

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 21

WARSZAWA, 17 PAŹDZIERNIKA 1934 R.

Tom LXXIII

## TREŚĆ:

- Pożarnictwo — nowa dziedzina wiedzy technicznej, nap. Inż. M. Rogowski.
- Zachowanie się materiałów budowlanych i części budynków w temperaturze pożarowej, nap. Dr. Inż. W. Żencykowski.
- Podnoszenie wydajności i ekonomji kotłów starszej konstrukcji (dok.), nap. Inżynierowie R. Madej, W. Rafałowicz i Z. Klębowski.
- Przeegląd pism technicznych.
- Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.
- Wiadomości Towarzystwa Wojskowo-Technicznego.

## SOMMAIRE:

- La technique de prévention de l'incendie — le nouveau domaine de la science technique, par M. M. Rogowski, Ingénieur dipl.
- La réaction des matériaux de construction et des parties des bâtiments dans la température de l'incendie (à suivre), par M. W. Żencykowski, Dr. ès sc. techn., Ingénieur des Ponts et Chaussées.
- L'amélioration du rendement et de l'économie des chaudières à vapeur d'une construction plus ancienne (suite et fin), par MM. R. Madej, W. Rafałowicz et Z. Klębowski, Ingénieurs mécaniciens.
- Revue documentaire.
- Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.
- Bulletin de la Société Technique - Militaire

Inż. M. ROGOWSKI, biegły sądowy

## Pożarnictwo — nowa dziedzina wiedzy technicznej

Stosunkowo najmłodsza, lecz jednocześnie b. rozległą dziedziną wiedzy technicznej jest pożarnictwo, które z roku na rok nabiera coraz większego znaczenia, w związku z rozwijaniem się innych gałęzi techniki, a przede wszystkim naskutek rozrastania się przemysłu. Do niedawna walczone z pożarami prawie wyłącznie środkami terapeutycznymi, to jest przez tworzenie i ulepszenie straży pożarnych. Rychło jednak przekonano się, że daleko ważniejsze od walki bezpośredniej z pożarem jest unikanie go przez stosowanie środków, będących w posiadaniu technika. W ten sposób powstała profilaktyka pożarowa, oparta na przeróżnych dziedzinach wiedzy i rozrastająca się stale na podstawie badań doświadczalnych i studjów pogorzelowych.

Wychodząc z założenia, że im głębiej pozna się dane zjawisko tem łatwiej da się go uniknąć, profilaktyka pożarowa musiała przede wszystkim sięgnąć do jednego z zasadniczych zjawisk, jakimi zajmuje się chemia fizyczna, — do procesu spalania. I tu, odrazu na wstępie, natrafiono na bardzo ciekawe zjawisko samozapalenia. Badając je dokładniej, przekonano się, że jest ono funkcją bardzo złożoną, zależną od wielu czynników. Czynnikiami temi są: powinowactwo chemiczne materiału ulegającego samozapaleniu do tlenu, rozczłonkowanie materiału, temperatura otoczenia, ilość powietrza otaczającego zapalający się materiał, stopień jego wilgotności oraz obecność innych ciał, jako katalizatorów.

Dalej zauważono, że proces samozapalenia składa się z dwóch etapów: pierwszego, polegającego na samoogrzaniu się materiału do pewnej, określonej dla danego materiału temperatury, zwanej temperaturą krytyczną samozapalenia, przy której następuje drugi etap — właściwe zapalenie się materiału. Dotyczy to jednak tylko samozapaleń t. zw. chronicznych, przy zapaleniach bowiem „energetycznych”, spontanicznych, występujących

u ciał, zwanych przez Koppa piroforami, wystarcza do samozapalenia proste połączenie tego ciała z tlenem. Samozapalenia energetyczne występują w fosforze, wodorku fosforu  $PH_3$ , wodorku krzemu  $SiH_4$ , azotanie wapnia, węglanie potasu i t. p. oraz w sproszkowanych metalach.

Zbadano samozapalność różnych tłuszczów i olejów, jako też tkanin zatłuszczonych, co pozwoliło na przedsięwzięcie środków zapobiegawczych przeciwko zapaleniu się tak często spotykanych w przemyśle materiałów. Pomimo jednak systematycznych badań różnych uczonych (Vauflarta, Kisslinga, Cohna, Märkera, Rankego, Lönneckera i innych)<sup>1)</sup>, nie udało się dotychczas opanować skutecznie zjawiska samozapalenia do tego stopnia, aby je można było wyeliminować.

Podobnie toczy się walka z wybuchami natury chemicznej, które można traktować zgrubsza jako niezmiernie szybkie spalanie się cząsteczek ciała wybuchającego. Najdokładniej w tej dziedzinie zostały zbadane wybuchy materiałów wybuchowych, miotających i kruszących, oraz wybuchy gazów lub par. Natomiast wybuchy pyłów nasunęły już sporo wątpliwości, dostatecznie dotychczas nie wyświetlonych, pomimo różnych badań (np. nad elektryzacją cząsteczek — Rudgego, Beyersdorfa, Dolezalka, Holdego i in.)<sup>2)</sup>. Nawet typowe wybuchy materiałów, przeznaczonych do tego celu, (wybuchy skodliwie, oczywiście), — nie są jeszcze zupełnie „wszechstronnie zbadane; i tak np. zagadnienie działania t. zw. fali detonacyjnej przy wybuchu nie dało się dotychczas ująć w ścisłe ramy teoretyczne. Podobnie mało zbadana jest kwestja wpływu zepsucia się materiału na jego wybuchowość.

<sup>1)</sup> Patrz autora: Samozapalenie. Przegl. Ubezpiecz. Nr. 5 — 1930 r.

<sup>2)</sup> Patrz autora: Wybuchy szkodliwe. Przegląd Ubezpiecz. Nr. 6 — 1931 r.

Do rzędu trudniejszych zagadnień wybuchowych należy zaliczyć zjawisko samoeksplozji, wiążące się zresztą dość ściśle z zagadnieniem samozapalenia. Samoeksplozja staje się w wielu przypadkach przyczyną olbrzymich, zupełnie nieoczekiwanych strat, zwłaszcza przy wybuchu materiałów wybuchowych miotających lub kruszących. Dlatego też zajęcie się tą sprawą bliżej przyniesie niewątpliwie znaczne korzyści majątkowi społecznemu.

Samozapalenie, jako przyczyna pożaru, i wybuchy, jako klęska żywiołowa, należą do tych zjawisk, których uniknąć nie można bez odpowiednich studjów, prób i obserwacji. Ale na nich nie koniec. Przyczyn pożarów i wybuchów jest moc niezmierna, i najobszerniejsze nawet wyliczenie nie wyczerpałoby ich w zupełności. Pomijając już przyczyny, wynikające z rozmyślnego działania człowieka, jak podpalenia (których zresztą, wobec pomysłowości ludzkiej, jest bardzo wiele), istnieje mnóstwo przyczyn na każdym kroku, wśród których najbardziej złożonymi i jednocześnie najczęściej spotykanymi są przyczyny, wynikające z urządzeń, służących do ułatwienia życia człowieka. Wypływają one z wadliwego działania różnych instalacji, będących w użyciu, a przede wszystkim różnych urządzeń przemysłowych oraz związanych z nimi procesów fabrykacyjnych. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że zarówno te urządzenia, jak i procesy fabrykacyjne, ulegają z biegiem czasu rozmaitym zmianom, to będziemy musieli dojść do wniosku, że przed profilaktyką pożarową wyłaniają się coraz to nowe zagadnienia, wymagające treściwego rozwiązania.

Do jednego z tych urządzeń, bardzo powszechnych, a wywołujących wiele pożarów oraz wybuchów, należą urządzenia elektryczne. Są one typowym bodźcem tych klęsk żywiołowych i, trzeba zauważyć, że, pomimo różnych, szczegółowo opracowanych przepisów, nawet przy całkowitem zachowaniu (co tylko w niewielu przypadkach ma miejsce), zupełne uniknięcie płynącego stąd niebezpieczeństwa nie jest dzisiaj jeszcze możliwe. Jeżeli przekroczymy bowiem zbyt płytkie ujęcie niebezpieczeństwa elektrycznego, wpływające jedynie z t. zw. zwarcia, to znajdziemy niebezpieczeństwo to i w innych, dość typowych przypadkach, jak np. w upływie prądu do ziemi i w powstającym stąd rozgrzewaniu się części urządzeń elektrycznych aż do wywołania pożaru. W tych i w innych wypadkach, zabezpieczenia, będące w powszechnym użyciu (np. bezpieczniki topikowe) okazują się niewystarczającymi i zachodzi potrzeba zastąpienia ich innymi, skuteczniejszymi środkami.

Weźmy dla przykładu ogólnie stosowaną na całym świecie t. zw. rurkę izolacyjną Bergmana. Ponieważ składa się ona z powłoki metalowej, przeto drobna nawet niedokładność w połączeniu przewodników, przez nią ochraniających, przy jednoczesnym niedbałym wpuszczeniu rurki w pudełka rozgałęzień, może być przyczyną upływu przez nią prądu do ziemi, zwłaszcza w pomieszczeniach wilgotnych, a — co za tem idzie — szkodliwego wydzielania się ciepła, prowadzącego do pożaru. A że powłoka rurki bergmanowskiej składa się z warstwy smołowcowej, łatwej do zapalenia, przeto

izolacja taka staje się nie nazbyt idealnym środkiem, zabezpieczającym instalację elektryczną<sup>3)</sup>.

Do urządzeń elektrycznych, nasuwających duże wątpliwości przy ich stosowaniu, zaliczyć należy piorunochrony. Wiemy, że dawne teorie o zasięgu piorunochrona w obrębie stożka, którego promień podstawy równa się wysokości, zostały już dawno obalone przez praktykę, że również teoria paraboloidy obrotowej w tym wypadku nie daje rękojmi bezpieczeństwa i że najnowsze teorie (Szilarda, Dauxere'a) nie są jeszcze dostatecznie sprawdzone doświadczalnie. Zagadnienie to oczekuje jeszcze szerszego opracowania.

Pozatem istnieje dzisiaj szereg urządzeń elektrycznych, służących do ważnej czynności przeciwpożarowej — do wykrywania zarodku pożaru. Są to t. zw. ostrzegacze alarmowe, sygnalizujące podwyższenie temperatury w danym pomieszczeniu, względnie, jak ostatnio wynaleziono aparaty, wykrywające automatycznie dym, powstały jeszcze przed właściwym pożarem. Urządzenia te muszą ulegać najrozsądniejszym ulepszeniom i, aby nie były jedynie kosztowną inwestycją, lecz spełniały należycie swe zadanie, powinny być odpowiednio naukowo badane i sprawdzane.

Poza poruszoną wyżej dwoma zasadniczymi działaniami profilaktyki pożarowej: zapobiegania pożarom i ich wykrywania istnieje jeszcze jeden dział, równie ważny, a dotyczący umiejscowienia powstałego pożaru. Dział ten obejmuje budownictwo ogniotrwałe i częściowo specjalne roboty ziemne. Jednocześnie stanowi on gałąź walki z pożarami, bardzo wydatnie ułatwiającą strażą pożarnej jej pracę przy opanowaniu pożaru.

Do tej części pożarnictwa należą studia nad ogniotrwałością materiałów budowlanych, części konstrukcyj i całych zespołów budowlanych, tudzież badania środków, zapewniających czasową niepalność palnym częściom konstrukcyj.

W artykule dr. inż. W. Żencykowskiego, zamieszczonym w niniejszym zeszycie Przeglądu Technicznego p. t. „Zachowanie się materiałów budowlanych i części budynków w temperaturach pożarowych”, zostały podane treściwe wyniki dotychczasowych badań laboratoryjnych nad wytrzymałością ogniową materiałów budowlanych i części konstrukcyj. Próby te dostarczyły sporo materiału doświadczalnego i pozwoliły na sklasyfikowanie części konstrukcyj według ich odporności na ogień. W stosunku jednak do całości zagadnienia w próbach, przeprowadzonych dotychczas w różnych krajach, znaleźć można pewne luki. A więc, jeżeli chodzi o badanie wytrzymałości ogniowej części budowli, to główna uwaga zwrócona była dotychczas przeważnie tylko na słupy i na ściany; równie ważne, a w niektórych przypadkach nawet ważniejsze części, jak stropy (belki i płyty stropowe) były badane w zbyt wąskim zakresie. Dalej należałoby przeprowadzać próby nad całkowitymi zespołami budowlanymi, pracującymi normalnie, to jest pod obciążeniem, równem obciążeniu użytkowemu lub z pewnym współczynnikiem bezpie-

<sup>3)</sup> Por. autora: Instalacje elektryczne jako źródła pożarów. Przewodnik Ubezpieczeniowy Nr. 20 z 1933 r.

czeństwa. Bowiem żadna próba laboratoryjna nie da w tym wypadku należytych kryteriów bez stworzenia dla elementu warunków, zbliżonych jaknajbardziej do warunków pożarowych. Wówczas to wypłynąć muszą i inne czynniki, zwykle nieuwzględniane przy próbach laboratoryjnych. Są to: położenie części konstrukcji względem siedliska ognia, ilość i jakość palącego się materiału oraz wynikający stąd czas trwania pożaru, możliwość przesuwania się względem siebie poszczególnych części konstrukcji, temperatura, panująca z obu stron narażonej na ogień części budowli, i wreszcie — obciążenie użytkowe konstrukcji. Uwzględniwszy te wszystkie czynniki, będziemy musieli stworzyć teorię naprężeń dodatkowych, powstających przy temperaturach pożarowych i, co dalej idzie, pogłębić zagadnienie przerw dylatacyjnych.

Ponadto w uzupełnieniu wywodów dr. inż. W. Zenczykowskiego pozwolę sobie uwypuklić jeszcze rolę żelbetu, jako dotychczas najidealniejszej konstrukcji ognioodpornej. Ponieważ jednak, pomimo całej uniwersalności tego materiału budowlanego, z pewnych względów nie zawsze można go zastosować, przeto należy zwrócić tem baczniejszą uwagę na inne materiały budowlane, oceniając ściślej niż dotychczas ich wartość pod względem ognioodporności czy niepalności (czasowej lub trwałej). A że z biegiem czasu powstają coraz to nowe materiały budowlane, przeto inżynier pożarniczy nie będzie się mógł uskarżać nigdy na brak roboty w tym zakresie. Jeżeli do tego dodać jeszcze konieczne próby nad środkami uodporniającymi drewno przed ogniem (w samych Niemczech istnieje dotychczas około 140 patentów na farby ogniochronne), to pole działania przed nami otwiera się olbrzymie.

Wreszcie należy jeszcze omówić zadania inżynierji pożarnej w dziedzinie t e r a p e u t y c z n e j walki z opzarami. Należy tu wymienić studia nad środkami gaśniczymi, tak wodnymi, jak i chemicznymi. Sprawami temi dotychczas zajmuje się systematycznie Główny Związek Straży Pożarnych, w którego Korpusie Technicznym mamy doskonałych znawców motopomp i wogóle sprzętu strażackiego. Należy jedynie ubolewać nad tem, że prace w tym kierunku dotyczyły dotychczas tylko sprzętu strażackiego. Pozostaje jeszcze tutaj obszerna dziedzina wodociągów pożarnych, której systematyczne badanie winno się oprzeć na odpowiednio rozbudowanej hydraulice pożarnej.

Następnie niema dotychczas u nas jednolitego i obiektywnego badania chemicznych środków gaśniczych. W tej dziedzinie należałoby, wobec wielkiego rozwoju tych środków, przejść od reklamowych prób pokazowych do prób i ocen, ugruntowanych na podstawach naukowych.

Pożarnictwo, jako wiedza techniczna, rozwinęło się już znacznie w większych krajach na świecie. W Niemczech istnieje Stowarzyszenie Inżynierów Pożarniczych (Reichsverein Deutscher Feuerwehr-Ingenieure), dokonywa się licznych prób z zakresu wytrzymałości ogniowej, a specjalna policja ogniowa (Feuerpolizei) opracowuje treściwe przepisy przeciwpożarowe.

W Z. S. R. R. stworzono potężną instytucję przeciwpożarową (COP), w której pracuje zastęp po-

ważnych inżynierów i która wydaje za pośrednictwem NKWD różne wydawnictwa z zakresu pożarnictwa, stojące na odpowiednim poziomie naukowym.

We Francji temi sprawami zajmuje się Comité Technique International de la Prévention et de l'Extinction du Feu, który to Komitet przeprowadza również próby ogniowe.

W Szwecji próbami wytrzymałości ogniowej zajmuje się gorliwie Państwowy Zakład Probierczy (Statens Provningsanstalt) w Sztokholmie, który dzięki swoim dokładnym badaniom dostarcza wiele ciekawego materiału.

Najsystematyczniej jednak, a jednocześnie i najszerszej próby ogniowej są ujęte w Anglii i w Stanach Zjednoczonych. W Anglii przeprowadza je Zrzeszenie Towarzystw Ubezpieczeń (Fire Office's Committee) w swem laboratorium w Londynie oraz British Standard Institution, która jednocześnie wypracowuje obszerne normy ogniotrwałości.

W Stanach Zjednoczonych Am. P. działa potężna instytucja p. n. National Fire Protection Association, jednocząca w sobie przeszło 3 tysiące członków. Utrzymuje ona liczne komisje techniczne do oceny niebezpieczeństwa ogniowego w poszczególnych gałęziach przemysłu i stwarza różne normy bezpieczeństwa, zbierając jednocześnie wspólnie ze związkami towarzystw ubezpieczeniowych (National Board of Fire Underwriters) ciekawe dane, dotyczące wypadków pożarów w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie.

U nas, w Polsce, poza Głównym Związkiem Straży Pożarnych i wydziałami prewencyjnymi instytucji ubezpieczeniowych, niema dotychczas żadnych instytucji przeciwpożarowych, działanie zaś organizacyj strażackich i ubezpieczeniowych na polu profilaktyki pożarowej jest b. ograniczone. Niema również żadnych laboratoriów przeciwpożarowych, jako też i odpowiednio fachowo ujętych przepisów przeciwpożarowych.

A jest się przecież nad czem zastanowić, jeżeli zauważymy, że w Polsce pada corocznie pastwą pożaru budowli i urządzeń o wartości około 120 milionów złotych! Taka więc kwota, przekraczająca wielkość budżetu niejednego ministerstwa, idzie rocznie z dymem, miast zużytkowania jej na wytworzenie nowych, a tak potrzebnych nam dóbr gospodarczych. Przy racjonalnem stosowaniu zasad profilaktyki pożarowej udałoby się niewątpliwie kwotę tę pokaźnie zmniejszyć.

Ostatnio sytuacja ta wydaje się zmieniać zasadniczo. Do Sejmu wpłynął rządowy projekt ustawy o ochronie przed pożarami i innymi klęskami żywiołowymi. Projekt ten stwarza specjalny fundusz pożarniczy oraz przewiduje powołanie stałej komisji doradczej przy Ministerstwie Spraw Wewnętrznych, która będzie miała głos przy rozdzielaniu zdobytych środków finansowych i niewątpliwie zwróci uwagę na potrzeby naszej profilaktyki pożarowej, przyczyniając się do zorganizowania odpowiednich laboratoriów.

W ten sposób będziemy mogli osiągnąć trwałe podstawy rozwoju różnokierunkowych i obszer-nych, a tak potrzebnych studjów pożarniczych.

### La technique de la prévention de l'incendie — le nouveau domaine de la science technique

R é s u m é

Ayant attiré l'attention sur l'importance de la lutte contre l'incendie par sa prévention et non seulement par l'emploi de moyens d'extinction du feu, l'auteur caractérise les problèmes de la profilactique de l'incendie, formant un nouveau domaine de la science technique.

