CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

TOM 55 LWÓW, 10 CZERWCA 1937 R. Nr. 11

Doc. dr inż. STANISŁAW OCHĘDUSZKO, BRONISŁAWA JAREMA, ZBIGNIEW BŁASZKIEWICZ
(LWÓW)

Krytyka metod oznaczania wilgoci paliw stałych.

Przy określaniu tzw. analizy wstępnej paliwa jedną z podstawowych czynności jest wyznaczenie jego wilgoci. Od trafności tego oznaczenia zależy późniejsza ocena ilości części lotnych oraz ilości tzw. substancji palnej paliwa (paliwa bez wody i popiołu). Zrozumiałe, że ciepło spalenia substancji palnej, którego wartość stanowi podstawę przy przeliczeniach kalorymetrycznych dla paliwa obciążonego balastem (wodą i popiołem), jest zgodne z rzeczywistością tylko w przypadku poprawnej analizy wstępnej paliwa. Również analiza elementarna, a w szczególności określenie zawartości wodoru w paliwie jest tylko wówczas prawdziwe, gdy ilość wody w paliwie została należycie zbadana.

Wyznaczenie wilgoci paliwa stałego nie jest tak proste jakby się zdawało; nic więc dziwnego, że różne laboratoria zajmowały się tym problematem. Również Instytut Chemii Technicznej Uniwersytetu w Halle opracował jedną z metod (tzw. kriohydratyczną) badania paliw, tudzież przeprowadził studium porównawcze metod najczęściej używanych. Ponieważ metoda wspomnianego instytutu nie była znana ani stosowana na terenie Politechniki Lwowskiej, przeto w Laboratorium Kalorymetrycznym tejże Politechniki w zeszłym roku zostały wykonane badania wilgoci paliw stałych z uwzględnieniem tej nowej metody. Ponieważ na podstawie tych badań doszliśmy do odmiennych wniosków, aniżeli Instytut w Halle, przeto zajmujemy się omówieniem poszczególnych metod oraz wyników badań.

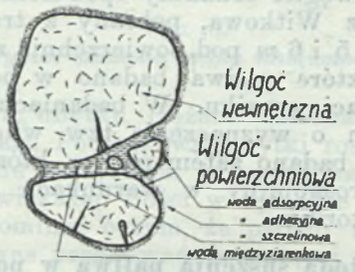
Z najczęściej stosowanych laboratoryjnych metod badania wilgoci paliw stałych należy wyliczyć:

1. metodę suszenia paliwa w powietrzu w temperaturze 107 *C*,
2. metodę suszenia paliwa w atmosferze bezwodnika kwasu węglowego w temperaturze 107 *C*,
3. metodę destylacji paliwa w ksylenie,
4. metodę kriohydratyczną polegającą na ekstrakcji wilgoci z paliwa za pomocą alkoholu.

I. Rodzaje wilgoci w paliwie stałym.

Nim przystąpimy do szczegółowego omówienia wspomnianych metod, należy rozpatrzyć, w jaki sposób woda łączy się z paliwem stałym i od czego zależy ilość wilgoci w paliwie.

Bierzemy pod uwagę nie tylko jedno ziarno paliwa, lecz także całe skupienie wielkiej ilości tych ziarn w chwili przystąpienia do badania wilgoci. Wilgoć takiego skupienia rozpada się zasadniczo na dwie części: 1. wilgoć powierzchniową, 2. wilgoć wewnętrzną. Pod nazwą „wilgoć powierzchniowa“ rozumie się tę część wilgoci, która pokrywa powierzchnię ziaren, natomiast „wilgoć wewnętrzna“ przedstawia tę wodę, która tkwi wewnątrz ziaren. Rycina 1 zawiera obraz takiego skupienia kilku ziaren i przedstawia wszystkie możliwości występowania wody.



Ryc. 1.
Wilgoć związana z paliwem.

