłami były

¹⁾ Ciąg dalszy; p. № 49 z r. z., str. 690.

opatrzony urządzeniami, przeszkadzającymi wtargnięciu pary lub wody z sąsiedniego kotła do kotła, w którym odbywa się oczyszczanie lub rewizja i t. p. Takie przepisy powinny właściwie znaleźć miejsce w ustawodawstwie o ochronie robotników. Jeżeli już wprowadza się takie prawa ochronne, które również mogą wpływać szkodliwie na bezpieczny bieg kotła (np. zastony ochronne dla wodowskazu, które utrudniają wyraźne widzenie poziomu wody), to prawo kotłowe powinno jednocześnie wskazać, jak takie rzeczy powinny być urządzone, bez szkody dla bezpieczeństwa kotła, ale nie ograniczać prostem orzeczeniem, że takie urządzenia ochronne powinny być przewidziane. Znak najniższego stanu wody jest wyraźnie i jasno przewidziany we wszystkich przepisach kotłowych. Położenie jego względne, już wskazane było przy omówieniu przepisów konstrukcyjnych. Co się tyczy samego ustawienia tego znaku, to nadmienić tylko można, że może nim być prosta kreska na obmurowaniu kotła (Niemcy), lub że musi nim być czerwona lub biała kreska na kotle przy wodowskazie (Rosyja), lub też, że znak ten musi być niezmiennie przytwierdzony (Szwajcaria).

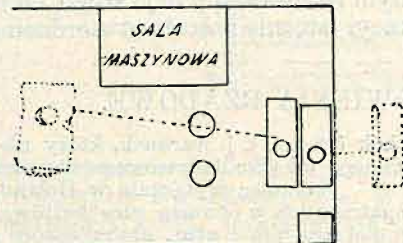
Oprócz przepisów o budowie wodowskazów, istnieją przepisy i o ich rozmieszczeniu. Gdyby w myśl przepisu wspomnianego na początku tego rozdziału, celem bezpośredniego połączenia z wnętrzem kotła, z jakiegokolwiek powodu, miała być zastosowana wspólna nasada dla obydwóch wymaganych przyrządów, to rozmaite przepisy określają minimalną średnicę rur łączących ją z kotłem. Niemcy

i Szwajcaria wymagają 88 mm, Filadelfia 85 mm, Austria 80 mm a Holandia 50 mm. Włochy tylko zastrzegają, aby oba wodowskazy były „niezależne” jeden od drugiego, a Belgia wprost zabrania stosowania takich nasad. Belgia i Francja, żądają jeszcze takiego ustawienia wodowskazu, ażeby on dobrze i bezpośrednio wpadał w oko palacza na stanowisku, oraz ażeby obsługa jego szkieł była jaknajłatwiejsza. Jako drugi przyrząd do rozpoznawania poziomu wody, wiele państw przepisuje 2 lub 3 kurki probiercze. Tylko Belgia, Niemcy, Włochy, Austria i Szwajcaria, pozwalają zamiast tych kurków stosować także inne odpowiednie temu celowi przyrządy (zwłaszcza pływakowe). Żądania stawiane dla kurków wodowskazowych odnośnie ich budowy (przepychalności, materiału, dostępności, średnicy wewnętrznej, połączeń z kotłem i t. p.) stosują się także do kurków probierczych. Tylko co do ich względnego położenia, pozostaje do oznaczenia jak następuje: Niemcy, Austria i Rosyja, żądają, aby najniższy kurek znajdował się na równi z najniższym dozwolonym poziomem wody, przemilczając o położeniu drugiego kurka; Holandia pomieszcza najniższy kurek w środku między linią ogniową i wodną, 2-gi nad linią wodną (nie podając wysokości), a Filadelfia, która przewiduje 3 kurki (pozostałe państwa żądają tylko dwóch lub nie ustalają ich liczby) umieszcza środkowy na 4" (102 mm) nad linią ogniową, a z pozostałych dwóch jeden nad, a drugi pod środkowym, nie oznaczając bliżej ich rozstawienia. G. Diehl.

(C. d. n.).

Z REWIZJI KOTŁÓW I MOTORÓW.