Il analyse l'inflammabilité spontanée et les explosions, étant les sources les plus dangereuses de l'incendie, et passe ensuite à des causes non moins fréquentes du feu, notamment

aux défauts de diverses installations techniques et industrielles, comme p. ex. les installations électriques et d'autres.

Enfin l'auteur souligne une autre partie du problème, celle englobant les qualités des matériaux de construction et des constructions entières au point de vue de l'incendie. Il rappelle l'importance des études scientifiques dans ce domaine et la nécessité de leur développement, surtout en Pologne, où les pertes causées par le feu s'élèvent à 120 millions zlotys par an.

Dr. Inż. W. ŻENCZYKOWSKI

## Zachowanie się materiałów budowlanych i części budynków w temperaturze pożarowej

Zachowanie się materiałów budowlanych i poszczególnych części budynków w ogniu jest zagadnieniem, które od czasów starożytnych nie przestaje być poważną troską budownictwa. Pomimo obszernej literatury<sup>1)</sup>, omawiającej oddawna warunki ogniotrwałości budynków, jest wciąż w tej dziedzinie wiele nowego do zrobienia i nauczania się.

A więc — wynajdywane są coraz to lepsze środki ognioodporne dla drewna, badane są właściwości szeregu nowych materiałów na ściany i stropy, uodporniających je przeciwko działaniu ognia, wykonywa się doświadczenia z różnymi izolacjami, określa odkształcenia belek i słupów w ogniu i t. p. Poniżej przytoczę ważniejsze właściwości i nowsze badania ogniowe najczęściej spotykanych materiałów budowlanych.

### Drewno.

Drewno tem łatwiej się pali, im bardziej jest wysuszone, im wyższa jest temperatura otoczenia i im większy, lecz nie zanadto duży, jest dostęp świeżego powietrza. Cięższe gatunki drewna i części grubsze palą się trudniej.

Proces utleniania się można zaobserwować w drewnie już w temperaturach niewiele większych od pokojowych, niebezpieczeństwo pożaru zachodzi jednak dopiero przy dopływie znacznie większych ilości ciepła z zewnątrz, które to ciepło przyspiesza utlenianie się i powoduje wydzielanie przez drewno gazów, zapalających się od płomienia, bądź też — w wyższej temperaturze — samozapalnych. Temperatura zapalania się tych gazów od płomienia wynosi ok. 250°, temperatura samozapalenia 300°—470° — zależnie od gatunku drewna<sup>2)</sup>. Jednakże znane są wypadki, gdy drewno zapala się samo przy 100°—150° C przy działaniu tej temperatury przez dłuższy okres czasu, np. w belkach stropowych w pobliżu kominów.

Wartość drewna, jako materiału konstrukcyjnego, pokaźnie się obniża z powodu jego palności. To też już od najdawniejszych czasów używano różnych środków, mających ochronić drewno od ognia. Jednak środków zupełnie zabezpieczają-

cych drewno od zniszczenia w wyższych temperaturach niema. Są tylko środki utrudniające zapłon i mniej lub więcej powstrzymujące rozprzestrzenianie się ognia; dobre środki opóźniają prócz tego proces suchej dystalacji drewna, ale całkowicie zahamować zwęglania nie mogą. Środki zwiększające odporność drewna w ogniu można podzielić na 3 kategorie: 1) wytwarzanie jaknajgładszych powierzchni przez heblowanie; 2) uodpornianie zaprawami przeciwogniowymi; 3) tynkowanie.

1) Wygładzanie powierzchni zewnętrznych jest pożądanym, gdyż tamuje działanie ognia, ale tylko w ciągu b. krótkiego czasu — niewielu minut.

2) Zaprawy przeciwogniowe. Tą nazwą można określić różnego rodzaju środki, ktermi się zaprawia drewno przez impregnowanie, zanurzanie w cieczy, malowanie lub rozpylanie. Impregnowanie pod ciśnieniem jest najbardziej skuteczne, jednakże mało stosowane ze względu na duży koszt. Najczęściej stosowane jest malowanie lub rozpylanie, zwłaszcza jeśli chodzi o uodpornienie na ogień już wybudowanych elementów.

Środki przeciwogniowe spotyka się w handlu w postaci sypek soli, gotowych roztworów, niekiedy w postaci farb<sup>3)</sup>, służących zarazem do malowania na różne kolory. Niektóre środki przeciwogniowe są zarazem środkami zabezpieczającymi od grzybów i owadów<sup>4)</sup>.

Do najdawniej znanych środków przeciwogniowych należą ałuny<sup>5)</sup>. Działanie ich polega na wydzielaniu wody krystalizacyjnej w temperaturze powyżej 100°; powstająca para absorbuje ciepło, stwarzając jednocześnie pewną osłonę, chroniącą drewno od dostępu tlenu powietrza; podobnie do ałunów działa sól glauberska.

Inną grupę środków przeciwogniowych stanowią sole amonowe, fosforowe i siarkowe, które wydzielają gazy niepalne lub trudnozapalne, a oprócz tego stapiają się w ogniu, zalepiając tkanki tworzywa; do tej grupy należy zaliczyć siarczan i siarczyn amonu, bromek i chlorek amonu, fosforan amonu<sup>6)</sup>.

Rozpowszechnionym środkiem przeciwogniowym jest szkło wodne (piasek kwarcowy, stopiony z sodą lub potasem), stosowane w roztworach wodnych. Szkło wodne trudno przenika do wnętrza

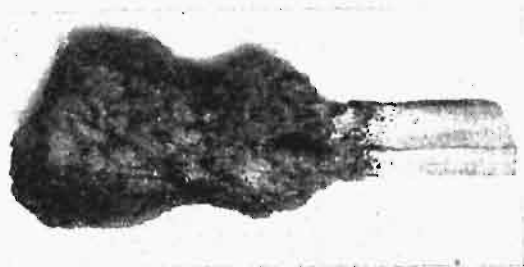
<sup>1)</sup> W Polsce sprawami ochrony przeciwpożarowej zajmuje się czasopismo „Przeгляд Pożarniczy”, w którym zasługują na wyróżnienie artykuły inż. M. Rogowskiego „Ogniotrwałość dużych konstrukcji budowlanych” (zeszyt 6 z 1932 r.) oraz „Jak zwiększyć wytrzymałość na ogień konstrukcji drewnianych” (zesz. 11 z 1933 r.).

<sup>2)</sup> Der. Bautenschutz, zesz. 8 z 1932 r.

<sup>3)</sup> Graf i Goebel, Schutz der Bauwerke, 1930 r.

<sup>4)</sup> Der. Bautenschutz, 1931 r., zesz. 7.

trza drewna i dlatego pierwsze powlekanie drewna należy wykonać z b. rozcieńczonego (ok. 10%) roztworu; następne warstwy, w ilości 4—5, mogą być z roztworu bardziej zgęszczonego. Szkiełto wodne dokładnie zalewa pory zewnętrzne drewna, jednak jest wrażliwe na wpływy atmosferyczne



Rys. 1. Tworzenie się izolującej masy gąbczastej z zaprawy przeciwogniowej.

i z tego powodu nietrwałe; ulega ono wymyciu pod działaniem deszczu lub strumienia wody, użytej przy gaszeniu. W celu uodpornienia szkła wodnego na wymywanie dodaje się do niego w stanie płynnym różnych olejów, roztworów gumy, kauczuku i t. p.

Inne patentowane środki, np. „locron“ (sole amonowe + sztuczna żywica), pod działaniem ognia wydzielają nazewnątrz porowatą masę gąbczastą, która działa jak materiał izolujący od gorąca<sup>6)</sup> (rys. 1).

W ostatnich kilku latach sprawa środków przeciwogniowych stała się szczególnie aktualną ze względu na konieczność zabezpieczenia budynków od zapalania bombami lotniczymi. W Niemczech zwrócono na to największą uwagę i przeprowadzono szereg badań, których wynikiem są następujące spostrzeżenia:

a) Ponieważ uodpornianie przeciw bombom lotniczym polegać będzie w olbrzymiej większości przypadków na preparowaniu drewnianych części istniejących budynków, więc należy stosować tylko takie środki, które wymagają jaknajmniej robocizny, jaknajmniej zabiegów, to znaczy te, które mi wystarczy pokryć drewno dwa, najwyżej trzy razy. Z tego punktu widzenia nadają się te środki, które tworzą z wodą najbardziej stężone roztwory, jak octan sodu, fosforan amonu, chlorek cynku i t. p.

b) Ponieważ najtańszym sposobem pokrywania powierzchni drewnianych okazało się rozpylanie, więc należy stosować takie środki, które się dobrze rozpylają. Ten powód przemawia między innymi przeciwko szkłu wodnemu.

c) Należy stosować takie środki, które nie dają plam i wykwitów na powierzchniach, te zjawiska bowiem świadczą o nietrwałości preparatów.

d) Należy wyłączyć środki trujące i działające szkodliwie na oczy lub organy oddechowe, a więc np. chlorek i bromek amonu.

e) Wyłączyć środki, jak dwa wymienione wyżej oraz siarczan amonu, które działają szkodliwie na gwoździe i okucia metalowe.

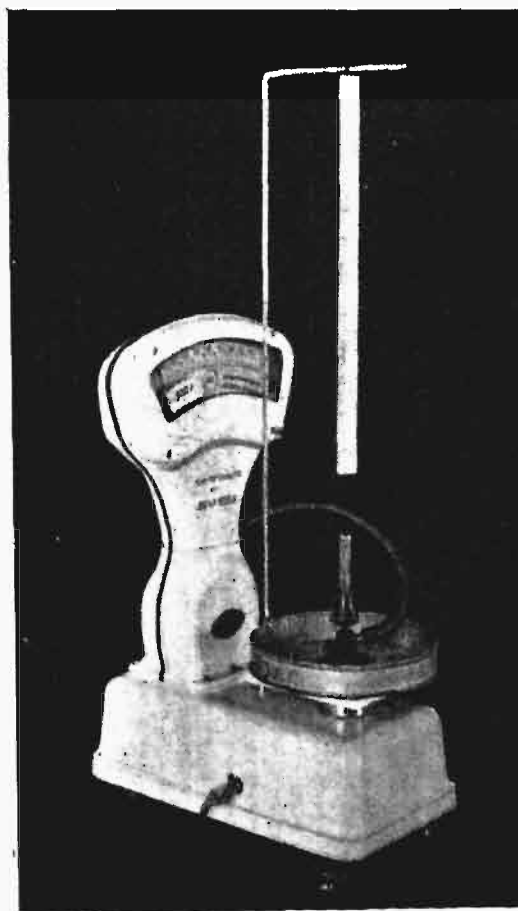
f) Stosować takie środki, które możliwie najgłębiej przenikają do wnętrza drewna. Preparaty

takie udaje się najlepiej osiągnąć z mieszanin kilku środków przy dodaniu substancji upłynniających ciecz.

Instytut Badawczy Drewna w Eberswalde<sup>7)</sup> zaleca wypróbowany od dwóch lat środek według następującej recepty: 228 g octanu sodu rozpuścić w 600 cm<sup>3</sup> wody; 33 g fosforanu sodu rozpuścić w 200 cm<sup>3</sup> gorącej wody; obydwie cieczy zmieszać, dodając 2 krople oleju tureckiego (Türkschrotöl) dla szybszego i lepszego przeniknięcia cieczy do wnętrza drewna<sup>8)</sup>. Środek ten ma być b. tani, ponieważ jego składniki są produktami ubocznymi suchej dystalacji drewna.

3) Tynki i okładziny. Otynkowanie zaprawą cementową lub gipsową znacznie zwiększa odporność ogniową drewna, i to tem więcej, im grubsza jest warstwa tynku. Tynki dają jednak należyte zabezpieczenie tylko wtedy, jeśli nie odpadają od drewna — najlepiej więc jest w tym celu wykonywać otynkowanie na siatce.

Tynki wapienne są znacznie mniej ogniochronne od cementowych i gipsowych, ponieważ wapno rozkłada się w wysokiej temperaturze. Pod wpływem płomieni i gorąca zaprawa piaskowo-wapienna kruszeje i odpada nieraz w ciągu kilkunastu minut trwania pożaru.



Rys. 2. Urządzenie do prób palności drewna.

<sup>6)</sup> Deutsche Bauzeitung, zesz. 49 z 1933 r.

<sup>7)</sup> Bautenschutz str. 61 z 1931 r. wskazuje, że nawet pewne minimalne ilości upłynniającego środka, dodane do cieczy, bardzo znacznie zwiększają zdolność przenikania cieczy w drewno.

<sup>8)</sup> Der Bautenschutz Nr. 5 1934 r.

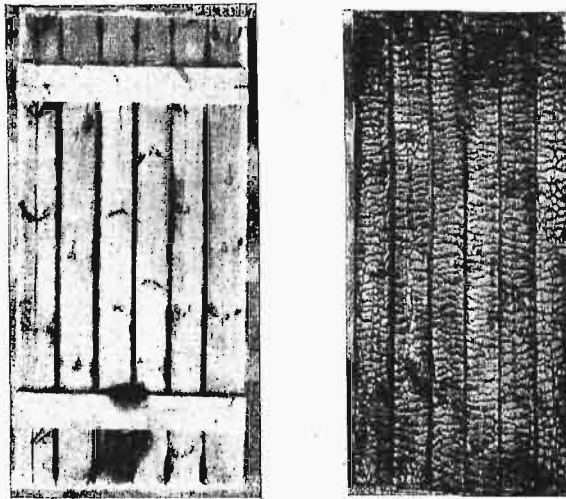
<sup>1)</sup> Der Bautenschutz, 1932 r., zesz. 6.

Drewno obłożone tekturą azbestową dobrze wytrzymuje wysoką temperaturę. Drewno obite jednostronnie samą tylko blachą może się zapalić po pewnym czasie wskutek ciepła przenikającego przez blachę. To zjawisko daje się zaobserwować, gdy dom pokryty blachą znajduje się w pobliżu pożaru: deskowanie zapala się nieraz od silnego promieniowania rozgrzanej blachy. Natomiast drewno obite blachą obustronnie, nawet bez podkładki azbestowej, znosi działanie ognia dobrze — lepiej nawet od części żelaznych.

Dla oceny środków ogniochronnych wykonywa się dwa rodzaje prób. Pierwszy dotyczy rozprzestrzeniania się ognia, drugi — trwałości i odkształceń konstrukcji, poddanej bezpośrednio działaniu ognia.

Próby dotyczące rozprzestrzeniania się ognia w drewnie.

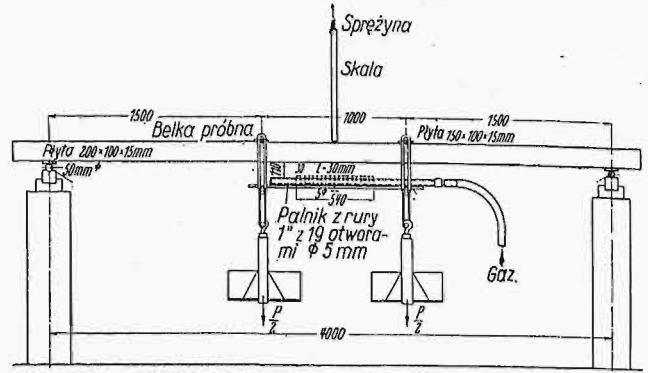
Prof. Graf wykonał w Politechnice w Sztutgarcie następujące próby: Na zwykłej wadze umiesz-



Rys. 3. Wynik 20 min próby ogniowej drewnianej tarczy nasyczonej środkiem przeciwogniowym.

czono palnik Bunsena, zużywający stałą, uregulowaną ilość gazu<sup>9)</sup>. Ponad palnikiem zawieszono próbki drewniane o przekroju 10 × 20 mm i długości 400 mm (rys. 2). Na wadze określano ubytek ciężaru próbek po zapaleniu palnika. Początkowo wykonano doświadczenie z drewnem niezabezpieczonym, które wykazało, że szybkość palenia się wzrasta w miarę, jak gatunek drewna jest lżejszy. A więc strata ciężaru po 2 min wyniosła dla topoli (c. wł. 0,37) 56%, dla sosny (c. wł. 0,48) 35%, dla jesionu (c. wł. 0,77) 22%.

Następnie poddano działaniu palnika próbki sosnowe i jodłowe, zaprawione środkami ochronnymi I, H, L i M (składu chem. nie podano). Ubytek ciężaru w sośnie wynosił przy zastosowaniu środka L (najlepszego) po 2 min 7%, po 5 min 20%; przy użyciu środ-



Rys. 4. Urządzenie do prób ogniowych belek drewnianych.

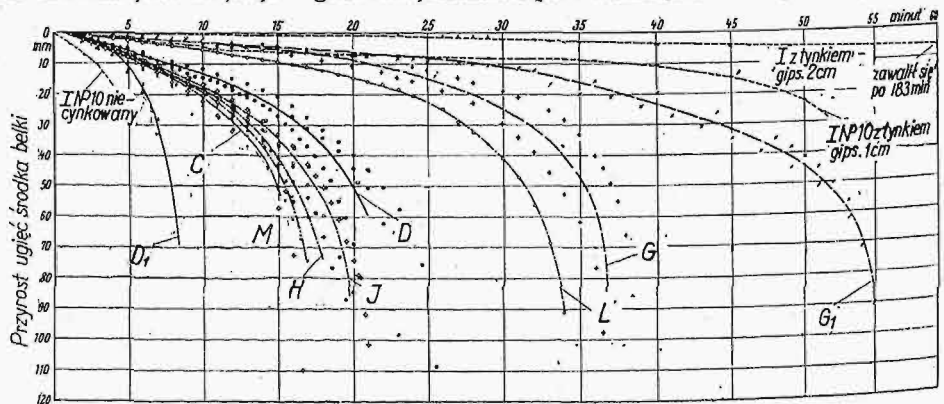
ka I (najgorszego) po 2 min — 19%, po 5 min — 42%. Stwierdzono pozatem, że przy użyciu środka L płomień się wzdłuż próbki nie posuwał.

Prof. Schultze wykonał w Laboratorium Wytrzymałościowym w Berlinie (Dahlem) próby ogniowe ze ścianami drewnianymi<sup>10)</sup>. Tarczę drewnianą o wymiarach 2 × 1 m z desek połączonych na wpust

Zestawienie I

Nr	Przekrój	Zabezpieczenie	Obciążenie	Czas do zawalenia się, godz, min	Najwyższa temperatur.
79	246 346		53800	50	510
80	341 481	Tynk gips 1cm	53800	1 13	569
78	375 529	Zaprawa cem 2,5cm na siatce + izolacja powietrzna 2cm	53800	2 15 1/2	360

o grubości 24 mm, nasyczoną dobrym środkiem przeciwogniowym (przez zanurzenie lub obustronne rozpylanie), umieszczono w ogniu. Rys. 3 przedstawia widok tarczy od strony ognia (na prawo) i od strony zewnętrznej (na lewo) po 20 min działania ognia. Strona tarczy zwrócona do ognia wykazała zwęglenie na głębokości 1 cm, strona zewnętrzna pozostała prawie nieuszkodzona. Płomień w drewnie zgasł natychmiast po odsunięciu tarczy od ognia.



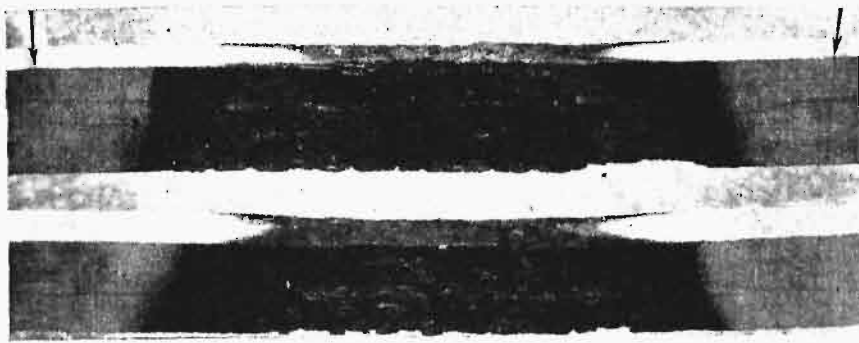
Rys. 5. Średnie wartości ugięć belek w próbach ogniowych wedł. rys. 4.