Posuwając się w kierunku od powierzchni ziarna na zewnątrz natrafiamy na następujące składniki wilgoci:

a) woda adsorpcyjna, tj. ta wilgoć, która znajduje się w obrębie działania sił przyciągania cząsteczek paliwa będących na powierzchni ziarna; woda ta stanowi znikomą ilość i przedstawia warstewkę o grubości około $(0{,}1 \div 1)\,\mu$;

b) woda adhezyjna; woda ta przytrzymywana jest w otoczeniu ziarna na skutek działania sił wzajemnego przyciągania się cząsteczek wody. Wspomniana wilgoć może przybierać znaczne wartości w zależności od stopnia zwilżenia ziaren paliwa;

c) woda szczelinowa zawarta we włoskowatych zewnętrznych pęknięciach ziarna paliwa; w przytrzymywaniu tej wody czynne są siły kapilarne, które są następstwem wzmocnienia sił przyczepności wody do ścian paliwa wskutek silnego zbliżenia sąsiednich ścian szczelin;

d) woda międzyziarenkowa mieszcząca się we włoskowatej przestrzeni między poszczególnymi ziarenkami skupienia, w bezpośredniej bliskości punktów styczności ziaren.

Wilgoć wewnętrzna przedstawia tę ilość wody, która zawarta jest we włoskowarych kanalikach przecinających wnętrze ziaren paliwa. Woda ta tkwi wewnątrz wspomnianych kana-

lików dzięki działaniu sił kapilarnych. Ilość tej wody zależy od ilości kanalików oraz od zdolności zwilżania się ścian paliwa. O jednym i drugim decyduje wiek geologiczny paliwa. Paliwo starsze (antracyt, węgiel kamienny) o zwartej budowie wewnętrznej zawiera mniejsze ilości kanalików włoskowatych; ścianki tych kanalików nie zwilżają się chętnie wodą. Paliwo natomiast młodsze (węgiel brunatny, torf) posiada strukturę ziemistą o charakterze koloidalnym. We wnętrzu tych paliw znajduje się mnóstwo większych i mniejszych (do 1 $\mu\mu$) porów, które dzięki dużej przyczepności wody do ścian tych porów mogą zatrzymać w swym wnętrzu znaczniejsze ilości wilgoci.

W paliwie młodszym wilgoć wewnętrzna stanowi około 90÷95 % całkowitej wilgoci paliwa młodszego; stosunek ten jest jeszcze wyższy w paliwach starszych, jeżeli weźmie się pod uwagę paliwo podsuszone na powietrzu.

W Laboratorium Kalorymetrycznym zostały poddane badaniom na zawartość wilgoci następujące paliwa stałe o różnym wieku geologicznym: rosyjski antracyt, węgiel kamienny z kopalni Bielszowice, smolisty węgiel brunatny „Kalor", węgiel brunatny spod Żółkwi oraz torf nizinny z Witkowa, pobrany z trzech głębokości: 4, 5 i 6 *m* pod powierzchnią ziemi. Prócz tego niektóre paliwa badano w postaci pyłu i w postaci grysiku. W badaniach tych chodziło nam o wyznaczenie tzw. wilgoci laboratoryjnej; badano zatem paliwa, które osiągnęły stan higroskopijny w warunkach panujących w laboratorium.

II. Metoda suszenia paliwa w powietrzu.

Jeżeli wilgotne paliwo pozostawimy przez pewien czas w powietrzu, którego ciśnienie p, temperaturę t oraz wilgotność względna φ utrzymywać się będzie na stałej wysokości, to odbywać się będzie proces schnięcia paliwa. Paliwo traci na swym ciężarze. Dzięki ciepłu pobieranemu z otoczenia część wilgoci wyparuje. Parowanie wody odbywa się tak długo, dopóki nie zostanie osiągnięty tzw. stan higroskopijny. Stan ten charakteryzuje się tym, że ciśnienie cząstkowe pary wodnej p_s' na powierzchni paliwa równa się ciśnieniu cząstkowemu pary wodnej $\varphi \cdot p_s$ atmosfery, w której paliwo przebywa. Zjawisko to stanie się zrozumiałe, jeżeli przypomnimy sobie, że czynnikiem, który powoduje parowanie wody tj. dyfuzję pary od powierzchni zwilżonej do otaczającej atmosfery, jest różnica ciśnień pary wodnej $(p_s' - \varphi \cdot p_s)$, gdzie p_s przedstawia ciśnienie pary nasyconej wody w temperaturze t.