Wybuch kotła parowego. Niezwykły wypadek, spowodowany wybuchem kotła parowego, zdarzył się d. 26 września 1901 r. w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w Detroit, w stanie Michigan, w fabryce indykatorów towarzystwa Penberthy. Kocioł mieścił się w budynku dwupiętrowym na parterze, dwa wyższe piętra zajęte były przez rozmaite urządzenia fabryczne. Wskutek wybuchu cały ten gmach runął, zaspując gruzem 30 zabitych i 35 ciężko rannych, powodując strat podobno na 1 000 000 rub. Na parterze mieściły się maszyny i 4 kotły, według dołączonego schematu, z których dwa były leżące i dwa stojące. Otóż eksplodował większy z leżących i został odrzucony na lewo, prawie na środek sali, równoległe do swej osi. Drugi zaś obok leżący nieczynny kocioł, po przebiegu ścian budynku, został odrzucony na prawo. Kocioł, w którym nastąpił wybuch, był leżący, płomienno-rurkowy, z dolnym paleniskiem, o 7-iu atm. ciśnieniu pary i powierzchni ogrzewalnej 110 m². Kocioł składał się z dwóch blach, górnej i dolnej, znitowanych na dwa rzędy.



Kocioł ten był wykonany w 1894 r. i uznany jako wyborowy, po nstawieniu był ubezpieczony w jednym z towarzystw ubezpieczeń i regularnie badany przez to towarzystwo, jak również i przez inspektora państwowego z Detroit. Ostatni protokół opiewa, że kocioł znajduje się w stanie dającym zupełną gwarancję bezpieczeństwa dla ruchu fabrycznego. W dzień wypadku, wyntyle bezpieczeństwa były zrewidowane przez jednego z urzędników fabrycznych i znalezione w porządku. Z powodu wielkiej ilości ofiar w ludziach z jednej strony i materialnych strat z drugiej, śledztwo zostało wdrożone bardzo surowe, w celu doświadczenia przyczyny wybuchu i odnalezienia winnego. Dwie komisje, jedna z ramienia zarządu fabryki, druga zaproszona przez władze miejskie, prowadziły badania zupełnie niezależnie od siebie i w głównych punktach przysły do zupełnie jednakowych rezultatów. Po zbadaniu okazało się, że kocioł pękł wzdłuż szwu nitów z prawej strony kotła (to jest od strony sąsiedniego leżącego kotła) w górnej blasze. Linia pęknięcia zaczyna się od 11-go nita z przodu kotła i kończy się przy 8-m nicie z tyłu kotła, a więc rozciąga się prawie wzdłuż całego płaszcza kotłowego i przechodzi po części przez dziury nitów, po części zaś wyżej nad nimi. Obie komisje stwier-

dziły, że kocioł podczas wybuchu był napełniony wodą dostatecznie. Blacha nityta na kocioł nie była wszędzie jednakowo gruba i biorąc przeciętnie, była o 3/4 mm cieńsza od podanej w zaświadczeniu fabrycznym. Znitowanie było wykonane bardzo niedobrze: mnóstwo nitów było zamalych, dużo dziur do nitów było niewłaściwych, i żeby dopasować do nich nity, trzeba było je siłą rozpychać. Z tego powodu utworzyły się w blasze kotłowej delikatne nadpęknięcia, które jednakże były niewidoczne, bo zasłonięte złączeniem blach. Próby robione z górnej blachy kotła, dały rezultaty 42 do 47 kg/mm² przy wydłużeniu 16–8,8%. Analiza chemiczna wykazała zawartość w żelazie blachy: węgla 0,165, fosforu 0,081 i siarki 0,034%. Profesor Carpenter, który stał na czele jednej z komisji jest zdania, że ta zawartość fosforu w żelazie, odpowiada zupełnie wydłużeniu jakie ujawniono w próbach i jest większą niż powinna być w dobrym żelazie. Z powyższego widać, że wypadek był spowodowany przez lichej materiał i niedobrą obróbkę tegoż, i z tego też powodu sądownie winę przypisano fabrykantowi kotła. Nadpęknięcia w bliskości szwu nitów, najczęściej powstają przy wyginaniu blachy na walcach, albowiem 30–40% przekroju blachy ginie przy przebieganiu albo wierceniu dziur, i z tego powodu, blacha przy przejściu przez walce otrzymuje w tym miejscu przegięcie, o najmniejszym promieniu krzywizny. Nadto, wskutek różnicy momentów zginających blachę w walcach, przegięcie to wzdłuż wewnętrznej strony rzędu dziur nitowych, jest nieco większe aniżeli wzdłuż strony dziur bliższej brzożki blachy; jeżeli przeto przygotowane w ten sposób blachy złączymy ze sobą do nitowania, to nie przylegają one szczelnie do siebie i przed nitowaniem, blachy należy specjalnie dopasować do siebie silnymi uderzeniami młota, albo hydraulicznym ciśnieniem. Wskutek tego w blasze wytwarzają się miejscowe naprężenia, szkodliwie oddziaływujące dopiero w pewien czas po puszczeniu kotłów w ruch. Blacha, znajdującą się bezpośrednio pod główkami nitów, tak jest przez nie mocno ścisnana, że w tych miejscach materiał nie może wykonywać żadnych ruchów wskutek zmian temperatury i ciśnienia, a przyjmują udział w ruchu tylko sąsiednie cząstki, leżące poza główkami nitów, i wskutek tego następuje zmiany w układzie cząstek materiału. Z biegiem czasu, te drobne zmiany w połączeniu z naprężeniami wzdłuż szwu nitów, pozostałymi jeszcze od walcowania i nitowania, są w stanie wywołać w blasze kotłowej drobne nadpęknięcia na wewnętrznej stronie zewnętrznej arkusza. Nadpęknięcia te są oczywiście niedostrzegalne, postępują ciągle na zewnątrz, dopóki cała blacha nie zostanie przerwana. Niekiedy można zauważyć takie drobne włoskowate nadpęknięcia na sztorcach blachy. M. Cz.