<sup>9)</sup> Der Bautenschutz 1933 r., str. 143.

<sup>10)</sup> V. D. I. 1934 r., str. 27.



Rys. 6. Wygląd belki D po pożarze.



Rys. 7. Widok belek L i C po pożarze.

Doświadczenia prof. Grafa nad trwałością i odkształceniem belek drewnianych, poddanych bezpośrednio działaniu ognia<sup>11)</sup>.

Prof. Graf wykonał doświadczenia z belkami, przedstawione na rys. 4. Belki swobodnie podparte obciążane były w ten sposób, że największe naprężenia wynosiły 100 kg/cm<sup>2</sup>. W części środkowej, 110 mm pod belką, umocowano palnik gazowy, zużywający 190 l gazu na minutę. Do prób użyto:

a) 3 belek świerkowych D o wysokości 14 cm i szerokości 8 cm, niczem od ognia niezabezpieczonych,

b) po 3 belki j. w. C, J, H, M, L, zaprawione środkami ochronnymi, oznaczonymi temi samymi literami,

c) 2 belek j. w. G z tynkiem gipsowym grub. 1 cm na siatce z drutu 0,6 mm,

d) 2 belek j. w. G<sub>1</sub> z tynkiem gipsowym grub. 2 cm na siatce j. w.,

e) 2 belek świerkowych D<sub>1</sub> o przekroju jak D, lecz złożonych każda z 2-ch ześrubowanych ze sobą bali (h = 14 cm, b = 4 cm), rozstawionych w odległości 4 cm w świetle belki, — niczem od ognia niezabezpieczonych. Średnie wartości ugięć belek w zależności od czasu przedstawiono na rys. 5.

Belka złożona D<sub>1</sub> zalamła się już po 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> min, belka jednolita D o

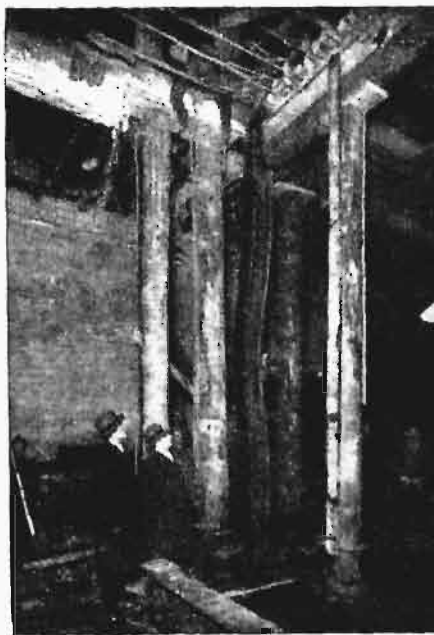
tym samym przekroju wytrzymała 23 min (rys. 6). Stąd wniosek, że zamiana belek stropowych o większych przekrojach na belki drobniejsze, gęściej rozstawione, jest ze względów pożarowych niepożądana. Trwałość belek powleczonech środkami przeciwogniowymi nie okazała się naogół większa (z wyjątkiem jednej) od trwałości belek niczem nieochronionych. Ten wynik był do przewidzenia, ponieważ większość środków przeciwpalnych ma tylko własności powstrzymujące palenie się płomieniem, lecz nie zmniejsza stopnia nagrzania i zwęglania (rys. 7).

Znacznie lepsze wyniki otrzymano z belkami tynkowanymi gipsem. Belki z tynkiem grubości 1 cm zawaliły

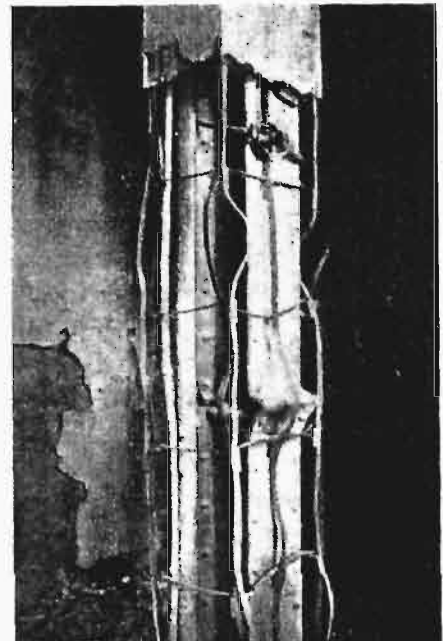
się po 37 min, z tynkiem grub. 2 cm — po 55 min (rys. 5).

Doświadczenia amerykańskie ze słupami drewnianymi<sup>12)</sup>.

Zestawienie I zawiera dane o 3 słupach drewnianych o przekroju po 818 cm<sup>2</sup>, ściskanych podłużnie siłą 53 800 kg. Słupy te umieszczono w piecu, w którym temperatura wzrastała stopniowo, osiągając 1100° po 4 godz. Słup (79), niczem nieochroniony, zawalił się po 50 min, słup (80) z tynkiem gipsowym grubości 1 cm, ujętym w narożniki żelazne, — po 73 min; słup (78), tynkowany zaprawą cementową grub. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> cm na siatce — po 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> godz.



Rys. 8. Widok słupa stalowego po pożarze. Z boku widoczne są postawione czasowo słupy drewniane.



Rys. 9. Odształcenie słupa stalowego wskutek zbyt silnego miejscowego nagrzania.

<sup>11)</sup> Der Bautenschutz 1932 r., zes. 10—11.

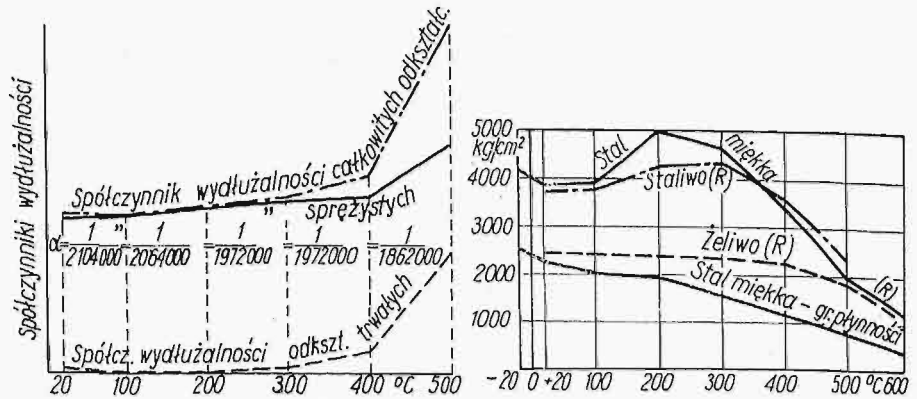
<sup>12)</sup> Ingberg, Griffin, Robinson i Wilson. Technology Paper 184. Bureau of Standards, Washington 1921 r.

**Konstrukcje stalowe.**

Szybkość nagrzewania się stali jest znacznie większa, niż innych materiałów budowlanych, co należy objaśnić niskim ciepłem właściwym stali  $c = 0,12$  (kwarc — 0,2, drewno — 0,6) i dużym współczynnikiem przewodności cieplnej  $\lambda = 40-50$  (dla drewna suchego  $\lambda = 0,14$ , dla glinu  $\lambda = 175$ , dla cegły  $\lambda = 0,65$ ). Niewielkie nawet pożary mogą w ciągu krótkiego czasu (10—20 min) spowodować nagrzanie się stali powyżej 500°,

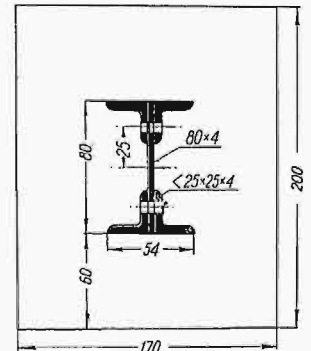
dzięki czemu nieochronione elementy odkształcają się, zagrażając bezpieczeństwu konstrukcji. Słupy wybaczą się najczęściej jak na rys. 8, możliwe są jednak odkształcenia, jak na rys. 9, spowodowane zbyt silnym nagrzaniem miejscowym.

Zjawiska odkształceń stali przy wzroście temperatury wyjaśnione są przez wykresy rys. 10, 11, 12. Rys. 10 podaje zależności współczynników sprężystości od temperatury, rys. 11 — krzywe wytrzymałości i granicy płynności<sup>3)</sup>, rys. 12 — wydłużenia

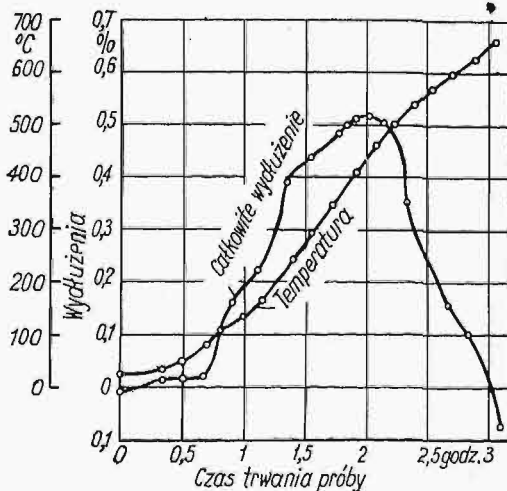


Rys. 10 i 11. Spółcz. wydłużenia, wytrzymałość i granica plastyczności stali w zależności od temperatury.

lejącego współczynnika sprężystości zaczyna przeważać; wtedy przyrosty wydłużeń zmieniają znak. Rzecz jasna, że dla konstrukcji jest pożądane, aby te wydłużenia były najmniejsze i zmieniały się b. łagodnie. Największe obciążenie, jakie może wytrzymać element konstrukcyjny przy rozciąganiu, ściskaniu i zginaniu, zależy oczywiście od charakteru obciążenia (trwałe, powtarzane, lub przemienne). Rys. 11 dotyczy zwykłych prób rozciągania. Widzimy na nim, że granica płynności stali przy 400° zmalała 2-krotnie w stosunku do początkowej wartości, stała się prawie równą dopuszczalnemu naprężeniu 1 200 kg/cm<sup>2</sup>; tem zmniejszeniem granicy płynności objaśnia się odkształcenia, uwidocznione na fotografiach 8 i 9. Ponieważ temperatura pożarowa wynosi średnio 800° — 1000° C, przeto jest jasne, jak ważne jest zabezpieczenie przeciwogniowe stali w konstrukcjach. Zabezpieczenie to wykonywa się zapomocą tynkowania i różnego rodzaju okładzin.



Rys. 14. Belka użyta do prób.



Rys. 12. Wydłużenie obmurowanego słupa stalowego.

całkowite słupa stalowego obmurowanego<sup>12)</sup>). Przyrosty wydłużeń elementów konstrukcyjnych przy wzrastającej temperaturze składają się z 2-ch części: z wydłużeń wskutek rozszerzalności cieplnej ( $\epsilon = 11 \cdot 10^{-6}$ ) i ze zmian wydłużeń pod wpływem obciążenia, spowodowanych malejącym współczynnikiem sprężystości. Na rys. 12 obserwujemy, że słup ściskany podłużnie wydłuża się, przy wzroście temperatury, aż do pewnej chwili, w której wpływ ma-

**Doświadczenia prof. Grafa.**

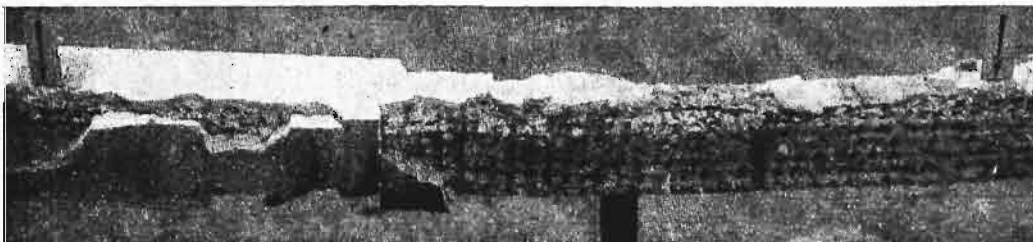
Prof. Graf wykonał doświadczenia z dwuteowymi belkami stalowymi N 10 w taki sam sposób, jak z belkami drewnianymi (rys. 4), lecz przy obciążeniu wywołującym największe naprężenie w stali 1000 kg/cm<sup>2</sup> 1:1).

Do prób użyto:

- a) 1 dwuteownika N 10 niezabezpieczonego,
- b) 1 dwuteownika N 10 z tynkiem gipsowym grub. 1 cm na siatce,
- c) 1 dwuteownika N 10 z tynkiem gipsowym grub. 2 cm na siatce.

Zachowanie się tych belek w ogniu wyjaśnia rys. 5.

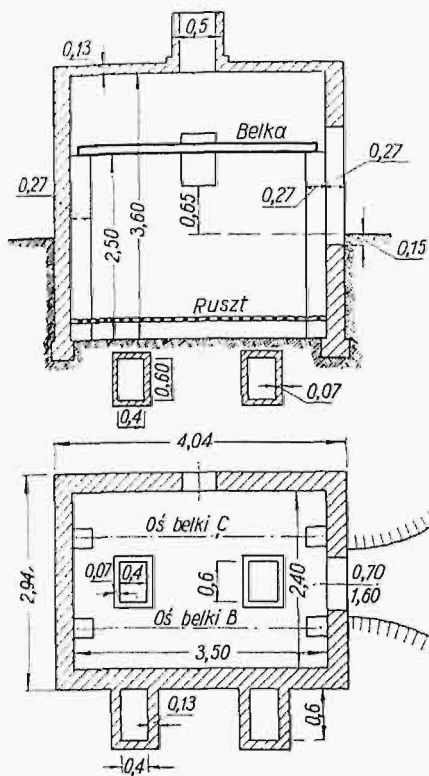
W dwuteowniku niezabezpieczonym przyrost ugięcia po 2 min wynosił



Rys. 13. Widok belki stalowej z tynkiem grubości 2 cm po pożarze.

<sup>13)</sup> Der Bautenschutz 1932 r., zes. 10—11.





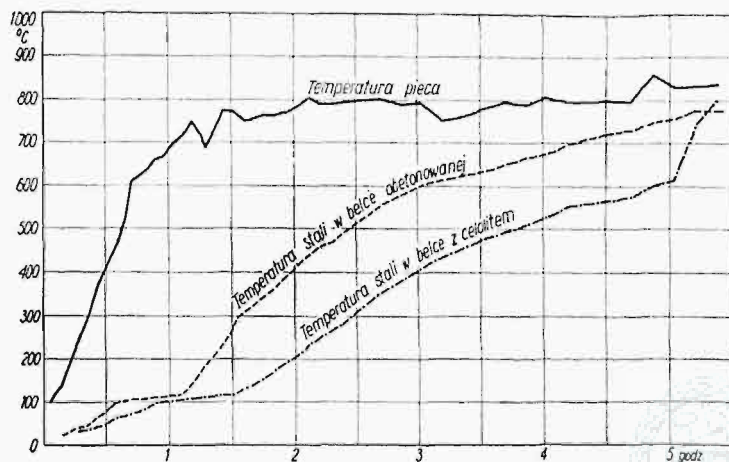
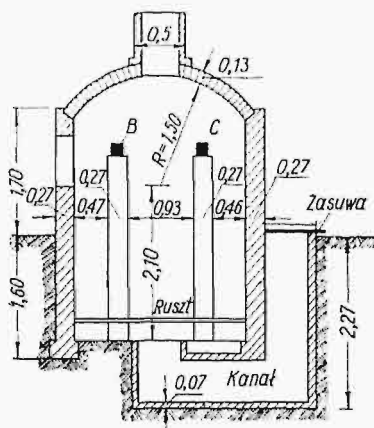
Rys. 15. Domek do prób ogniowych.

7 mm, po 4 min 18 mm<sup>14)</sup>); objaśnia się to zmniejszeniem współczynnika sprężystości przy wzroście temperatury i zbliżeniem dolnego pasa belki do palnika. Po 4<sup>2</sup>/<sub>1</sub> min belka, ulegając bocznemu zwichrzeniu, runęła. Wpływ tynku gipsowego okazał się bardzo poważny (rys. 5). Ogrzanie stali zostało znacznie opóźnione, dzięki czemu przyrosty ugięć stały się o wiele powolniejsze, a belki dźwigały obciążenie użytkowe wielokrotnie dłużej. Belka z tynkiem grub. 1 cm wytrzymała 52 min, a z tynkiem 2 cm — 183 min.

Belka z tynkiem 2 cm po próbie jest uwidoczniła na rys. 13. W czasie próby tynk tylko popękał, odpadnięcie nastąpiło dopiero po zawaleniu się belki. Ciekawe jest, że i w tym wypadku zawalenie się nastąpiło wskutek zwichrzenia belki, pomimo szerokiego podparcia na łożysku (rys. 4).

Doświadczenia z belkami stalowymi, obłożonymi betonem i celolitem, wykonane w Instytucie Badań Inżynierji dla Polskiego Towarzystwa Budowlanego.

Doświadczenia miały na celu ustalenie stopnia ognioodporności belek konstrukcji dachu jednej z większych hal, obłożonych zwykłym betonem, bądź celolitem. Przygotowano 2 belki nitowane, jak na rys. 14. Jedną z nich B obetonowano betonem piaskowo-zwirowym, drugą C — lekkim celolitem. Grubość warstwy otaczającej żelazo wynosiła w obydwu wypadkach 6 cm. Obydwie belki ustawiono w specjalnie wybudowanym domku do prób ogniowych (rys. 15) i każdą z nich obciążono cięża-



Rys. 16. Przebieg temperatury w domku próbnym i temperatury belek podczas prób ogniowych.

naftą. W ciągu pożaru można było drewno dorzucać przez górny otwór domku. Krzywe na rys. 16 wskazują przebieg temperatury we wnętrzu domku i w stali obydwóch belek, poczynając od chwili rozniecenia ognia aż do zawalenia się belek. Z rysunku widać, jak duże znaczenie posiada izolacja belek. Jeżeli przyjąć temperaturę 350° C, jako taką, przy której wytrzymałość stali wynosi jeszcze 100% wytrzymałości w temperaturze zwykłej, to okazuje się, że w belce B nastąpiła ta temperatura

Zestawienie II

Nr	Przekrój	Zabezpieczenie	Obciążenie kg	Czas do zawalenia się godz; min	Najwyższa temperatura stali
1			54200	11 1/4	624
14		Beton 1:2:4	54200	1 4 1/4	810
28		Beton 1:2:4 (wapień)	54200	6 33 1/4	750
34		Beton 1:2:4 (Granit)	54200	7 58	718
68		Zaprawa 1cm Cegły 5,7cm	54200	1 40 1/4	754
76		Beton 1:3:5 (wapień) Zaprawa 2cm Pustaki cegl. 2cm tynk gipsowy	54200	4 25 1/2	663

<sup>14)</sup> Ugięcie belki N 10 przy  $\sigma = 1000 \text{ kg/cm}^2$  w temperaturze pokojowej wynosi 16 mm.

po 1 godz. 45 min, w belce C po 2 godz. 50 min, czyli przeszło o godzinę później.

Począwszy od 1½ aż do 5-ciu godzin po rozpoczęciu doświadczenia temperatura w belce C była stale o 150°—200° niższa, niż w belce B. Dopiero po upływie 5 godz., kiedy celolit zaczął odpadać, temperatury obydwu belek doszły do 800° i nastąpiło ich zawalenie.

Beton zwykły, jako izolator, nie dorównywa w tym wypadku celolitowi, gazobetonowi i betonowi z żużla granulowanego, które to materiały utrzymują przez długi czas o wiele niższą temperaturę w stali i prócz tego mają tą zaletę, że naskutek swej lekkości znacznie mniej obciążają konstrukcję.