Zrozumiałe, że podwyższenie temperatury atmosfery (przy zachowaniu tego samego ciśnienia cząstkowego pary wodnej $\varphi \cdot p_s$) przyspieszy dopływ ciepła do paliwa, a tym samym proces parowania i spowoduje to, że nowy stan higroskopijny paliwa wyrażać się będzie mniejszą zawartością wody w paliwie. Taki sam wynik osiągnąć można również przez obniżkę ciśnienia cząstkowego pary w atmosferze przy zachowaniu tej samej temperatury atmosfery.

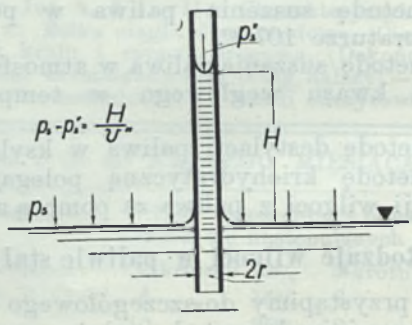
Aby uniezależnić się od wilgotności względnej atmosfery, należałoby w celu usunięcia całkowitej wody z paliwa podnieść temperaturę atmosfery tak wysoko, aby ciśnienie pary wodnej na powierzchni i wewnątrz paliwa zrównało się z całkowitym ciśnieniem atmosfery. Wówczas występować będzie nie zjawisko spokojnego parowania, lecz zjawisko wrzenia wody w paliwie. Wrzenie to trwałoby tak długo, dopóki nie zostałaby wydalona z paliwa cała wilgoć. Zupełnie to samo dzieje się z wodą ogrzewaną w naczyniu nad ogniem. Po pewnym czasie woda wyparuje i naczynie będzie zupełnie suche.

Ponieważ suszenie paliwa w suszarkach laboratoryjnych odbywa się zazwyczaj pod ciśnieniem barometrycznym, stąd zdawać by się mogło, że wystarczyłoby utrzymywać w suszarce temperaturę 100 *C*, temperaturze tej bowiem odpowiada ciśnienie pary wodnej nasyconej 760 *mm* rt. Dalsze rozumowanie wykaże, że temperatura 100 *C* jest grubo za niska, jeżeli chodzi o usunięcie wody adsorpcyjnej i wody włoskowatej. Oba bowiem rodzaje wody są tak silnie przywarte do powierzchni paliwa, że należy znacznie podwyższyć temperaturę (a tym samym energię kinetyczną cząsteczek) tej wody, aby spowodować oderwanie się jej cząsteczek od wspomnianej powierzchni.

Trudności odparowania cieczy włoskowatej spowodowane są tym, że ciśnienie pary wodnej nad zwierciadłem wklęsłym jest niższe, aniżeli wynika to z krzywej nasycenia dla wody. Aby zdać sobie sprawę z tej depresji, weźmy pod uwagę rysunek 2. W cieczy o zwierciadle płaskim (a więc zawartej w dużym naczyniu) zanurzona jest pionowo kapilara np. szklana. Na skutek działania sił kapilarnych woda podejdzie w kapilarze do wysokości H ponad zwierciadłem cieczy. Zwierciadło wody w kapilarze przybierze postać wklęsłą. Jeżeli ponad wodą nie ma gazów, to ciśnienie pary wodnej ponad zwierciadłem płaskim ma wartość p_s zależną od temperatury cieczy. Z ryc. 2 wynika, że ciśnienie pary ponad wodą w kapilarze ma wartość p'_s, którą wyliczamy za pomocą równania:

$$p'_s = p_s - \frac{H}{v''},$$

gdzie v'' przedstawia objętość właściwą pary wodnej nasyconej w temperaturze rozważanego układu.



Ryc. 2.

Wysokość H wznoszenia się cieczy jest zależna od promienia kapilary r oraz napięcia

powierzchniowego cieczy σ w miejscu zetknięcia się ze ścianą kapilary i daje się wyrazić równaniem:

$$H = 2v' \cdot \frac{\sigma}{r},$$

gdzie v' określa objętość właściwą wody w temperaturze układu. Na wartość napięcia wody σ mają wpływ właściwości materiału kapilary.

Z równań wyżej przytoczonych wynika, że różnica ciśnień $(p_s - p_s')$ jest tym większa, im mniejszą średnicę ma kapilara i im większą wartość ma napięcie σ. Jeżeli zatem chcielibyśmy wypędzić wodę z wąskiej kapilary, to w celu wytworzenia ciśnienia cząstkowego pary w wysokości ciśnienia otaczającej atmosfery musielibyśmy wodę tę podgrzać do tym wyższej temperatury, im mniejsza jest średnica kapilary.