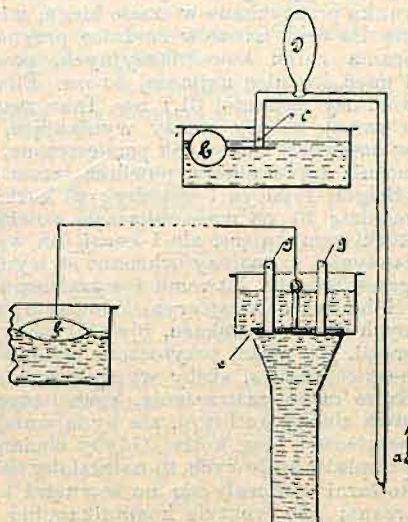
(Zeit. d. Bayer. Dampfk. R. V. 1903).

DROBNE WIADOMOŚCI.

Aparaty do oczyszczania wody. Przy puszczeniu w ruch pewnej wielkiej instalacji do oczyszczania wody, okazały się następujące wady:

Dopływ twardej wody *a* regulowany był przez pływak *b*, który zamykał wentyl wylotowy *c* wtenczas, kiedy zwierciadło wody w zbiorniku znalazło się na pewnej wysokości.

Przy każdorazowym zamknięciu wentyla, wskutek uderzeń wody następowały tak silne wstrząśnienia w przewodzie *a*, który, jak w tym razie, prowadził na wysokość blisko trzech pięter, że, nie mówiąc już o nieznośnym hałasie, jaki z tego powodu niepokoił w bliskości pracujący personel, całe urządzenie cierpiało o tyle, że



po pewnym czasie wentyl nie zamykał wylotu i aparat zaczął działać nieprawidłowo.

Błąd ten został usunięty, przez postawienie na rurze *a*, w bliskości wentyla, powietrznika *d*; bufor powietrzny łagodził uderzenia w zupełności.

Drugi błąd w urządzeniu polegał na tem, że wentyl *e*, który był podnoszony i opuszczany przez pływak *f*, za pośrednictwem łańcuszka, również nie działał prawidłowo, zauważono, że podnosił się raptownie dopiero wtenczas, gdy pływak zawisł w powietrzu; pochodziło to stąd, że słup wody, znajdujący się pod grzybkim wentylowym, wywierał na niego pewne ssące działanie. Skutek takiego nieprawidłowego działania był ten, że pływak opadał z hałasem na obniżone zwierciadło wody, a że od prawidłowego działania pływaka zależało właściwe funkcjonowanie innych wentyli, to i ta niedokładność odbijała się niekorzystnie na pracy aparatu.

Dla usunięcia tego, wprowadzono w grzybek wentyla *e* dwie rurki powietrzne *g*, dla doprowadzenia powietrza pod spód grzybka. Środek ten usunął działanie ssące wody pod grzybkim wentylowym i od tej chwili pływak *f* działał spokojnie, bez najmniejszych wstrząśnień. S.

(Mit. a. d. Prax. 1902).