Doświadczenia amerykańskie ze słupami<sup>12)</sup>.

Słupy, obciążone ciężarem podłużnie ściskającym, ustawiono w piecach, w których temperatura wzrastała stopniowo po 1 godz. do 930°, po 4 godz. do 1100°C, aż do 1250°. Z powyższych prób przytaczamy najbardziej charakterystyczne w zestawieniu II. Słup (1) niezabezpieczony zawalił się po 11¼ min; wypełnienie słupa o tym samym przekroju (14) betonem zwiększyło trwałość do 1 godz.

Przez obetonowanie z uzwojeniem<sup>13)</sup> zwiększono trwałość słupa przy grubości warstwy betonu 5 cm do 6½ godz. a przy 10 cm — do 8 godz. (słupy 28 i 34). Obmurowanie okazało się mniej skutecznym (słupy 68 i 76).

(d. n.)

<sup>12)</sup> Nośności betonu nie wzięto pod uwagę, co widać z rubryki 4 zestawienia II.

#### La réaction des matériaux de construction et des parties des bâtiments dans la température de l'incendie

##### R é s u m é

L'auteur souligne l'importance de l'étude du problème qu'il traite dans son article et passe à l'examen des qualités de divers matériaux dans la température de l'incendie, ainsi que des moyens de leur protection. Il s'occupe d'abord du bois et cite de nombreux expériences allemands et américains sur sa durabilité et ses déformations sous l'influence de la température du feu; ensuite il traite les constructions en acier, sur lesquelles il donne aussi des renseignements concernant les déformations thermiques et les complète en citant les résultats des recherches allemandes et américaines, ainsi que les expériences exécutées dans un Institut de Recherches à Varsovie.

Dans un prochain article l'auteur traitera les matériaux suivants: produits céramiques, pierres naturelles, cloisons de plâtre, solomite, ver, béton et béton armé.

Inżynierowie R. MADEJ, W. RAFAŁOWICZ i Z. KLĘBOWSKI

## Podnoszenie wydajności i ekonomji kotłów starszej konstrukcji<sup>\*)</sup>

Uwagi dotyczące wytrzymałości, trwałości i bezpieczeństwa kotłów starszej konstrukcji zastosowanych do zwiększonej wydajności.

Wysoka wydajność kotła i znaczna elastyczność jego pracy — to są zasadnicze wymagania, stawiane nowoczesnemu palenisku, bądź to rusztowemu, bądź na pył węglowy — obok dobrej sprawności, jaką stwierdzamy we współczesnych instalacjach kotłowych.

W związku ze spełnieniem przez takie palenisko swego zadania, występuje: 1) wysoka temperatura przestrzeni paleniskowej oraz gazów opływających początkową część powierzchni ogrzewanej kotła i 2) duża amplituda wahań temperatur<sup>1)</sup>.

Ponieważ pewne części kotła znajdują się stale w stosunkowo niskiej temperaturze, to inne wydłużają się nieproporcjonalnie, powodując zmianę wzajemnego ustosunkowania się wymiarów i kątów pomiędzy poszczególnymi częściami.

Wysoka temperatura wywołać może znaczne napięcia materiału statycznej natury. Jest to

<sup>1)</sup> O ile przy wydajności średnio 15—18 kg pary z metra kw. pow. ogrzew. na godzinę temperatura w zwykłym palenisku wynosi 1100°—1200° C, a temperatura gazów w pierwszym przelocie ok. 600° C, lub w kotłach płomieniowych ok. 500° C po wyjściu z płomienia, to przy wydajności 45 — 55 kg/m<sup>2</sup>h temperatura w palenisku dochodzić może do 1350° — 1450° C, a gazów w pierwszym przelocie, t. j. przed przegrzewaczem, do 850° C. Przy wahaniami więc wydajności od 15 kg do 50 kg, mogą zachodzić wahania temperatur w palenisku od ok. 1100° C do ok. 1400° C, a gazów w pierwszym przelocie od ok. 600° C do ok. 850° C.

<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 592 w zeszycie 19 z r. b.

kwestja wytrzymałości. Duża amplituda wahań temperatury wywołać może zjawisko zmęczenia, powodując pęknięcie materiału już przy nieznacznych naprężeniach zmiennych. Jest to kwestja trwałości.

Wytrzymałość i trwałość kotła stanowią o jego bezpieczeństwie.

\*

Konstruktorzy zdołali odpowiednio dostosować nowe systemy kotłów do warunków pracy z nowoczesnymi paleniskami. Główne ich składowe (robocze) części są to opłomki.

Promieniowo wwalcowane w płaszcze walczaków rury łączą walczaki pomiędzy sobą, same zaś walczaki znajdują się poza działaniem wysokich temperatur spalin.

W kotłach sekcyjnych — sekcje są połączone z walczakiem zapomocą takich samych rur wygiętych, promieniowo wwalcowanych w walczak.

Rury — jako elementy konstrukcyjne o jednym wymiarze znacznie większym od dwóch pozostałych (jak wszystkie pręty) — zdolne są do dużych odkształceń, wywołujących małe napięcia<sup>2)</sup>, a blachy walczaków w taki sposób umieszczonych nie są narażone na odkształcenia cieplne.

Konstrukcyjnie przewidziane odpowiednie wygięcie rur, względnie opłomek, i promieniowe połączenie ich z walczakami, będącymi poza działaniem spalin, zapewnia kotłu szczelność w zawałowaniu.

<sup>2)</sup> Taką samą zresztą własność, jak pręty, posiadają płyty, czyli elementy o jednym wymiarze bardzo małym w porównaniu z dwoma pozostałymi.

W kotłach o konstrukcjach używanych dawniej, z właściwymi im również dawnymi paleniskami, żadne kłopoty omawianej natury nie występują jaszkrawo. Kotły te nie zawsze się jednak nadają do nowoczesnych palenisk bez uprzednich przeróbek.

W celu bliższego wyjaśnienia istoty omawianych trudności, rozpatrzmy zjawiska, powstające wskutek sztywnego połączenia różnych części w rozmaitych — doniedawna stale używanych — typach kotłów.

\*

**Kocioł płomienicowy.** Wskutek wydłużenia się płomienicy w większym stopniu niż płaszcz, dna są odkształcane w ten sposób od wewnątrz kotła, iż wyoblenie dna od strony płaszczu nadrywa się, wyoblenie zaś od strony płomienicy nadgniata się.

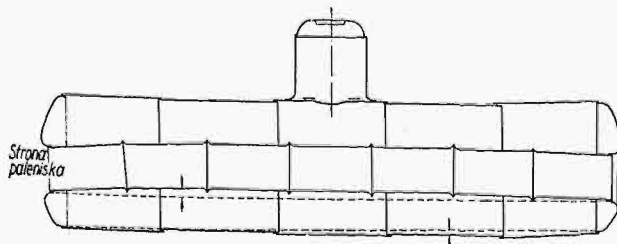
Nadgniatanie to jest znaczniejsze w wyobleniach dla płomienicy ku wewnętrznej stronie dna, jak to spotykamy w kotłach przeznaczonych do opalania gazem lub ropą.

Ścisłana płomienica powoduje ponadto nadrywanie, względnie nadgniatanie wygięć kołnierzy przy połączeniach Adamsona.

Prócz tego, walczak ogrzewany od dołu stara się wygiąć wypukłością w dół.

Ze ścisłaną wzdłuż osi długą płomienicą zachodzi zjawisko — rozpatrywane zgruba — podobne do wyboczenia. O kierunku, w którym nastąpi zgięcie (względnie wyboczenie), stanowią tutaj następujące dodatkowe (przypadkowe) bodźce: ścisłana płomienica ma, mianowicie, tendencję wyginania się ku górze, a to dzięki ogrzewaniu grzbietu płomienicy w większym stopniu, niż dołu, oraz dzięki działaniu tak zwanego wyporu hydrostatycznego, to jest sił, starających się wydobyć płomienicę na powierzchnię wody, płomienica bowiem waży znacznie mniej niż woda przez nią wyciśnięta, a mianowicie zaledwie około 50% <sup>1)</sup>).

Takie odkształcenie się płomienicy wypukłością ku górze i płaszczu wypukłością ku dołowi powoduje niejako skręcenie blachy dna na przestrzeni pomiędzy płomienicą i płaszczem (rys. 12).



Rys. 12. Odkształcenie płomienicy i płaszczu pod wpływem niejednakowego nagrzania różnych części kotła płomienicowego.

<sup>1)</sup> Przykład: 1 metr rury gładkiej  $\varnothing$  800 mm, grubości 12 mm, waży w przybliżeniu  $7,8 \times 25,133 \times 10 \times 0,12 = 235$  kg; jeżeli dodać 20% na kołnierze, łby nitów i pierścienie Adamsona, to wagę 1 metra płomienicy otrzymamy w przybliżeniu  $1,20 \times 235 =$  ok. 270 kg. Ponieważ woda wypchnięta przez 1 m takiej rury ( $\varnothing$  zewn. = 812) waży ok.  $51,8 \times 10 = 518$  kg + 5% na kołnierze i pierścienie Adamsona  $518 \times 1,05 =$  ok. 540 kg, to siła wyporu hydrostatycznego przypadająca na 1 m długości takiej płomienicy, starająca się podnieść ją ku górze, wynosi w przybliżeniu tyle, ile waży płomienica, a więc  $540 - 270 = 270$  kg, netto, to jest po odliczeniu jej ciężaru.

W starych krótkich kotłach, o sztywnych — z grubej blachy wykonanych — płomienicach i niekorzystnym rozmieszczeniu w nich otworów płomienicowych, spotyka się czasami, przy zwykłych, wewnętrznych paleniskach, uszkodzenia przedniego dna, uwidocznione na rys. 13, wskazujące na znajdowanie się uszkodzonej części dna pod wpływem skręcania.

Z początku tworzą się uszkodzenia oddzielnie na obydwóch różnych wyobleniach, następnie łączą się one ze sobą.

Jeżeli płomienica opatrzona jest rurami Gallo-way'a, to tworzą one niepożądane promieniowe usztywnienia płomienicy.

Przyczyny zjawiska, że uszkodzeniu podlega przeważnie dno przednie, a znacznie rzadziej tylne, należy szukać w zespołach następujących okoliczności:

1) Najwyższy punkt grzbietu wygiętej płomienicy znajduje się nie na środku jej długości, lecz bliżej przedniego dna, co jest nieco złagodzone okolicznością, iż najniższy punkt dołu płaszczu znajduje się bliżej tylnego dna.

2) Średnia temperatura tylnego dna jest wyższa niż średnia temperatura dna przedniego, co wpływa na zwiększenie ciągliwości materiału tylnego dna podczas pracy kotła — właściwości tak ważnej dla blachy kotłowej <sup>2)</sup>).

3) Działanie naprężeń termicznych, różne dla obydwu den. Pod wpływem tych naprężeń, dno przednie, mianowicie, ma tendencję spłaszczania się, dno zaś tylne zdąża do większego uwypuklenia się, co przy częstym zmiennym wywieraniu nacisku przed płomienicą wypada na niekorzyść przedniego dna.

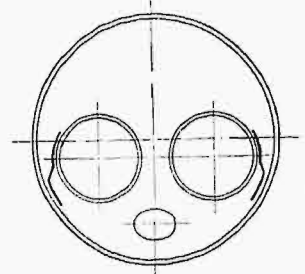
4) Wprowadzenie wody zasilającej — jak to ma najczęściej miejsce — przez przednie dno, chociażby rurą, otwartą w znacznej odległości od tego, dna, wywołuje okresowe dodatkowe ruchy przedniego dna z powodu wprowadzonych zaburzeń w napięciach termicznych, podczas zasilania kotła.

Zastosowanie nowoczesnego paleniska do kotłów płomienicowych o gładkich płomienicach (nie falistych) nie może dać dobrych wyników.

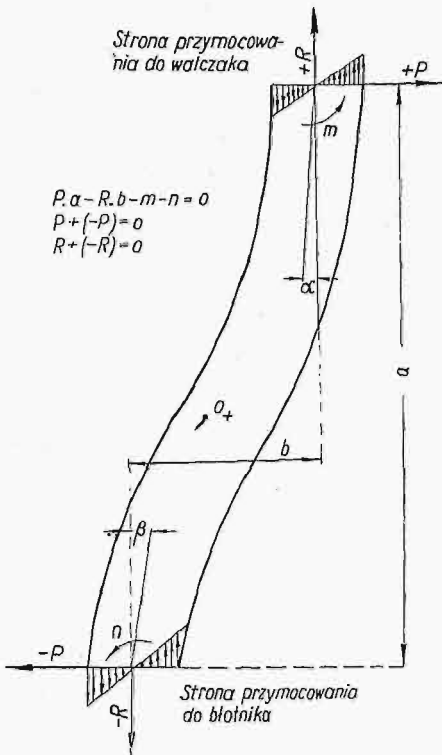
Nasuwająca się zmiana w obmurowaniu w kotle płomienicowym, przeznaczonym do dużych wydajności, polegałaby przede wszystkim, na obniżeniu linii ogniowej tylnego dna i bocznych kanałów poniżej linii wodnej przynajmniej o 100 mm, co nie jest wymagane w kotłach płomienicowych o małej wydajności.

\*

<sup>2)</sup> O ciągliwości daje pojęcie %-we wydłużenie normalnej próbki przy rozciąganiu, a to dla stali kotłowej spada z wolna od 0° C do 200° C, szybko wzrastając od 200° C wyżej. Przy średniej temperaturze przedniego dna, dajmy na to 60° C, wydłużenie wynosi ok. 20%, natomiast przy średniej temperaturze tylnego dna, dajmy na to 300° C, wynosiłoby ok. 26%. Dane powyższe dotyczą stali o wydłużeniu 23,2% w temperaturze normalnej 20° C. (Kurs wytrzymałości materiałów, Timoszenko-Huber, str. 27, wykres rys. 22).



Rys. 13. Uszkodzenie wybolenia dna kotła płomienicowego.



Rys. 14. Odskształcenie rury opadowej podczas pracy opłomkowego kotła starej konstrukcji z błotnikiem.

**Kotły opłomkowe.** Kotły z obydwoma komorami wodnymi, sztywno połączonymi z walczakiem, jak to ma miejsce naprzykład w kotłach systemu „Breda”, dzięki znacznemu wydłużeniu się płomieniówek i zupełnie nieznacznej odkształcalności komór z jednej strony, a zmiennemu w szerokich granicach podgrzewaniu dołu walczaka z drugiej, wykazują nieszczelności w zawalcowaniu opłomek i w szwach nitowych walczaka przy współpracy z nowoczesnym paleniskiem.

O ileby komory wodne były z walczakiem połączone przy pomocy pęczków cienkich rur, zdolnych do dużych odkształceń sprężystych, a walczak uwolniony od bezpośredniego działania spalin, to wspomniane szkodliwe zjawisko mogłoby zupełnie nie zachodzić.

\*

W jednopeczkowym kotle „Garbe”, część opłomek, wystawiona na bezpośrednie działanie ciepła promieniowania, wydłuża się w znacznie większym stopniu, niż pozostałe. To też opłomki te, wyginając się, wywołują powstawanie w zawalcowaniu zginających momentów zamoćowania.

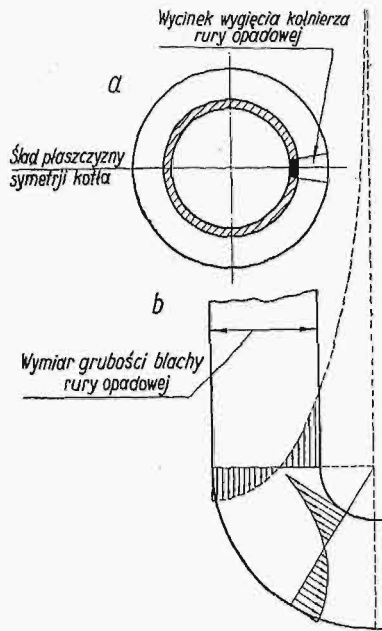
Dzięki stosunkowo małej grubości blachy w otworze zawalcowania, znaczne napięcia, uwarunkowane małym ramieniem momentu utwierdzenia, wywołują odkształcenie trwałe, rozluźnienie miejsca zawalcowania i ostatecznie przeciekanie wskutek nieszczelności.

Pęknięcia płyty Garbe'go, przy otworach dla przednich opłomek, nie tłumaczyłbym powstawaniem wspomnianych wyżej, znacznych sił na krawędziach otworu blachy. Wywołane są one prawdopodobnie, w szczególności w górnym walczaku, przepalaniem się blachy, wskutek intensywnego odparowania w tych miejscach, przy braku kra-

nia wody, czemu mogą współdziałać wystające ku wewnątrz kotła końce płomieniówek, wypełnionych mieszaniną pary i wody, a więc medjum słabo przewodzącym ciepło.

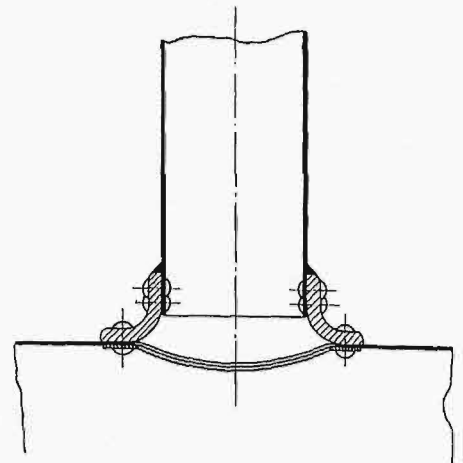
Wyrzucenie walczaków poza sferę bezpośredniego działania spalin niewątpliwie w znacznej mierze zaradziłyby złemu.

\*



Rys. 15. Naprężenia w wygięciu kołnierza rury opadowej:

a) kołnierz rury opadowej; b) przekrój (płaszczyzną symetrii kotła) blachy w wygięciu kołnierza rury opadowej.



Rys. 16. Zalecana konstrukcja połączenia rury opadowej z walczakiem głównym i błotnikiem.

W dwupeczkowych kotłach Garbe'go występują usztywnienia w postaci połączenia górnej pary walczaków zapomocą dłuższego króćca, a dolnej pary przy pomocy króćca znacznie krótszego, a więc i sztywniejszego.

Sądzę, że bez zamiany dolnego sztywnego króćca na szereg cienkich rur, zdolnych do znacznych odkształceń, dwupeczkowe kotły Garbe'go nie powinny być używane do pracy przy wysokiej wydajności i znacznej amplitudzie jej wahań.

\*

W kotłach o małym nachyleniu opłomek, ze sztywną rurą opadową, łączącą tył głównego walczaka z błotnikiem, miejscem, budzącym największe wątpliwości w związku z zastosowaniem nowoczesnego paleniska, jest połączenie rury opadowej z walczakiem głównym i z błotnikiem.

Szkic na rys. 14 przedstawia odkształcenie rury opadowej i układ sił zewnętrznych (obciążenia), utrzymujących w równowadze myślowo wyodrębnioną, cylindryczną część rury opadowej.

Zwraca się przy tem uwagę, iż ogólnie moment  $m$  nie jest równy momentowi  $n$ , że kąty  $\alpha$  i  $\beta$ , jakie tworzą z pionami rury styczne do osi w obydwu końcach odkształconej, są różne, wreszcie że punkt przegięcia  $O$  osi, nawet rury ściśle przyzmatycznej i jednorodnej na całej swej długości, nie musi leżeć na środku jej długości.

Biorąc pod uwagę, iż suma sił, dających moment  $m$ , i suma sił, dających moment  $n$ , równe są, każda z osobna, zeru, otrzymujemy następujące warunki równowagi tego płaskiego układu sił:

$$\begin{aligned} P \cdot a - R \cdot b - m - n &= 0, \\ P + (-P) &= 0, \\ R + (-R) &= 0. \end{aligned}$$

Aby jednak na końcach rury stworzyć warunki do powstawania układów sił, dających momenty  $m$ , względnie  $n$ , muszą na wygięciach kołnierza rury działać napiecia zginające.