Poprzedni rachunek przeprowadzono dla kapilary ustawionej pionowo tylko w celu uprzystępnienia obliczenia. Nie trzeba udowadniać, że wielkość depresji ciśnienia pary cieczy jest niezależna od położenia kapilary, a tylko od wielkości sił kapilarnych, tzn. od stopnia wklęsłości zwierciadła cieczy.

Ściany naczyń włoskowatych wewnątrz paliwa stałego mają zdolność zwilżania się wodą. Z dotychczasowych rozważań wynika, że paliwa geologicznie młodsze należałoby podgrzać do wyższej temperatury aniżeli paliwa starsze, jeżeli chciałoby się całkowicie usunąć wodę w nich zawartą. Ubytek ciężaru spowodowany tym zabiegiem, odniesiony do ciężaru paliwa przed suszeniem, daje wilgoć paliwa.

Z osuszeniem paliwa stałego nie byłoby kłopotu, gdyby nie ta okoliczność, że paliwa — a zwłaszcza młode — nie wytrzymują wysokich temperatur bez zmiany swych własności fizycznych i chemicznych. Przez podgrzanie paliwa dodatkowy ubytek ciężaru (poza stratą wody) powodują:

a) wydobywanie się gazów, które w okresie zwęglania się zostały zamknięte pod ciśnieniem wewnątrz paliwa;

b) odrywanie się cząstek gazów zaabsorbowanych na powierzchni paliwa;

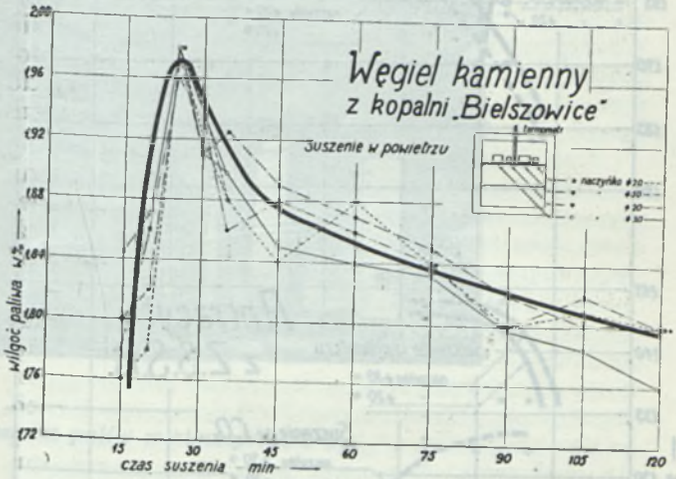
c) częściowa utrata tzw. części lotnych tudzież utlenianie się paliwa, jeżeli osuszanie paliwa odbywa się w powietrzu.

Równocześnie z opisanymi wyżej zmianami na powierzchni paliwa występują zjawiska adsorpcji węglowodorów destylacji i gazów spalinowych, co przyczynia się do zwiększenia ciężaru próbki badanej. Dalszy przyrost ciężaru dokonywa się w eksykatorze podczas ostygania próbki wskutek dodatkowego adsorbowania gazów.

Wyniki pomiarów.

Z powyższego wynika, że podczas suszenia paliwa zachodzą dodatkowe procesy, które, jeżeli chodzi o ciężar próbki, nawzajem się zwalczają i mogą spowodować to, że ubytek ciężaru badanego paliwa jest większy, równy albo mniejszy od straty ciężaru spowodowanej tylko odparowaniem wody.

Potwierdzenie opisanego zjawiska znajduje się na ryc. 3. Oś rzędnych przedstawia całkowity ubytek ciężaru w odniesieniu do ciężaru początkowego próbki, na osi zaś odciętych odmierzano czas suszenia liczony od chwili umieszczenia naczyniek wagowych w suszarce do chwili wyjęcia ich ze suszarki. Suszarka była ogrzewana elektrycznie i odpowiadała warunkom przepisanym w Polskich Normach PN/P-505. Paliwo badano w postaci pyłu uzyskanego za pomocą młynka laboratoryjnego.



Ryc. 3.
Wyniki suszenia węgla kamiennego.