Szkic rys. 15 przedstawia rozkład napięć w wylinku wygięcia rury przy kołnierzu w przekroju, uskutecznionym płaszczyzną symetrii kotła.

Naprężenia normalne  $\sigma$  rosą według prawa hyperbolicznego i równe są:

$$\sigma = E \frac{\Delta d \varphi}{d \varphi} \cdot \frac{E}{r + z}$$

$\Delta d \varphi$  — oznacza zmianę kąta po zgięciu, a  $L$  — odległość od warstwy obojętnej.

Odnosna hyperbola ma asymptotę równoległą do kierunku naprężeń i przechodzącą przez środek krzywizny.

Przy wygięciach, uskutecznionych małym promieniem, nierównomierność w rozkładzie naprężeń może być znaczna. Tak na przykład, jeżeli wartość średniego promienia zaokrąglenia jest równa grubości blachy, to bezwzględna wartość naprężenia na powierzchni od strony wklęsłej jest przeszło dwa razy większa od bezwzględnej wartości naprężenia na powierzchni od strony wypukłej.

Przy częstej zmianie naprężeń, jaka zachodzi przy każdej — choć nieznacznej — zmianie obciążenia kotła, może nastąpić takie zmęczenie materiału, które doprowadzić może do pęknięcia.

Konstrukcja podana na rys. 16 zapobiega temu. Praca odkształcenia, jaką wykonują napiecia zginające, wykonywana dawniej w wygięciu kołnierza, rozkłada się obecnie na całą długość rury, czyniąc wyoblenia w sztywnych obsadach tłoczonych niewrażliwymi na odkształcenia rury opadowej.

Nasuwać się przy tem następujące uwagi:

Niema potrzeby stosowania przy zmianie rury opadowej grubszych ścian, gdyż usztywnienie jej na całej długości nie jest konieczne, a w pewnych przypadkach może się nawet okazać szkodliwym, jako przenoszące odkształcenia na inne części kotła.

Pożądanę jest zalanie spoiwem krawędzi nasad od strony rury, co uczyni przejście od rury do nasad łagodnym, usuwając wpływ osłabiających otworów na nity, łączące rurę opadową z obsadami.

O ile rura opadowa ma podłużny szew spawany, wykonany na gazie wodnym, należy szew umieszczać przedewszystkiem w płaszczyźnie symetrii i następnie w możliwie niskiej temperaturze, a więc z tyłu.

Spawanemu bowiem szwu podłużnemu przypisujemy dużą wytrzymałość na napiecia normalne o kierunku osi rury, natomiast winniśmy się starać zabezpieczyć szew od działania napieć ścinających, wywołujących zeslizgiwanie się powierzchni spojenia. Takie umieszczenie szwu spawanego jest podyktowane tą okolicznością, iż przy zginaniu w przekroju, gdzie panują największe naprężenia normalne, naprężenia styczne równe są zeru, w osi zaś obojętnej przybierają wartość największą<sup>\*)</sup>.

<sup>\*)</sup> Przyczyną wybuchu kotła tego typu, na kop. „Juliusz” Warszawskiego T-wa Kopalni Węgla w 1921 r., podczas którego zginęło 7 osób, było prawdopodobnie urwanie się rury opadowej przy górnym kołnierzu.

Tak na przykład w belce o przekroju czworokątnym naprężenie styczne w warstwie obojętnej, jest  $1\frac{1}{2}$ , w przekroju kołowym pełnym  $1\frac{1}{2}$  razy większe od przeciętnego naprężenia stycznego, panującego w przekroju dzięki działaniu sił zginających, wówczas gdy w miejscach, najbardziej odległych od warstwy obojętnej, naprężenia styczne równe są zeru. W przypadku zginania rury cienkościennej, za jaką przyjmujemy rurę opadową (przekrój pierścieniowy) naprężenie styczne w warstwie obojętnej jest 2 razy większe od przeciętnego panującego w przekroju.

Takie zorientowanie szwu rury opadowej nie naraża żadnych trudności przy zastosowaniu nasad loczonych.

\*

Odnosnie do wytrzymałości walczaka, należy ponadto mieć na uwadze rozp. M. P. i H. z dn. 8 listopada 1930 r., głoszące, że — począwszy od ciśnienia 10 atn dla walczaków spawanych, a od 15 atn dla walczaków nitowanych — należy sprawdzić współczynnik pewności  $n$  przez porównanie naprężenia materiału ścianki walczaka w miejscu największego osłabienia z granicą plastyczności materiału, obniżając się ze wzrostem temperatury.

Stopień bezpieczeństwa w stosunku do granicy plastyczności nie może być mniejszy niż 1,9.

Dla walczaków położonych nad komorą ogniową, nieosłoniętych i pobierających ciepło przez promieniowanie paleniska, temperaturę ścianek należy przyjąć równą temperaturze pary nasyconej, zwiększonej o 100°C.

Dla walczaków położonych w pierwszym lub drugim przelocie, nieosłoniętych, lecz nie pobierających ciepła przez promieniowanie paleniska, temperaturę ścianek należy przyjąć równą temperaturze pary nasyconej, zwiększonej o 50°C.

Dla walczaków położonych w trzecim lub dalszym przelocie, bądź też dla walczaków nieogrzewanych, temperaturę ścianek można przyjąć równą temperaturze pary nasyconej.

Przy ciśnieniach wyższych niż 30 atn, niezależnie od wydajności kotła, walczaki nie powinny zasadniczo znajdować się w przestrzeni paleniska. W przypadkach zaś, gdy tego uniknąć niepodobna, należy zabezpieczyć odpowiednie części ścian walczaków od bezpośredniego działania ognia odpowiednio grubą, ogniotrwałą otuliną.

W wyższych temperaturach blachy kotłowej, począwszy od 400°C, mogłaby ponadto wymagać uwzględnienia wartość tak zwanej granicy wytrzymałości trwałej (granica pełzania). Ta okoliczność nie ma jednak jeszcze obecnie znaczenia w technice kotłowej, gdyż dla stali nawet przy 600°C pozostaje ona bez praktycznego znaczenia wobec dużego stopnia pewności, przyjmowanego w kotłach względem granicy plastyczności.

Naprężenie dopuszczalne uzyskujemy z naprężeń obliczeniowych granicy plastyczności, względnie granicy wytrzymałości trwałej, przez wprowadzenie współczynnika pewności  $n$ .

Ś. p. Dr. Stanisław Jamróz, uwzględniając wyżej wymienione obiedwie granice, określone przezeń doświadczalnie dla polskich stali, przy różnych temperaturach, oraz przyjmując  $n = 2$ , zapropro-

nowa! następujące wzory do określenia dopuszczalnego naprężenia  $k$  dla blachy kotłowej kategorii „K” ( $R = 35$  do  $42$ , obliczeniowo  $36 \text{ kg/cm}^2$ ):

$$k = 8,9 + 0,6 \left( \frac{t}{100} \right) - 0,375 \left( \frac{t}{100} \right)^2 \dots (k_{\max} \text{ przy } 80^\circ\text{C});$$

dla kategorii „D” ( $R = 40$  do  $47$ , obliczeniowo  $41 \text{ kg/cm}^2$ ):

$$k = 10,4 + 0,875 \left( \frac{t}{100} \right) - 0,47 \left( \frac{t}{100} \right)^2 \dots (k_{\max} \text{ przy } 93^\circ\text{C}).$$

Mnożąc w tych wzorach  $k$  przez 2, otrzymujemy granicę plastyczności  $K$  w funkcji temperatur<sup>9)</sup>.

Nasze Ministerstwo P. i H., udzielając zezwolenia na przebudowę paleniska w celu osiągnięcia większej wydajności kotła, zastrzega sobie, aby za przebudowę kotła i jego pracę brała odpowiedzialność firma, w której się kocioł znajduje<sup>10)</sup>.

Niemieckie Ministerstwo Pracy wymaga, aby wykonawca kotła wyraźnie wziął współodpowiedzialność w wypadku wbudowywania nowego paleniska celem zwiększenia wydajności<sup>11)</sup>.

W palenisku o ścianach wyłożonych szamotą, bez zastosowania chłodzących je ekranów wodnych, temperatura nie może — jak się ogólnie przyjmuje — wynosić wspomnianych  $1350^\circ\text{C}$  —  $1450^\circ\text{C}$ , uważa się bowiem, iż szamota nie wytrzyma takiej temperatury.

Naogół przyjmuje się, że już temperatura  $1350^\circ\text{C}$  jest bardzo niebezpieczna dla obmurza kotła i powoduje w krótkim czasie zniszczenie szamoty. Trwałość paleniska szamotowego zależy jest w pierwszym rzędzie od punktu topliwości popiołu, gdyż płynny żużel jest bardzo agresywny, powodując infiltrację w szamotę i jej zniszczenie. Przyjmuje się ogólnie, iż temperatura w paleniskach, którą dobrze znosi obmurze, wynosi zaledwie  $1100^\circ\text{C}$  —  $1200^\circ\text{C}$ . Znane nam są jednak paleniska na pył węglowy bez ekranów chłodzących, w których ruchowa temperatura wynosi  $1300^\circ\text{C}$  —  $1400^\circ\text{C}$ , a w niektórych miejscach dochodzi nawet do  $1500^\circ\text{C}$ .

Rozkład temperatur w przelotach zależy jest od tego, czy komorę paleniska należycie zaprojektowano, a mianowicie, czy spalają się w niej wszystkie części palne, gdyż w przeciwnym razie dopalanie następuje jeszcze w kanałach spalinowych i może tam silnie temperaturę podwyższyć, bo CO spala się jeszcze w temperaturze  $300^\circ\text{C}$ , a więc

<sup>9)</sup> Patrz Dr. Inż. Stanisław Jamróz: „Zagadnienie dopuszczalnych naprężeń dla blach kotłowych z uwzględnieniem wpływu temperatury”. Czasopismo Techn. Nr. 19 z dn. 10.X. 1932 r., str. 285 i Nr. 20 z dn. 25.X. 1932 r., str. 299; omawiane wzory znajdują się na str. 306.

Moduł sprężystości  $E$  w zależności od temperatury  $t$  w stopniach C można określić w razie potrzeby przy pomocy wzoru zaproponowanego przez inż. Z. Kłębowskiego w referacie wygłoszonym na VII Zjeździe Inż. Mech. Polskich w Warszawie, ujmującego niezłe dane doświadczalne. Wzór ten ma postać:

$$E = 2750 \cdot \sqrt{583000 - t^2}$$

Przy  $t=0^\circ$  do  $20^\circ\text{C}$ ,  $E = 2100000$ , a przy  $t = 764^\circ\text{C}$ ,  $E = 0$ .

<sup>10)</sup> List M. P. i H. do Stow. Dozoru Kotłów w Warszawie z dn. 17 lipca 1931 r. Nr. PA. III 2/25 w sprawie przebudowy na pył węglowy kotłów w Gwarectwie „Hr. Renard” w Sosnowcu.

<sup>11)</sup> W tym względzie zostało wysłane pismo niemieckiego Min. Pracy z dn. 9.IV. 1932 r. do Rządów Krajowych. Ministerstwo zwracało na tę sprawę uwagę już w 1931 roku (Die Wärme Nr. 14 z dn. 8.IV. 1933 r.).

dopalanie może następować nawet w okolicach ekonomizerów.

Pozatem silny wpływ na rozkład temperatury ma skład spalin, a mianowicie zawartość gazów  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , z których pierwszy bardzo silnie — zwłaszcza w wyższych temperaturach, — drugi znacznie słabiej — promieniują, a promieniując — gazy te oddają dużo ciepła pierwszym rzędem opłomek, co tem samem powoduje względne obniżenie temperatury w następnych przelotach.

Okoliczność ta może jaskrawo zachodzić w wypadku przebudowy paleniska, nie gwo!i możliwości forsowania kotła, lecz w celu dostosowania go do taniego — znajdującego się na miejscu — gorszego gatunku paliwa.

Tak na przykład, jeżeli kocioł — pracujący dawniej ze zwykłym paleniskiem — starej konstrukcji, opatrzymy następnie paleniskiem na pył węglowy, nie zwiększając wydajności kotła, to temperatura w dalszych ciągach może być niższa, niż przy starym palenisku, a to wskutek znacznie silniejszego wpływu promieniowania gazów  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  na zwiększoną opromienioną powierzchnię ogrzewaną kotła, znajdującą się w pierwszym przelocie.

Należy przy przebudowie mieć również na uwadze zmianę własności materiału w kotłach, mających za sobą dłuższy okres pracy<sup>12)</sup>.

\*

Zasadniczo kotły dawnej konstrukcji, nie mające uszkodzeń, można forsować w określonych granicach, jednak z uwagi na większą ilość odparowywanej wody i powodowane tem szybsze tworzenie się kamienia kotłowego należy, o ile woda nie jest ulepszona, czyścić forsowane kotły w krótszych okresach czasu, a w każdym razie — przynajmniej w początku — poddawać je częstym rewizjom.

Również częstsze rewizje kotła starej konstrukcji, opatrzonego nowoczesnym paleniskiem, winny zmierzać do przekonania się, czy nie zachodzą uszkodzenia, spowodowane forsowaniem, które czasami trudno przewidzieć.

Celowa gospodarka powinna w każdym razie mieć na widoku raczej szybszą amortyzację kotłów, aniżeli oszczędzanie przy niewykorzystywaniu ich całkowitej zdolności do produkowania pary, o ile tylko nie zachodzi ryzyko wypadku.

Miarodajną jednak w tych sprawach opinię można wydać jedynie w każdym poszczególnym wypadku, znając dokładnie całokształt danych, dotyczących kotła, który chcemy opatrzyć współczesnym paleniskiem, oraz warunków jego dotychczasowej i późniejszej pracy.

<sup>12)</sup> Pogląd na tę kwestję dają między innymi wyniki badań przytoczone w artykule: Werkstoffuntersuchungen an alten Dampfkesseln, przez K. Daers'a, E. Pfeiffer'a i G. Urbanczyk'a, podanym w Nr. 23 na str. 551 V.D.I. z dn. 4 czerwca 1932 r.

### L'amélioration du rendement et de l'économie des chaudières à vapeur d'une construction plus ancienne

R é s u m é

L'auteur (M. Z. Kłębowski) s'occupe dans son étude de la résistance, durabilité et sûreté des chaudières d'ancienne construction quand on les adopte au travail à grand rendement.

Après avoir indiqué les principaux facteurs négatifs qui

influencent le travail d'une chaudière moderne, savoir: 1-o la haute température dans le foyer et 2-o la grande amplitude des fluctuations des températures, — l'auteur passe à l'analyse des difficultés qu'on rencontre dans les divers types de chaudières. Il commence par l'examen des déformations des chaudières à un tube à flamme (compression longitudinale de ce tube, du corps et des fonds) et passe ensuite à celles des chaudières à tubes à eau; les

considérations de l'auteur sont complétées par des conclusions concernant la construction rationnelle de ces chaudières en vue d'éviter les inconvénients de leur travail à grand rendement, ainsi que par des données sur le calcul de la résistance des corps cylindriques des chaudières et des prescriptions officielles relatives à la modernisation des chaudières anciennes.

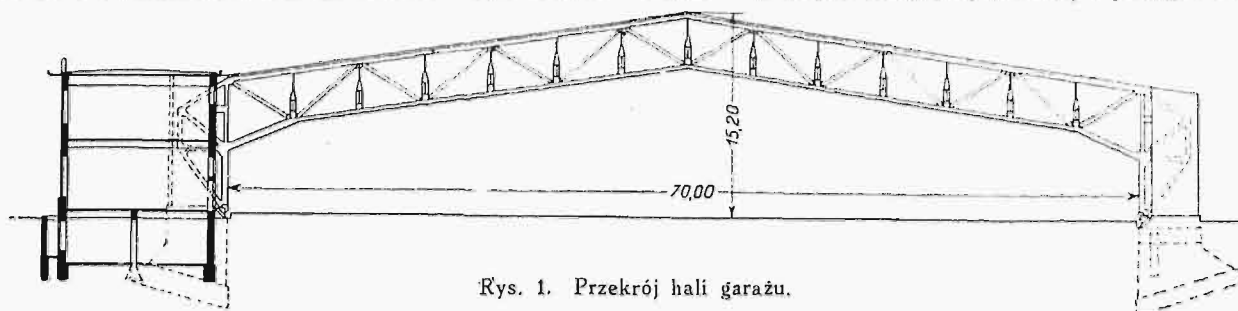
## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

### BUDOWNICTWO

#### Hala garażu autobusów w Budapeszcie.

Dźwigiary główne — kratownice dwuprzegubowe o rozpiętości 70 m rozstawione są co 20 m. Płatwie — belki o ścian-

Szybkie połączenie między Bostonem a Providence uskutecznione będzie przez New-York, Newhaven & Hartford Rd, zapomocą 2-ch pociągów szybkobieżnych. W jednym z nich wagony będą zbudowane ze stali nierdzewiejącej, w drugim — ze stopów aluminiowych. Każdy z pociągów two-

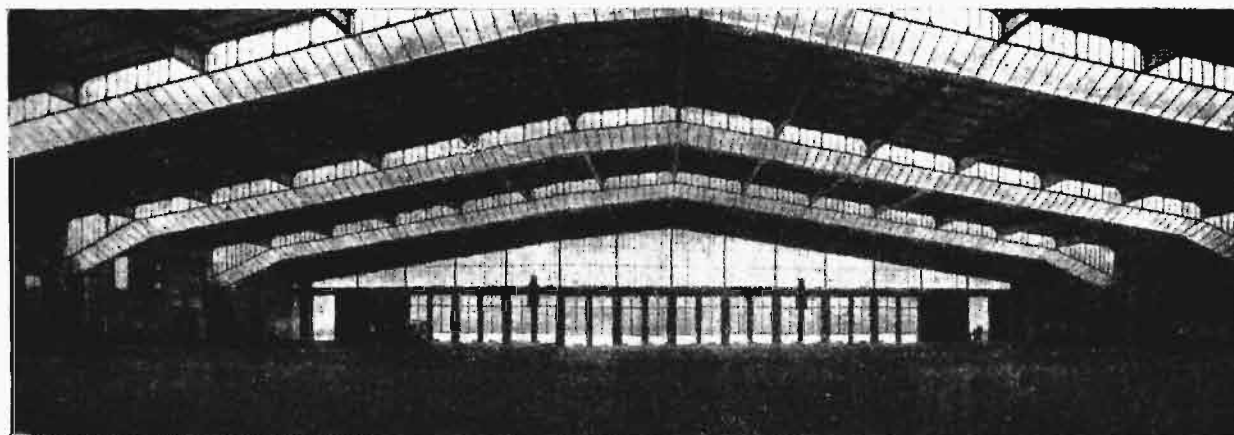


Rys. 1. Przekrój hali garażu.

ce pełnej, skonstruowane jako belki ciągłe, ułożone co 5 m (rys. 1).

Dźwigiary główne wykonano ze stali krzemowej, płatwie ze stali miękkiej St 37.

rzyć będzie lokomotywa i 6 wagonów; 4 wagony stanowiąc będą rezerwę. Z 6-ciu wagonów, wchodzących w skład pociągu, 1 będzie mieszany, bagażowo-osobowy, 2 — zwykłe osobowe i 1 z platformą obserwacyjną; łączna pojemność



Rys. 2. Wnętrze hali garażu autobusów.

Na szczególną uwagę zasługuje b. obfite i równomierne oświetlenie wnętrza (rys. 2). (Bull. de l'Ass. Intern. des Ponts et Charpents, sierpień 1934 r.).

### KOLEJNICTWO

#### Szybkobieżne pociągi parowe dla kolei amerykańskich.

Kilka przedsiębiorstw kolejowych w St. Zjedn. Am. Półn. zamierza podjąć budowę szybkobieżnych pociągów parowych, które mogłyby skutecznie współzawodniczyć z wagonami silnikowymi Diesel-elektrycznymi. Przebieg takiego pociągu na linii Nowy-Jork — Waszyngton trwałby zaledwie ok. 3,5 godz.

Kolej Baltimore & Ohio Rd projektuje uruchomienie 2-ch lekkich pociągów szybkobieżnych: pierwszy z nich z napędem parowym, drugi z lokomotywą Diesel-elektryczną o mocy 1800 KM. Prędkości pociągów wynoszą 140—160 km/godz.

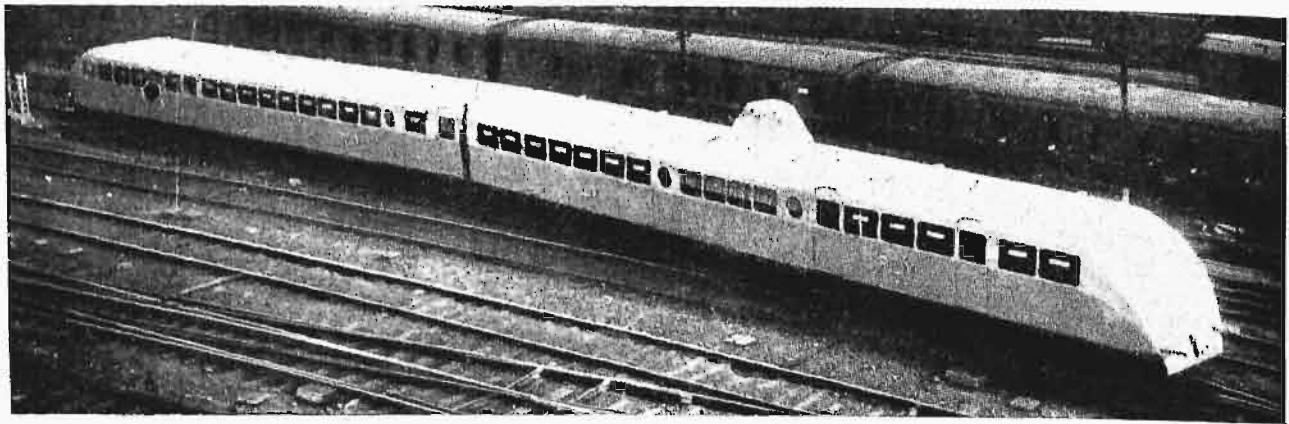
3-ch wagonów osobowych wyniesie 176 miejsc, a 2-ch saloonowych — 32 miejsc. Środek ciężkości wagonów i parowozu będzie obniżony przez zmniejszenie ich wysokości. Celem ograniczenia oporu powietrza, parowóz osłonięty będzie blachą, zakrywającą pompy, rury i t. d. Ciężar parowozu wyniesie 96,5 t, średnica kół napędnych 2,15 m. (Railway Age, 5 maja 1934).

M.

#### Wagon silnikowy Bugatti.

Wagon ten, przygotowany do szczególnie dużych szybkości jazdy, osiągnął podczas prób prędkość średnią 166—172 km/godz. i maksymalną 180 km/godz., bijąc w ten sposób rekord niemieckiego wagonu silnikowego linii Berlin — Hamburg, który rozwija do 160 km/godz. Przy prędkości 100 km/godz. wagon Bugatti może być zahamowany po przebiegu 340 m, przy prędkości zaś 120 i 150 km/godz. długości te wynoszą odpowiednio 400 i 700 m.

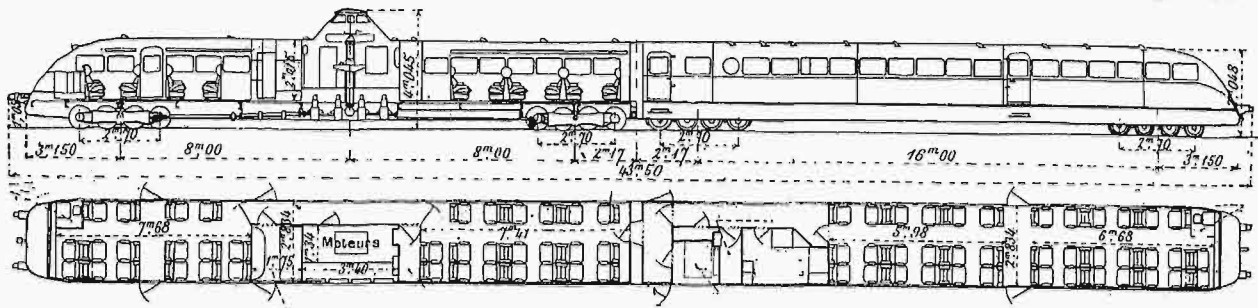
W dalszym rozwoju wagon przekonstruowano, sprzęgając



Rys. 1. Widok wagonu silnikowego Bugatti.

ze specjalnie zbudowaną przyczepką i osiągając podczas jazdy inauguracyjnej średnią prędkość handlową 102,6 km/godz. Wagon ten, w którym cały mechanizm napędowy pozostawiono bez zmian, poruszać się może w dowolnym kierunku.

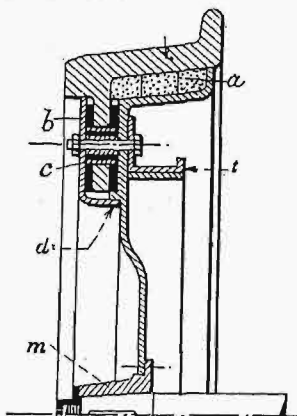
niezależnie jedno od drugiego, koła toczne. W wagonie przyczepnym wszystkie nośne zestawy kołowe posiadają taką samą konstrukcję. Koło elastyczne (rys. 3) tworzy obręcz stalowa, pod którą umieszczone są 3 wkładki gumowe.



Rys. 2. Schemat ustroju wagonu silnikowego Bugatti.

Zarówno wagon silnikowy, jak i przyczepny, wspierają się na 2-ch wózkach, z których każdy posiada po 4 osie. Wagon silnikowy, o ciężarze 31 t, posiada 36 miejsc siedzących, przyczepny, o ciężarze 23 t, — 38 miejsc.

Energia mechaniczna wytwarzana jest w 4 silnikach 8-cylindrowych typu Royal-Bugatti, rozwijających po 200 KM przy 2500 obr./min i ustawionych prostopadle względem osi wagonu. Silniki pędzone są potrójną mieszanką benzyna-benzol-spirytus, doprowadzana ze zbiornika o pojemności 1140 l, umieszczonego pod wagonem. Każdy silnik posiada oddzielny rozrusznik elektryczny i chłodnicę.



Rys. 3. Przekrój koła napędowego wagonu Bugatti a, b, c—pierscienie gum., d—pokrywa, m—piasta, t—bęben hamulca.

Dzięki bardzo dużym momentom, rozwijanym przez silniki przy małych obrotach, okazało się możliwym całkowite usunięcie skrzynki zmianowej. Każdy z silników napędza sprzęgło hydrauliczne, dalej zaś ruch przenosi się przez 4 zębate przekładnie stożkowe na wał podłużny, z niego zaś na osie, pędzone za pośrednictwem kół śrubowych. Napęd poszczególnych silników jest całkowicie niezależny i mogą być one kolejno włączane, stosownie do profilu drogi. Ponadto, możliwość dysponowania 4-ma silnikami, z których jeden wystarcza do uruchomienia wagonu, usuwa obawę przymusowego postoju z powodu uszkodzenia.

Oba wózki wagonu silnikowego posiadają po dwie (wewnętrzne) osie napędowe i po dwie (zewnętrzne) osie nośne. Osie napędowe obracają się w maźnicach wałeczkowych, osie nośne są nieruchome, a na końcach ich obracają się,

Budka kierowcy znajduje się w środku wagonu silnikowego, nad silnikami, wystając ponad dach wagonu. Dzięki takiemu położeniu osiągnięto dobrą widoczność sygnałów w obu kierunkach jazdy. Prowadzenie wagonu jest łatwe, a regulacji prędkości dokonywa się wyłącznie dźwignią akceleratora. (Génie Civ. 7.X. 1933, 7.VII. 1934).

## METALoznawstwo

### Wpływ naprężeń dwuosiowych na odkształcalność rur ze stali zlewnej przy próbie na ciśnienie wewnętrzne.

Opierając się na swych poprzednich badaniach, autor stwierdza, że odkształcalność tworzyw jest przy wieloosiowych naprężeniach mniejsza niż przy jednoosiowych. Referat omawia wykonane w związku z tym doświadczenia (z polecenia Zw. Właścicieli wielkich kotłów) z rurami ze stali zlewnej o zwykłych w kotlarstwie wymiarach, poddawanej próbie ciśnienia wewnętrznego w temperaturach pokojowej i wyższych.

Doświadczenia te dały wyniki następujące: granica płynności nie zmieniała się w sposób godny uwagi; wytrzymałość na rozciąganie spadała o 10 do 15% poniżej wartości, uzyskiwanych przy naprężeniu jednoosiowym, wydłużenie zaś mało do  $\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$  wartości odpowiadającej jednoosiowemu naprężeniu. Przy próbach w temperaturze 300° (kąpiel olejowa) wartości wytrzymałości zmieniały się nieznacznie, spadała jednak nieco granica plastyczności, zaś wydłużenie mało poważnie. Przeważnie rury pękały wzdłuż powierzchni pochylonej o 45° względem osi rury.

Reasumując wykonane badania, autor stwierdza, że obniżenie odkształcalności przy naprężeniach dwuosiowych wywołuje konieczność zwracania uwagi, by tworzywa wykazywały dostatecznie wysokie wartości wydłużenia i przewężenia przy zwykłej próbie na rozciąganie. (E. Siebel, ref. na Konferencji kotłowej. VDI, 1934 r., str. 1143).



# SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

Nr. 14-21

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

Tom VIII

## TREŚĆ

Wiatraki w Polsce, nap. prof. S. Turczynowicz.

Biblijografja.

WARSZAWA  
17 PAŹDZIERNIKA  
1934 r.

## SOMMAIRE

L'utilisation de l'énergie du vent en Pologne, par M. S. Turczynowicz, Professeur à l'École Centrale de l'Agriculture de Varsovie.

Bibliographie.

Prof. S. TURCZYNOWICZ

## Wiatraki w Polsce

### Wstęp.

Polski Komitet Energetyczny, po opracowaniu danych co do częstotliwości wiatrów w Polsce<sup>1)</sup>, rozpiął na wniosek Komisji Energji Wiatru ankietę w sprawie wiatraków, której wyniki podaje niniejszy artykuł<sup>2)</sup>.

Na ankietę nadesłano odpowiedzi z 220 powiatów, to znaczy brak ich z 21 powiatów (8,7%); zdaje się jednak, że w 11 z nich niema zupełnie wiatraków lub, jeżeli są, to w znikomej ilości; do nich należą: 6 powiatów wojew. Stanisławowskiego (Doliniański, Horodeński, Kołomyjski, Kosowski, Rohatyński i Stryjski), 1 powiat (z 2, które nie nadesłały) wojew. Krakowskiego (Nowotarski), 1 powiat (z 8, z których brak odpowiedzi), wojew. Lwowskiego (Turczański) i 3 powiaty wojew. Śląskiego (Lubliniecki, Świętochłowicki i Tarnowsko-górski). W ten sposób odsetka odpowiedzi z 91,3 wzrosłaby do 93,8%. W dalszych obliczeniach brane są pod uwagę poprawki, uzupełniające braki odpowiedzi, a oparte na danych z sąsiednich powiatów. Charakterystyczne jest, że brak odpowiedzi głównie z powiatów województw południowych: z centralnych województw nie dał odpowiedzi 1 powiat (Błonieński), ze wschodnich — 1 (Oszmiański) i z zachodnich 3 (wyżej wymienione Śląskie).

Poza ten brak odpowiedzi z wojew. Pomorskiego na zapytanie, dotyczące się ilości ulepszonych wiatraków (turbin wietrznych), co było motywowane niewielką ich liczbą oraz trudnością zebrania o nich wiadomości.

Pewne wątpliwości nasuwają odpowiedzi co do mocy wiatraków, podawanej w wielu wypadkach w liczbach zbyt wysokich. W zestawionych poniżej tabelach podana jest moc poprawiona (obliczona z danych o średnicy żaren).

Wreszcie niepełne odpowiedzi otrzymano też co do przeznaczenia wiatraka, jako silnika: na to pytanie brak odpowiedzi w 5,1% wypadków — dla 561 wiatraków<sup>3)</sup>, z czego na wojew. południowy przypada 327 wiatraków (t. j. 58,3%), na centralne — 183 (32,6%).

### Liczba wiatraków.

Liczba wiatraków, według odpowiedzi na ankietę, jest znacznie wyższa od podawanej dotychczas<sup>4)</sup> (6 360); wynosi ona dla 220 powiatów — 10 903, a po wprowadzeniu uzupełnienia dla pozostałych powiatów — około 11 400, a mianowicie w poszczególnych województwach:

w Warszawskim 1145 (1094)	w Łwowskim . 1575 (1148)
„ Kieleckim . . 864	„ Krakowskim. 1120 (1052)
„ Lubelskiem . . 1348	„ Tarnopolskiem 17
„ Łódzkim . . 1014	„ Stanisławowsk. 15
„ Białostockiem 621	południowych 2727
centralnych. 4992	
w Poznańskim . 1141	w Wołyńskim . 923
„ Pomorskiem . 175	„ Poleskiem . . 768
„ Śląskiem . . . 332	„ Nowogródzkim 244
zachodnich . 1648	„ Wileńskim . 145 (127)
	wschodnich. 2100

U w a g a : W nawiasach podane są liczby z odpowiedzi na ankietę, zatem z pominięciem niektórych powiatów.

Ulepszonych wiatraków (turbin wietrznych) mamy nieznaczną odsetkę (około 2%), gdyż zaledwie niespełna 300, z której to liczby podano wiadomości w odpowiedziach o 255: w wojew. Poznańskim 73, Śląskiem 121, Krakowskiem 43, Lubelskiem 5, Łódzkim 3, Kieleckiem, Stanisławowskiem i Nowogródzkim po 2, Warszawskiem, Białostockiem, Tarnopolskiem i Wołyńskim po 1 i w Pomorskiem — niewiadomo ile. Liczba turbin wietrznych w niektórych województwach jest napewno wyższa od podanej, np. w Warszawskiem

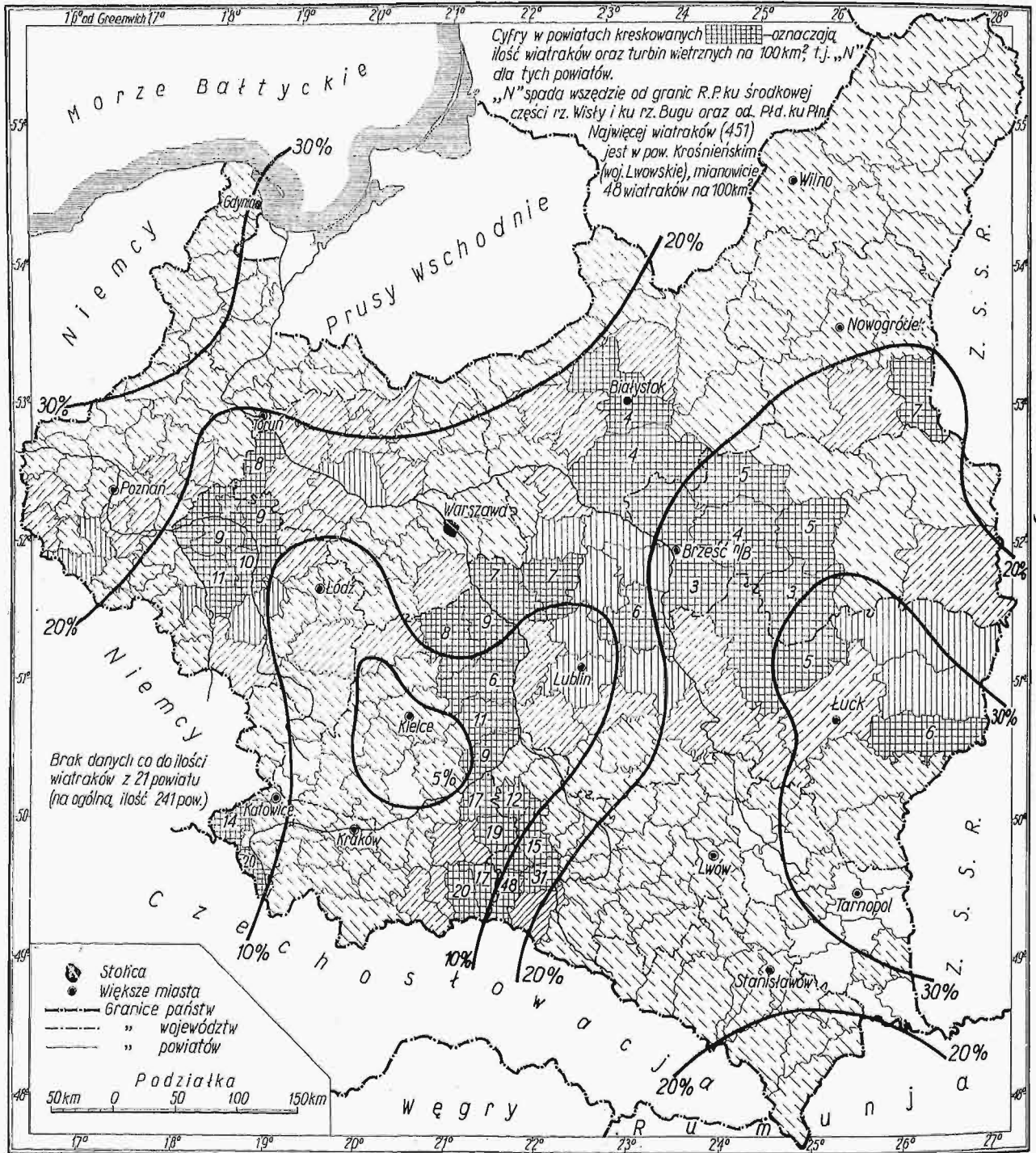
<sup>1)</sup> W jednym wypadku na zapytanie, co wiatrak napędza, jest odpowiedź zupełnie naturalna „wiatr”.

<sup>2)</sup> A. Dzik: „Młynarstwo w Polsce” 1928 i powtórzone za nim S. Kosińska-Bartnicka: „Wiatry w Polsce i ich wykorzystanie” 1930 oraz prof. J. Szowheniw: „Silniki wietrzne” 1932.

<sup>1)</sup> Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego 1930/36-37.

<sup>2)</sup> Na zasadzie obliczeń dokonanych przez p. J. Liperowskiego, a uzupełnionych przez autora niniejszego artykułu.

### Rozmieszczenie 10903 wiatraków i turbin wiatrznych w Polsce oraz rozkład terenowy wiatrów umiarkowanych (od 5 do 10 m/sek) (według „Prac Geofizycznych”, zes. III (IX) 1930 r.)



Ponad 100 wiatraków w powiecie (33 pow. = 50% ogóln. il. w.)
  81 ÷ 100 wiatraków w pow. (13 powiat. = 10% ogóln. il. wiatraków)
  51 ÷ 80 wiatraków w pow. (37 pow. = 21% ogólnej ilości wiatraków)
  Do 50 wiatraków w powiecie (122 powiaty = 19% ogóln. il. w.)
  Powiaty w których nie ma wiatraków (14 powiatów z 241 powiatów)

i Łódzkim, nie są one jednak zarejestrowane, prawdopodobnie dlatego, że służą jako silniki do prywatnego użytku jednego tylko gospodarstwa — właściciela.