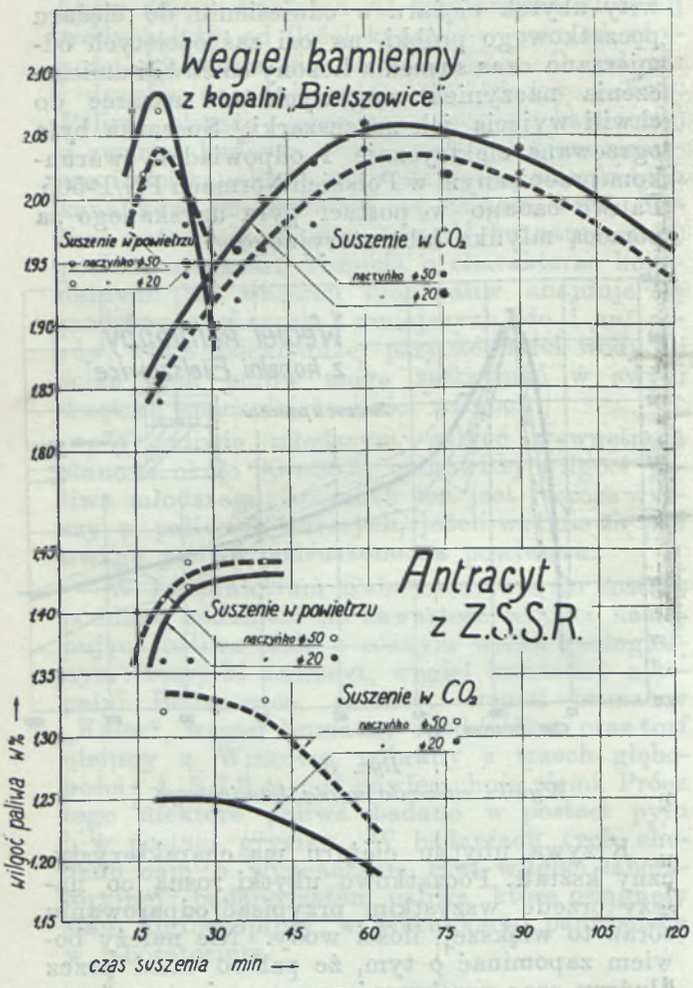
Krzywa ubytku ciężaru ma charakterystyczny kształt. Początkowo ubytki rosną co należy przede wszystkim przypisać odparowaniu coraz to większej ilości wody. Nie należy bowiem zapominać o tym, że paliwo musi przez dłuższy czas przebywać w gorącej atmosferze, aby mogło przybrać temperaturę tejże, tudzież, że ilość pobranego ciepła przez paliwo jest funkcją nie tylko różnicy temperatur, ale również i czasu.

Po przejściu przez maksimum, które odpowiada okresowi suszenia koło 26 minut, krzywa ubytku zaczyna opadać. Dzieje się to dlatego, ponieważ adsorpcja części lotnych i gazów spalinowych przeważa ponad ubytkiem spowodowanym zjawiskami wyżej opisanymi.

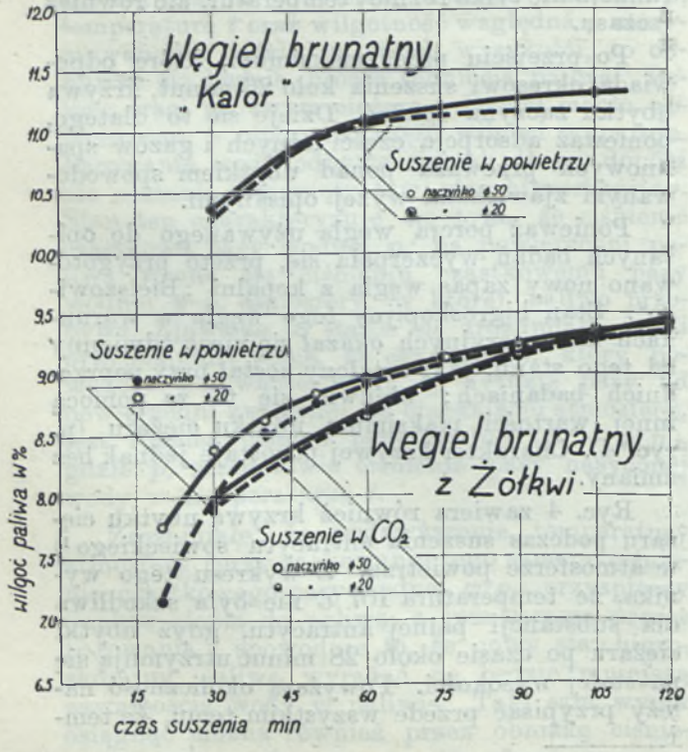
Ponieważ porcja węgla używanego do opisanych badań wyczerpała się, przeto przygotowano nowy zapas węgla z kopalni „Bielszowice". Stan higroskopijny tego węgla w warunkach laboratoryjnych okazał się nieco odmienny od tego stanu, jaki ustalony został przy poprzednich badaniach; objawia się to za pomocą innej wartości maksimum ubytku ciężaru (p. ryc. 4). Charakter krzywej pozostaje jednak bez zmiany.