Jak widać z powyżej podanej tabeli, największą liczbę wiatraków posiada województwo Lwowskie<sup>5)</sup>, potem Lubelskie, dalej Warszawskie, Poznańskie, Krakowskie<sup>6)</sup> i Łódzkie.

Jeżeli jednak uwzględnimy wielkość tych województw, to kolejność ich będzie inna pod względem gęstości rozmieszczenia wiatraków: na 1 wiatrak przypada w woj. Śląskiem 12,8 km<sup>2</sup>, w Krakowskiem 15,6, Lwowskiem 18,0, Łódzkim 18,7, Lubelskiem 23,1, Poznańskim 23,2, Warszawskiem 25,6, Kieleckiem 29,8, Wołyńskim 38,7, Poleskiem 46,7, Białostockiem 51,7, Pomorskiem 93,6, Nowogródzkim 94,9, Wileńskim 199,7, Tarnopolskiem 960,7 i Stanisławowskiem 1 127,3 km<sup>2</sup>.

<sup>5)</sup> Liczące według A. Dzika zaledwie 7 wiatraków.  
<sup>6)</sup> Według A. Dzika liczące 5 wiatraków.

W powyższym zestawieniu jaskrawo występuje wpływ uprzemysłowienia na ilości istniejących wiatraków; do pewnego stopnia jest on w niektórych województwach przyćmiewiony istnieniem tanich sił wodnych; do takich województw należy przede wszystkim Pomorskie, mające największą ze wszystkich województw zainstalowaną moc w zakładach wodnych (26 677 KM, t. j. przeszło 165 KM na 100 km<sup>2</sup>); znikomo mała ilość wiatraków w województwach Tarnopolskim i Stanisławowskim objaśnia się także znaczną liczbą istniejących tam zakładów wodnych: w woj. Tarnopolskim 1 zakład przypada na 32,6 km<sup>2</sup> a w Stanisławowskim na 24,5 km<sup>2</sup>, gdy w centralnych województwach 1 na 50 km<sup>2</sup>.

Też same czynniki (stan uprzemysłowienia oraz tania siła wodna) wpływają na ilość wiatraków w okolicach, nadających się ze względu na warunki naturalne przede wszystkim do budowy silników wietrznych. Jak wiadomo <sup>7)</sup>, pod względem istnienia wiatrów odpowiednich do pędzenia wiatraków, pierwsze miejsce u nas zajmują północno-zachodniej części Państwa: w okolicach Chojnic z 1 m<sup>2</sup> turbiny wietrznej można otrzymać 795 KM (przyjmując czas działania wiatru całą dobę), na Helu — 675 KM, w Poznaniu 621 KM; drugie miejsce zajmują południowo-wschodnie powiaty: w Tarnopolu 590 KM, w Zdobunowie 525, we Lwowie 494 i t. d., gdy okolice Warszawy dają niespełna 300 KM, a okolice Kielc, Radomia, Częstochowy i Krakowa poniżej 200.

Powiedziane powyżej tłumaczy przyczyny braku wiatraków w 11 powiatach wojew. Tarnopolskiego (Borszczowskim, Zaleszczyckim, Buczaczkim, Podhajeckim, Trembowelskim, Skafackim, Tarnopolskim, Zbaraskim, Przemyślańskim, Złoczowskim i Kamionko-Strumiłowskim) oraz w 3 powiatach wojew. Kieleckiego (Pińczowskim, Będzińskim i Zawierciańskim).

Z innych powiatów, które nadesłały odpowiedzi, największa ich liczba (122) ma ilość wiatraków, nie przekraczającą 50, 37 powiatów ma ich od 51 — do 80, 13 powiatów 81 — 100 wiatraków, reszta wreszcie powiatów liczy ponad 100 zakładów wietrznych każdy. Najwięcej wiatraków posiada powiat Krośnieński — 451 (t. j. 48 na 100 km<sup>2</sup> powierzchni, gdy sąsiednie powiaty — Brzozowski — 31 na ten sam obszar, Gorlicki 20, Jasielski 17, Rzeszowski 15 i t. d.).

Ponad 200 wiatraków liczą powiaty: Kowelski (275), Ropczycki (229), Koniński (219), Gorlicki (217) i Brzozowski (215). Poniżej 200, lecz powyżej 100, mają powiaty: Rzeszowski (196), Opatowski (189), Rówieński (179), Bielski (174), Jasielski (171), Radomski (167), Kaliski (165), Kozienicki (163), Mielecki (158), Kobryński (149), Brzeski (134), Pruzński (134), Nieświeski (134), Cieszyński (131), Włodawski (130), Garwoliński (130), Rybnicki (126), Turecki (124), Białostocki (117), Drohiczyński (113), Hżecki (109), Kamienio-Koszyrski (108), Kolski (106), Sandomierski (103), Łukowski (103), Kolbuszowski (101) i Nieszawski (101) <sup>8)</sup>.

<sup>7)</sup> Z pracy prof. Szowheniwa „Silniki wietrzne”, opartej na pracach S. Kosińskiej-Bartnickiej, Z. Bartnickiego i S. Kuszla.

<sup>8)</sup> Wyliczone tu są tylko powiaty, które nadesłały odpowiedzi.

Ogólna ilość wiatraków w tych 33 powiatach (stanowiących 14% wszystkich) stanowi 5 321, t. j. blisko 50% wszystkich wiatraków.

Jeżelibyśmy zaznaczyli na mapie te powiaty, to zobaczylibyśmy, że tworzą one parę grup: jedna mieści się na zachodzie centralnych województw, druga w środku — od pow. Garwolińskiego i Łukowskiego na południe aż do Karpat — i trzecia od pow. Białostockiego ciągnie się ku południowemu wschodowi do pow. Kowelskiego; prócz tych grup powiatów, mamy jeszcze 4 oddzielne: na Śląsku dwa (pow. Rybnicki i Cieszyński) oraz na wschodzie Rówieński i Nieświeski.

Jak widzimy więc, ugrupowania te bynajmniej nie są położone w okolicach, posiadających najlepsze warunki naturalne do wyzyskania energii wiatru.

### Moc wiatraków.

Jak już wspomniano, w odpowiedziach podane są naogół zbyt wielkie moce wiatraków, tak że trzeba było je przy obliczeniach częstokroć redukować (przeciętnie o 25%).

Ogólna moc zainstalowana w wiatrakach, według odpowiedzi dotyczących 10 903 zakładów, wynosi (poprawiona) 48 013 KM; jeżeli jednak przyjąć i poprawioną ilość wiatraków (z dodaniem przybliżonej ich liczby z powiatów, które nie nadesłały odpowiedzi) to jest ogólną liczbę 11 400, to otrzymamy ogólną moc około 50 000 KM.

Ponieważ możliwą do osiągnięcia energię wiatrów dolnych u nas ocenia się na 3 800 000 KM, przeto wyzyskiwana u nas ona jest zaledwie w 1,3%.

Według województw, wyzyskanie energii wiatru wygląda w sposób następujący: moc wszystkich wiatraków w KM <sup>9)</sup>:

woj. Warszawsk. 6 150 (5908)	woj. Lwowskie . 4 560 (3559)
„ Kieleckie . 4 406	„ Krakowskie 3 260 (3051)
„ Lubelskie . 5 875	„ Tarnopolskie 68
„ Łódzkie . . 5 171	„ Stanisławow. 49
„ Białostockie 2 546	Razem połudn. 7 937 (6 727)
Razem centr. 24 148 (23 906)	
woj. Poznańskie 5 591	woj. Wołyńskie . 4 984
„ Pomorskie . 700	„ Poleskie . . 3 546
„ Śląskie . . 498	„ Nowogródz. 1 464
Razem zachod. 6 789	„ Wileńskie. 680 (597)
	Razem wschod. 10 673 (10 591)

Przeciętna moc wszystkich wiatraków w Polsce wynosi (obliczona) 4,4 KM, podawane zaś w odpowiedziach przeciętne dla województw wahają się od 1,2 KM (Śląskie) do 9,7 KM (Warszawskie).

Poprawiono podane moce wiatraków na zasadzie tablicy prof. J. Szowheniwa <sup>10)</sup>, podającej związek między średnicą żaren, liczbą obrotów na minutę, niezbędną mocą silnika oraz średnicą wirnika wietrznego.

Średnica żaren waha się w sporych granicach; naogół mniejsze żarna są używane w województwach południowych (przeciętna 67 cm), największe w wojew. wschodnich (115 cm). W związku z tem i przeciętna moc wiatraków w nich wynosi 3,3 i 5,1 KM, gdy dla województw innych — 4,9 KM.

<sup>9)</sup> W nawiasach podana jest moc otrzymana z odpowiedzi, bez nawiasów — poprawiona.

<sup>10)</sup> „Silniki wietrzne”, str. 151.

Lepszy obraz o stopniu wyzyskania energii wiatru w różnych województwach otrzymamy z zestawienia liczby wiatraków oraz ilości zainstalowanych koni mechanicznych na każde 100 km<sup>2</sup> powierzchni.

Województwo	Na 100 km <sup>2</sup> liczba wiatraków	Moc w KM
Warszawskie . . . . .	3,8	20,9
Kieleckie . . . . .	3,4	17,2
Lubelskie . . . . .	4,3	18,9
Łódzkie . . . . .	5,3	27,2
Białostockie . . . . .	1,9	7,9
przeciętna . . . . .	3,6	17,6
Lwowskie . . . . .	5,5	16,0
Krakowskie . . . . .	6,4	18,9
Tarnopolskie . . . . .	0,1	0,4
Stanisławowskie . . . . .	0,09	0,3
przeciętna . . . . .	3,4	10,3
Wołyńskie . . . . .	2,6	14,0
Poleskie . . . . .	2,1	9,6
Nowogródzkie . . . . .	1,1	6,8
Wileńskie . . . . .	0,5	2,3
przeciętna . . . . .	1,7	8,5
Poznańskie . . . . .	4,3	21,2
Pomorskie . . . . .	1,1	4,3
łaskie . . . . .	7,9	11,9
przeciętna . . . . .	3,5	14,4
Przeciętna dla Polski . . . . .	2,9	12,8

Widzimy, że na pierwsze miejsce zainstalowanej mocy na 100 km<sup>2</sup> wysunęło się tutaj wojew. Łódzkie, potem Poznańskie, a dalej idą Warszawskie, Lubelskie i Krakowskie, województwa zaś, mające znaczny zasób sił wodnych, zajmują ostatnie miejsca.

Należy dodać, że nie wszystkie wiatraki są czynne; czynnych jest 88% — najmniej czynnych jest w województwach zachodnich (86%), najwięcej w południowych (90%).

#### Przeznaczenie.

W kraju tak rolniczym, jak Polska, przytłaczająca większość wiatraków ma za zadanie, naturalnie, poruszanie młynów; takich zakładów mamy 93,7% (10 215); do innych celów rolniczych służy jeszcze 1,1%, do celów przemysłowych — 0,1%, a dla pozostałych 5,1% (561) wiatraków nie udało się ustalić przeznaczenia, ale można przypuszczać, że z nich nie mniej niż 90% służy także młynarstwu; zatem wiatraków-młynów mielibyśmy koło 98% wszystkich zakładów wietrznych.

Przeznaczenie niemłynarskie wiatraków w poszczególnych województwach przedstawia się w sposób następujący:

W wojew. Warszawskim są 4 zakłady, mające na celu wytwarzanie światła elektrycznego, w wojew. Białostockim 1 wiatrak porusza siewkarnię, 2 — bębny w garbarni, w Nowogródzkiem 1 wiatrak pompuje wodę, w Poleskiem 22 porusza siewkarnię i 1, prócz siewkarni, — młocarnię, w Wołyńskim 1 — tokarnię, w Poznańskim województwie 55 wiatraków służy do pompowania wody, 2 do poruszania siewkarni, 3 do siewkarni i młocarni, 1 do wyrobu kaszy, 1 do wyrobu płatków ziemniaczanych i 2 do wytwarzania światła elektrycznego, w wojew. Śląskiem 3 wiatraki po-

ruszają pompy, 1 młocarnię i 1 tokarnię, w wojew. Krakowskim 2 — pompy, 2 — tokarnie, w wojew. Lwowskim 12 — siewkarnie i 2 pompy, w wojew. Stanisławowskim 6 — siewkarnie, 1 pompę i 1 służy do wytwarzania światła elektrycznego<sup>11)</sup>. Zatem według wogóle posiadanych wiadomości u nas 64 wiatraków napędza pompy, 43 siewkarnie, 1 młocarnię, 4 siewkarnie i młocarnie, 1 — kaszarnię, 2 — garbarnię, 4 — tokarnie, 1 — fabrykę płatków ziemniaczanych i 7 — prądnice elektryczne.

Z tych zakładów 71 jest poruszanych ulepszo-nymi wiatrakami (turbunami wietrznymi); o 4 turbinach brak wiadomości, 181 ich porusza młyny.

Niektóre z wiatraków służy do rozmaitych celów, np., prócz podanych powyżej 64, poruszających pompy, mamy jeszcze 5, służących — prócz pompowania — i do mielenia, wytwarzania elektryczności, siekania i t. d.

Charakterystyczne dane widzimy z następującego zestawienia, obrazującego związek liczby wiatraków z produkcją rolną:

Województwo	Centralne	Południowe	Wschodnie	Zachodnie
Przec. zainstal. moc w KM na 100 km <sup>2</sup> . . . . .	17,6	10,3	8,5	14,4
Jaką odsetkę ogólnego zbioru zbóż dają województwa (1929—1933) . . . . .	44,9	18,5	17,1	19,5

<sup>11)</sup> O innych województwach brak wiadomości (o Wileńskim i Pomorskiem) lub też być może, wszystkie wiatraki służy do poruszania młynów.

## BIBLIOGRAFJA

Ukazały się w sprzedaży nast. wydawnictwa prac Wszechświatowej Konferencji Energetycznej i organizacji pokrewnych:

**Rapports, discussions et conclusions du Premier Congrès des Grands Barrages.** Scandinavie, 28 juin—8 juillet 1933.

Publikacja powyższa obejmuje ok. 1600 str. w 5 tomach. Cena 320 fr. fr. Poszczególne tomy zawierają:

Tom I. Starzenie się zapór betonowych. Cena 80 fr.

Tom II. Wpływ temperatury i odkształceń zapór ciężkich. Cena 170 fr.

Tom III. Badanie tworzyw do budowy zapór ziemnych. Cena 100 fr.

Tom IV. Przesiąkanie zapór ziemnych. Cena 100 fr.

Tom V. Komunikaty.

**Proceedings of the World Petroleum Congress.** London 19—25 July 1933.

Treść:

Tom I. Geological and Production Sections. 592 str. Cena £ 1 15 s.

Tom II. Refining, Chemical and Testing Sections. 954 str. Cena £ 2 15 s.

Obydwa tomy razem sprzedawane są po £ 3 13s 6d.

Pozatem wydane są osobno tomy wedł. prac sekcji, obejmujące zagadnienia: tom A: Znaczenie geologiczne rozmieszczenia regionalnego złóż ropy; tom B: Postępy poszukiwań geologicznych; tom C: j. w., część II (aerofoto, metody polowe i in.); tom D: Wiercenie, wydobywanie, przewóz, magazynowanie; tom E: Rafinowanie; tom F: Uwodornianie; tom G: Materjały bitumiczne; tom H: Nafta; tom J: Pomiaru ropy w zbiornikach i in.

# WIADOMOŚCI TOWARZYSTWA WOJSKOWO-TECHNICZNEGO

Nr. 6.

Tom II

## TREŚĆ

Próba określenia norm tolerancji przy budowie i naprawie specjalnych maszyn do wyrobu amunicji karabinowej (dok.), nap. M. Kozerski.

WARSZAWA  
17 PAŹDZIERNIKA  
1934 R.

## SOMMAIRE

Sur les normes des tolérances dans la construction des machines - outils spéciales pour la production de munition (suite et fin), par M. M. Kozerski.

M. KOZERSKI

## Próba określenia norm tolerancji przy budowie i naprawie specjalnych maszyn do wyrobu amunicji karabinowej<sup>\*)</sup>

Podstawową maszyną do wyrobu amunicji jest prasa, którą prof. Schlesinger omówił bardzo ogólnikowo, biorąc pod uwagę prasę typową, bez uwzględnienia jej zastosowań specjalnych, które spotykamy przy wyrobie amunicji. Sprawdzenie prasy podług projektu prof. Schlesingera polega na szeregu pomiarów dokładności jedynie ruchów nieobciążonej maszyny, które mają świadczyć o dokładności jej wykonania i zapewnić dokładną jej pracę. Samo jednak sprawdzenie ruchów maszyny, bez sprawdzenia dokładności wykonania niektórych poszczególnych części, jest niedostateczne, i trzeba przeprowadzić dodatkowe szczegółowe sprawdzenie wykonania poszczególnych części maszyny, jako też i materiału, z którego te części zostały wykonane.

Wykonywanie maszyn ze sprawdzaniem poszczególnych jej części przez odbiorcę ma charakter masowej fabrykacji: części maszyn nie powinny podlegać żadnej dodatkowej obróbce ręcznej, nawet szabrowaniu; części te powinny być wykonywane na sprawdziany z tolerancjami zgóry określonymi; wobec dokładności wymaganych od maszyn, tolerancje zawarte w granicach bardzo małych podrażają bardzo budowę maszyn. Obecnie w kraju nie posiadamy wytwórni maszyn przystosowanej do takiej produkcji, ponieważ przystosowanie takie wymagałoby zbyt dużego nakładu kapitału, co, wobec niedużej ilości wyrabianych u nas maszyn, niepomiarne podniosłoby koszt ich wykonania. Wskutek tego zmuszeni jesteśmy tolerować ręczną obróbkę w postaci szabrowania i dopasowywania jednych części do drugich, starając się zmniejszyć czynności te przy budowie maszyn do niezbędnego minimum.

Tem samem rzekamy się zasady wymienności niektórych części przy naprawach. Zasady wymienności części nie możemy stosować w całej rozciągłości w maszynach amunicyjnych chociażby z tego powodu, że przy wymianie jednej zużytej części musielibyśmy wymieniać również i in-

ne współpracujące z nią, a jednak niejednakowo „wypracowane”, ażeby utrzymać maszynę zdolną do pracy z wymaganą dokładnością.

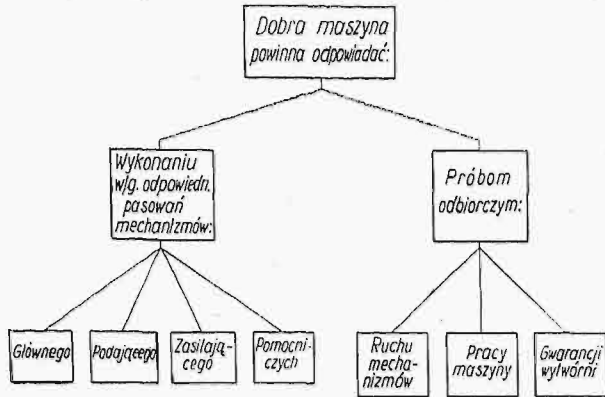
Biorąc pod uwagę, że nie wszystkie części maszyny są jednakowo obciążone podczas pracy, wskutek czego stopień nagrzewania się różnych części będzie różny, musimy uwzględnić ten wpływ temperatury przy projektowaniu i wykonywaniu maszyn. Stąd wynika, że sprawdzanie ruchów maszyny bez obciążenia jest praktycznie niewystarczające. Również pogląd, że sprawdzanie i odbiór maszyny powinien się odbywać tylko w wytwórni wyrabiającej maszyny jest niesłuszny i może doprowadzać do nieporozumień pod względem dokładności wykonania maszyn. Prawdopodobnie żadna z wytwórni amunicji nie może się z tym stanem rzeczy zgodzić i uznać go za zadowalający. Eliminując tutaj zupełnie wpływ uszkodzeń podczas przewozu, lecz biorąc pod uwagę tylko warunki, w jakich maszyna jest oddawana do odbioru w wytwórni maszyn i w wytwórni amunicji, gdzie maszyna powinna pracować, nie znajdujemy dużych różnic zasadniczych i wobec tego nasuwa się przypuszczenie, że prof. Schlesinger brał pod uwagę wpływ sztywności konstrukcji maszyny i wynikające z tego różnice wyrobu na maszynach więcej lub mniej silnej budowy.

Wytwórnia maszyn amunicyjnych wytwarza maszyny do pracy w wytwórniach amunicji, a nie u siebie, więc warunki odbioru powinny przewidywać sprawdzenie prawidłowości działania maszyny podczas pracy, a nie tylko sprawdzenie w wytwórni maszyn geometrycznej prawidłowości układów części roboczych i ruchów bez obciążenia.

Wobec więc nieprzydatności metod Schlesingera do sprawdzania niektórych maszyn amunicyjnych, musimy szukać innego sposobu sprawdzania, który dawałby większą pewność dobroci maszyn podczas pracy. Wysuwa się tu zatem system amerykański, który polega na badaniu maszyn w ruchu, przy obciążeniu i szczegółowym

<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 450 — 20 WT w zeszycie 5 z r. b.

sprawdzaniu dokładności wykonania produktu, wytworzonego przez daną maszynę. Ten system bardziej odpowiada badaniu maszyn amunicyj-



Rys. 1.

nych, ponieważ są one poddawane próbom odbiorczym w tych warunkach, w jakich będą spełniały swe zadanie. System amerykański nie przewiduje sprawdzeń wymiarowych ani części, ani poszczególnych ruchów maszyn, wychodząc z założenia, że do wytwórni maszyn powinniśmy odnosić się z całym zaufaniem, a wytwórnie te — dbając o zbyt swoich wyrobów, będą się starały doprowadzić dokładność w nich do możliwej doskonałości.

Maszyna sprawdzona systemem amerykańskim daje dostateczną pewność, w razie dodatnich wyników przy próbach, że będzie pracowała dobrze i produkt otrzymywany na niej będzie dobry, jednak nie daje nam żadnej pewności, jak długo trwała będzie dokładna praca na niej. System amerykański daje natomiast możliwość zbadania jednocześnie celowości konstrukcji maszyny, czego zupełnie nie możemy określić badając systemem prof. Schlesingera.

Tabela pasowań, w jakich maszyny amunicyjne powinny być wykonane i jakim warunkom odbiorczym powinny odpowiadać.

Nazwa maszyny	Pasowania mechanizmów				Próby odbiorcze		
	Głównego	Podającego	Zasilającego	Pomocniczego	Sprawdzenie ruchów maszyny	Próba w robocie i maksymalne odchylenie w pracy	Czas gwarancji wytwórni maszyn
<b>Maszyny do wyrobu pocisków kb.</b>							
Naparstnica . . . . .	PN-H2	PN-H3	—	PN-H3	p/g tabl. prof. Schlesingera	mimośrodek 0,005	6 miesięcy
Ciągarka . . . . .	„	„	PN-H3	„	„	„	6 „
Obrzynarka . . . . .	„	„	„	„	„	—	12 „
Szpicarka . . . . .	„	PN-H2	„	„	p/g schematu rys. 3	—	6 „
Frezarka . . . . .	„	„	„	„	p/g tabl. prof. Schlesingera	—	6 „
Rdzeniarka . . . . .	„	„	PN-H2	„	„	—	6 „
Składarka . . . . .	„	„	PN-H3	„	p/g schematu rys. 4	—	6 „
Maszyna kontrolująca . . . . .	„	„	„	„	p/g tabl. prof. Schlesingera	—	12 „
<b>Maszyny do wyrobu łusek kb.</b>							
Naparstnica . . . . .	PN-H2	PN-H3	—	PN-H3	p/g tabl. prof. Schlesingera	mimośrodek 0,015	6 miesięcy
Ciągarka . . . . .	„	„	PN-H3	„	„	0,005	6 „
Obrzynarka . . . . .	„	„	„	„	„	—	12 „
Głowczarka . . . . .	„	PN-H2	„	„	p/g schematu rys. 5	—	6 „
Zwężarka . . . . .	„	PN-H3	„	„	p/g tabl. prof. Schlesingera	—	6 „
Wiertarka . . . . .	„	PN-H2	„	„	„	—	12 „
Frezarka . . . . .	PN-H1	„	„	„	„	—	12 „
Wyżarzarka . . . . .	PN-H2	PN-H3	„	„	„	—	12 „
Maszyna kontrolująca . . . . .	„	PN-H2	„	„	„	—	12 „
<b>Maszyny do elaboracji naboju kb.</b>							
Kapiszoniarka . . . . .	PN-H2	PN-H2	PN-H3	PN-H3	p/g tabl. prof. Schlesingera	—	12 miesięcy
Maszyna elaboracyjna . . . . .	„	„	„	„	„	—	12 „
Zaciskarka . . . . .	PN-H1	„	„	„	„	—	6 „
Prasa do wcisk. pocisków	PN-H2	—	—	„	p/g schematu rys. 6	—	6 „
Maszyna kontrolująca . . . . .	„	PN-H2	—	„	p/g tabl. prof. Schlesingera	—	12 „

Najbardziej odpowiedni system sprawdzania maszyn amunicyjnych nowych lub po naprawie można stworzyć, biorąc z powyższych 2-ch systemów to, co jest w każdym rzeczywiście wartościowego, i łącząc w jedną całość, zabezpieczyć wytwórnie amunicji od przyjmowanie maszyn nieodpowiednich. Pamiętać przytem należy, że maszyna jest jedynie środkiem, a produkt wytwarzany przy jej pomocy — celem.

Od maszyn należy wymagać:

1. Dokładności wykonywanej pracy, w granicach zadanych tolerancji, w zależności od:
  - a) dokładności ruchów poszczególnych części mechanizmu, nie mogących przekraczać określonych odchyżeń;
  - b) sztywności części, poddanych działaniu sił podczas pracy.
2. Gwarancji wytwórni na określony czas za normalne, lecz nie nadmierne zużycie części wskutek nieodpowiednio dobranych materiałów, lub błędnej konstrukcji.

Przy sprawdzaniu maszyn należy zwrócić szczególną uwagę na surowiec, ewentualnie półfabrykaty, które będą na nich przerabiane, ponieważ materiał o nierównej grubości, lub twardości, co często się zdarza, nawet przy bardzo dokładnie wykonanej maszynie, może wpłynąć na otrzymanie ujemnych wyników przy sprawdzaniu wyrobu z maszyny.

Tak samo mimośrodkowość półfabrykatów — z czym specjalnie trzeba walczyć przy wyrobie amunicji — może się potęgować, i maszyna zupełnie dokładna może nie dać dobrych wyników w czasie ciągnięcia materiału na następnych operacjach. Równocześnie poprawnie zaprojektowane uchwyty i narzędzia, które w swem pierwotnym założeniu były projektowane na maszynę już częściowo wypracowaną, mogą wprowadzić

w błąd i dać w czasie prób odbiorczych na nieodpowiadającej wymaganiom maszynie wyniki bardzo dobre.

Dla uniknięcia błędnych wniosków z przyczyn yfuszczonych ostatnio, jesteśmy zmuszeni spraw- ać ruchy maszyn, ażeby nieprawidłowość ich zy próbach odbiorczych nie uszła naszej uwa- e. Nieprawidłowe ruchy często bywają bezpo- ednią przyczyną zbyt szybkiego zużywania się niektórych części maszyny.

Niepomiernie szybkie zużywanie się części m- szyn powstaje nie tylko wskutek niewłaściwego pasowania i nieodpowiednio dobranych materia- łów, lecz także wskutek wadliwej konstrukcji m- szyn, nieuwzględniającej dostatecznej ochrony i zabezpieczenia współpracujących części od pyłu i kurzu, który znajduje się w każdym warsztacie w mniejszych lub większych ilościach.

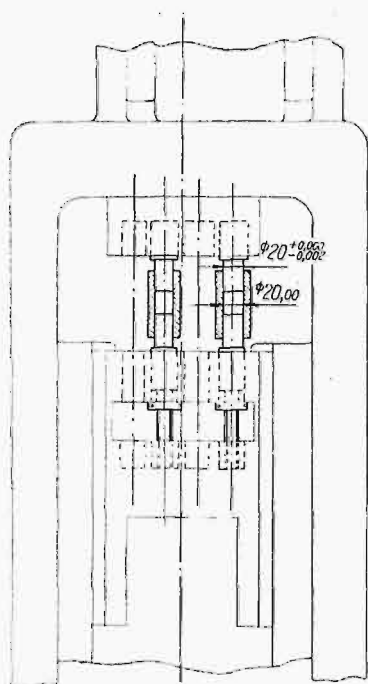
dzie praktycznie żadnej różnicy pomiędzy  $\delta$  rem maszyn w wytwórni amunicji i w wytwórni maszyn.

Do tego powinniśmy dążyć i zagwarantować sobie warunkami odbiorczymi; ponieważ odbiór ostateczny maszyn ze względów praktycznych po- winien się odbywać jedynie w wytwórni maszyn.

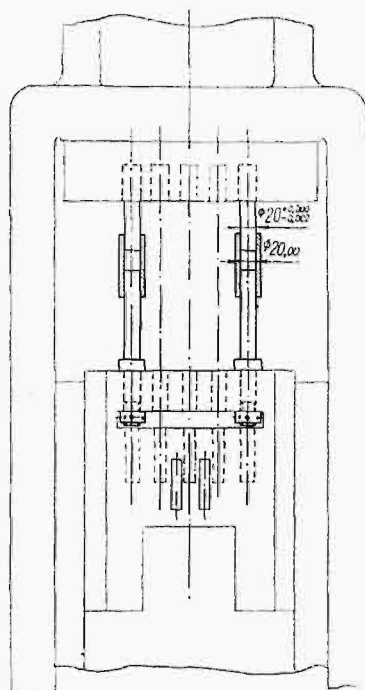
Uwidoczniony na rys. 1 schemat wskazuje nam, jakie warunki powinny być uwzględnione, ażeby wykonanie maszyn odpowiadało naszym warun- kom pracy, które są bardzo obostrzone.

Obostrzenie warunków pracy jest spowodowa- ne małymi tolerancjami wyńiarów przy odbiorze produktu, ponieważ tolerancje robocze są jeszcze zwiężone o około 30%.

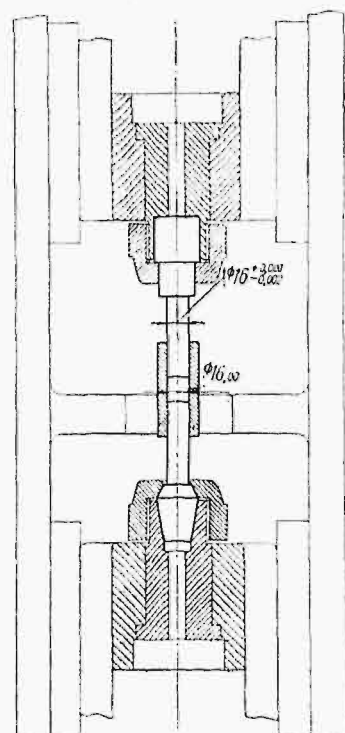
Zwiężenie tolerancji roboczych jest konieczne ze względu na możliwość rozregulowania się ma-



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.

Stwierdzenie i znalezienie przyczyny nadmier- nego zużycia części jest rzeczą bardzo trudną, jednak przy szczegółowym zbadaniu i zanalizo- waniu miejscowych warunków, w jakich maszyna pracuje, jest możliwe i dlatego, stawiając pewne wymagania, nie wolno pomijać zagwarantowanych przez wytwórnię warunków, jakim maszyny win- ny zadość uczynić przy odbiorze i w czasie pracy.

Nawet przy kilkunastogodzinnem lub kilku- dniowym sprawdzaniu maszyn w ruchu bez obci- żenia nie mamy możności stwierdzenia prawidł- ości doboru materiału, użytego na części pracu- jące; dlatego uważamy takie dłuższe badania przy odbiorze, poza jedynie niezbędnymi w celu okre- ślenia prawidłowości funkcjonowania mechaniz- mów, za bezcelowe, natomiast zastąpić je powin- na gwarancja wytwórni maszyn na pewien zgóry określony czas pracy.

Reasumując powyższe wywody, dochodzimy do wniosku, że przy dobrze zaprojektowanej maszy- nie, odpowiednim doborze materiałów i wykona- niu części oraz przy gwarancji wytwórni, nie bę-

szyny i wycierania się jej części, oraz zużycia od- powiednich sprawdzianów, żeby do czasu uchwy- cenia wpływu powyższych czynników, przez lot- ną kontrolę, podczas badania dokładności produk- cji w wytwórni, nie nastąpiło kwalifikowanie fa- brykatu już jako nieodpowiadającego wymiarom, a więc niemożliwego do przyjęcia przez odbiorcę.

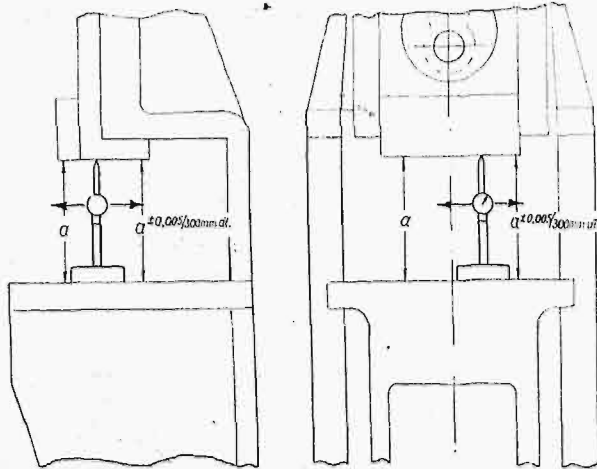
Ta zwiężona tolerancja jest gwarancją, że ogro- mne ilości fabrykatów, przepływające przez ma- szyny w stosunkowo krótkim czasie, są dobre.

Przechodząc do właściwego omówienia toleran- cji i dokładności, zjakimi maszynami do wyrobu amunicji powinny być wykonywane, ażeby praca na nich mogła być zaliczona do zadowolającej i od- powiadającej wymaganiom stawianym przy wyro- bie amunicji, trzeba przedewszystkiem dokonać podziału maszyny na poszczególne mechanizmy w zależności od stopnia dokładności ich wykona- nia. Prawidłowy podział jest rzeczą nader waż- ną, gdyż tym podziałem zwracamy specjalną uwa- gę na części, dla których duża dokładność jest konieczna i wymagana. Pozostałe części mogą być

znane z mniejszą dokładnością, co jest uzależnione od wykonywanych czynności w całości kształcie pracy maszyny.

Każda maszyna amunicyjna składa się zasadniczo z czterech właściwych grup mechanizmów, mianowicie:

1. mechanizmu głównego,
2. mechanizmu podającego,
3. mechanizmu zasilającego,
3. mechanizmów pomocniczych (jak bezpieczeństwa, włączającego, hamulcowego i t. p.).



Rys. 5.

Z pośród tych czterech grup mechanizmów, na jakie dzielimy każdą maszynę amunicyjną, grupa pierwsza jest najważniejsza. Dla prawidłowego jego działanie nie wystarcza gdy jest wykonany z zadaną dokładnością, należy uwzględnić jeszcze jakość materiałów, z jakich poszczególne jego części zostały wykonane.

Przy doborze tworzyw na wykonanie mechanizmu głównego, w żadnym razie nie mogą odgrywać rolę względy oszczędnościowe; stwierdzono niejednokrotnie, że materiał wyższego gatunku — drogi, daje nam gwarancję długotrwałości pracy maszyny z zadaną dokładnością, w przeciwieństwie do materiałów używanych dawniej, które prędzej się zużywały, wskutek czego maszyna traciła swą dokładność i wymagała gruntownej naprawy.

Biorąc pod uwagę koszty naprawy i częste przestoje przy wykonywaniu części z nieodpowiedniego materiału oraz porównując z kosztami przy użyciu materiału wyższego gatunku, przekonamy się, że nie należy robić oszczędności na cenie nieodpowiedniego gatunku materiału, gdyż maszyna nie daje wówczas maksymalnej wydajności i obciąża kosztami naprawy w czasie częstych przestojów.

Mechanizmy pozostałe: podające, zasilające i pomocnicze są ważne dla całości kształtu maszyny, jednak działanie ich nie wpływa bezpośrednio na dokładność wykonywanej pracy na maszynie.

Wymieniony w schemacie na rys. 1 podział maszyny na poszczególne mechanizmy oraz podział prób odbiorczych daje możliwość najdogodniejszego określenia pasowań części poszczególnych me-

chanizmów oraz podziału prób odbiorczych, co uwidoczniło w tabeli, uwzględniając pasowania według Polskich Norm i sprawdzania ruchów maszyn częściowo według norm. prof. inż. Schlesingera, częściowo zaś, dla niektórych maszyn, według schematów uwidoczniionych na rys. 2, 3, 4 i 5.

Schematy podane na rys. 2, 3, 4 i 5, podług których należy sprawdzać maszyny do wyrobu pocisków, a mianowicie: szpicarki i składarki, oraz do wyrobu łusek — główczarki, polegają na zastosowaniu tłoczków, umocowanych na maszynie w miejscach umocowania uchwytów i narzędzi. Na tłoczkach jest umieszczona tulejka, wykonana z maksymalną tolerancją 0,002 mm; za pomocą jej przesuwania z jednego tłoczka na drugi sprawdzamy środkowość osadzenia uchwytów narzędzi na maszynach. W ten sposób sprawdzając maszyny, które mają bezpośredni wpływ na celność amunicji, przygotowujemy dobre maszyny do jej wyrobu.

Bardzo ważnym czynnikiem pracy maszyny jest właściwy dobór materiałów do wyrobu jej części (żeliwo rozmaitych gatunków, stal stopowa, bronz i t. d.) oraz właściwa ich obróbka termiczna. Temat ten wykracza jednak poza ramy niniejszego referatu i dlatego nie rozwijamy go tutaj.

Jak widzimy, na dobre i dokładne wykonanie maszyny do wyrobu amunicji składa się bardzo dużo różnorodnych czynników. Z pracy niniejszej i załączonej tabeli, po szczegółowym zanalizowaniu, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. System sprawdzania i odbioru maszyn, opracowany przez prof. Schlesingera, jest dobry głównie w zastosowaniu do maszyn, które wykonywają lekką pracę, t. j. w tym wypadku, gdzie pomiędzy pracą maszyny, a jej biegiem jałowym zachodzi mała różnica w zużyciu siły.
2. Zasady stosowane w amerykańskiej praktyce nie dają gwarancji długotrwałości pracy maszyny z określoną dokładnością.
3. Najwłaściwsze wydaje się połączenie tych 2-ech systemów, t. zn. sprawdzanie ruchów mechanizmów i wyrobu otrzymanego na danej maszynie.
4. Nader ważną sprawą jest opracowanie i ustalenie norm materiałów, używanych do wyrobu maszyn amunicyjnych.
5. Praca maszyny jest ściśle związana z produkcją amunicji, wobec czego wytwórnia maszyn amunicyjnych musi znać teoretycznie i praktycznie dokładny przebieg produkcji amunicji i warunki, jakim powinna ona odpowiadać.

Temat poruszony w niniejszym referacie oraz wysnute wnioski są jeszcze dalekie od całkowitego rozwiązania zagadnienia określenia norm tolerancji wykonania i odbioru maszyn do wyrobu amunicji karabinowej. W dalszym jednak ciągu prac w tym kierunku należy się spodziewać doprowadzenia ich do całkowitego wyczerpania tematu.