Ryc. 4 zawiera również krzywą ubytku ciężaru podczas suszenia antracytu sowieckiego[1]) w atmosferze powietrza. Z wykresu tego wynika, że temperatura 107 *C* nie była szkodliwa dla substancji palnej antracytu, gdyż ubytki ciężaru po czasie około 28 minut utrzymują się na stałej wysokości. Powyższą okoliczność należy przypisać przede wszystkim temu, że tem-

[1]) Za użyczenie nam próbki tego antracytu składamy podziękowanie Konsulatowi Z. S. R. R. we Lwowie.



Ryc. 4.
Wyniki suszenia paliw starszych.



Ryc. 5.
Wyniki suszenia paliw młodszych.

peratura zapłonu tego paliwa jest wyższa od temperatury zapłonu badanego przez nas węgla kamiennego; zjawisko utleniania antracytu występuje zatem w niższym stopniu aniżeli podczas suszenia węgla kamiennego.

Krzywe zależności ubytku ciężaru od czasu suszenia w powietrzu są przedstawione dla węgli brunatnych na ryc. 5. Krzywe te stale rosną, co wskazuje na to, że ubytki stale przeważają ponad przyrostami ciężaru. Główną pozycję na koncie ubytków stanowi stałe wyparowywanie wody wewnętrznej. Przypominamy, że w miarę wzrostu temperatury paliwa woda paruje z coraz to węższych kapilar. Nie ulega wątpliwości, że ubytki te hamowane są silnie przez adsorpcję części lotnych i gazów spalinowych, co tak pięknie uwydatniło się przy paliwie starszym (p. ryc. 3).

III. Metoda suszenia paliwa w atmosferze bezwodnika kwasu węglowego.

Suszenie to odbywało się w tej samej suszarce ogrzewanej elektrycznie przy utrzymywaniu temperatury 107 *C*. Próbki paliwa odważone w naczyńkach wagowych umieszczane były w naczyniach szklanych, które miały brzegi o 40 *mm* wyższe od naczyniek wagowych. Do wspomnianych naczyń usadowionych w suszarce dopływał z aparatu Kippa bezwodnik kwasu węglowego, osuszony uprzednio w płuczce z kwasem siarkowym oraz w *U*-rurkach napełnionych chlorkiem wapnia. Przepływ strumienia CO_2 był utrzymywany na stałej wysokości (około 6 *l/h* dla jednego naczyńka wagowego) i temu tylko należy przypisać regularny przebieg krzywej ubytku w czasie. Całość instalacji przedstawia fotografia (ryc. 6).

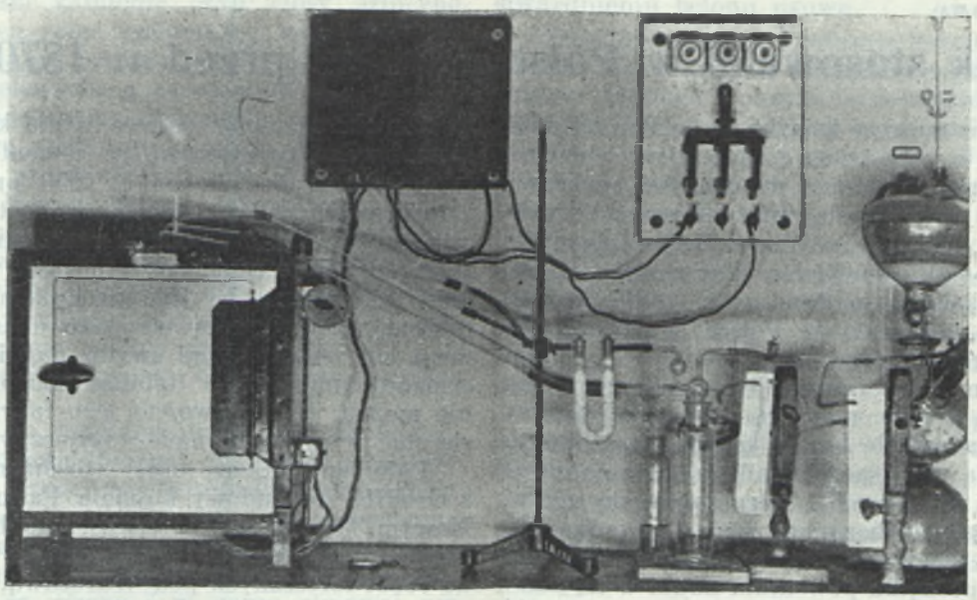
Suszenie w CO_2 mu na celu wyeliminowanie procesu oksydacji w okresie suszenia paliwa. Wprawdzie czynnik ten odpada, ale do omówionych w poprzednim ustępie przybywają inne niedogodności:

a) wydzielanie części lotnych zależy tylko od temperatury a nie od jakości atmosfery, w której odbywa się suszenie paliwa;

b) dochodzi silniejsza adsorpcja CO_2 przez paliwo z powodu zwiększonej koncentracji tego gazu w atmosferze;

c) stale dopływający zimny strumień CO_2 powoduje, że przy tej samej temperaturze atmosfery temperatura paliwa rośnie wolniej i nigdy nie zrównuje się z tą temperaturą.

Wpływ dopiero co przytoczonych dodatkowych procesów najlepiej uwydatnia się na wykresach (ryc. 4). Krzywa ubytku ciężaru dla węgla kamiennego rośnie znacznie wolniej w przypadku zastosowania bezwodnika kwasu węglowego, aniżeli to zachodziło w przypadku zastosowania powietrza; maksimum krzywej zostało silnie przesunięte w czasie (68 minut od chwili włożenia naczyńka do suszarki). Również rzędna maksymalnego punktu jest nieco niższa od wartości maksymalnej w przypadku suszenia w powietrzu. Zmiany te należy przypisać okolicznościom przytoczonym wyżej pod *b)* i *c)*.



Ryc. 6.
Urządzenie pomiarowe przy suszeniu paliw w atmosferze CO_2.

Osobliwe jest zachowanie się antracytu w atmosferze CO_2. Z ryc. 4 wynika, że ubytek ciężaru paliwa po tym samym czasie jest mniejszy aniżeli w przypadku suszenia go w powietrzu. Ponadto krzywa ubytku opada, gdy czas suszenia jest dłuższy od 38 minut, co przypisać należy zdolności antracytu adsorbowania bezwodnika kwasu węglowego. Poważniejsza różnica wyników uzyskanych podczas suszenia w powietrzu i w bezwodniku kwasu węglowego wskazuje na to, że antracyt w temperaturze 107 *C* nie utlenia się.

Zachowanie się wilgotnego węgla brunatnego w gorącej atmosferze CO_2 uwidocznione jest na ryc. 5. Krzywe ubytku ciężaru tego paliwa podczas suszenia w powietrzu i w CO_2 przecinają się w dwu punktach; między punktami przecięcia się krzywa ubytku w przypadku suszenia w CO_2 leży poniżej krzywej suszenia w powietrzu. Różnice w kształcie krzywych ubytku nie są tak znaczne, jak w przypadku suszenia paliw starszych, co wskazuje na to, że w powietrzu już w temperaturze 107 *C* następuje spalanie wierzchniej warstwy węgla brunatnego tak, że atmosfera w pobliżu paliwa zawiera bezwodnik kwasu węglowego w znaczniejszym stężeniu.

Warto zwrócić uwagę na tę okoliczność, że krzywe suszenia w powietrzu i w CO_2 zarówno dla węgla kamiennego, jak też węgla brunatnego przecinają się po czasie około 30 minut (zwłaszcza dla naczyniek o średnicy $d = 20\ mm$).

IV. Wpływ wielkości naczyniek wagowych na wyniki suszenia paliw.

Podczas suszenia paliw w suszarce posługiwano się równocześnie naczyńkami wagowymi o dwu wymiarach:

a) w naczyńku o średnicy $d = 20\ mm$, wysokości $h = 30\ mm$ odważano 1 g paliwa;

b) do naczyńka o $d = 50\ mm$, $h = 35\ mm$ wsypywano 4 g paliwa.

Przy równomiernym rozłożeniu na dnie obu naczyniek wypada jednostkowa powierzchnia w odniesieniu do 1 g paliwa: dla naczyńka *a)* $f = 314\ mm^2/g$, dla naczyńka zaś *b)* $f = 392{,}7\ mm^2/g$.

Biorąc pod uwagę ryciny 4 i 5 widzimy, że odchyłki wyników pomiarowych nie są duże. Zastanawiające jest natomiast to, że krzywe ubytku ciężaru podczas suszenia węgla kamiennego i węgla brunatnego w przypadku użycia naczyńka wagowego *a)* leżą ponad takimiż krzywymi odnoszącymi się do naczyńka *b)*. Odmiennie natomiast przedstawia się ta sprawa dla antracytu.

W naczyńku większym jest wyższy stosusunek powierzchni do ilości paliwa wilgotnego, co jest korzystne, jeżeli chodzi o usunięcie wody włoskowatej; nic więc dziwnego, że w przypadku suszenia antracytu (chemicznie odpornego przy temperaturze 107 *C*) krzywa ubytku ciężaru dla naczyńka większego leży ponad takąż krzywą dla naczyńka mniejszego. Oprócz tego należy uwzględnić jeszcze to, że w naczyńku większym możliwe są żywsze ruchy konwekcyjne, które sprzyjają zjawiskom dyfuzji wszelkiego rodzaju.

Z drugiej strony w naczyńku większym (odznaczającym się wyższą wartością f) możliwe jest utlenianie się paliwa (zwłaszcza młodszego) w większym stopniu, aniżeli w naczyńku mniejszym. Widocznie badane przez nas węgle brunatne i węgiel kamienny miały duże zdolności adsorbowania produktów spalenia i części lotnych na swej powierzchni, skoro spowodowany tym przyrost ciężaru jest większy od ubytku ciężaru z powodu wysychania paliwa.

(Dok. nast.).

Inż. JERZY NECHAY
(WARSZAWA)

Jak stosowano w Polsce cement przed r. 1870?

Wpadła w me ręce książka p. t. „O użyciu cementu w ogólności i opis cementów krajowych“, wiadomości zebrane z pism i akt urzędowych i ułożone przez Leopolda Erteil, b. naczel. Inżyniera Dróg Żelaznych Warszawsko - Wiedeńskiej i Warszawsko - Bydgoskiej, — książka wydana w r. 1871. Jest to więc chyba najstarsza w Polsce książka o cemencie i jego zastosowaniu.

Z wielkim zainteresowaniem a zarazem pietyzmem dla pracy naszych pionierów betonu przerzucałem zżółkłe kartki książki, wyszukując z ciekawością w opisach badań analogię do obecnych metod naukowych i wzruszałem się nieraz naiwnością pewnych zapatrywań. Tę rzadką dla inżyniera, a niezwykłą dla żelbetnika sposobność dotarcia do początku powstania nauki w tej dziedzinie specjalności, chcę tą drogą uprzystępnić Czytelnikom „Czasopisma Technicznego“ i podaję poniżej kilka wybranych ustępów z wymienionej książki. Zwracam przy tym uwagę, że wówczas stosowano u nas cement wyłącznie jako spoiwo wiążące w zaprawie murarskiej, zastępujące wapno, a pojęcie o betonie, a cóż dopiero o żelbecie nie zdołało jeszcze do nas dotrzeć. Stąd też wszystkie opisane w książce próby dotyczą wyłącznie zastosowania cementu do zaprawy.

Na stronie 16 pisze autor:

„Mamy 2 gatunki cementów krajowych: jeden naturalny, wyrabiany pod miastem Sławkowem w powiecie Olkuskim, gubernii kieleckiej na dawnej kopalni Galmano na osadzie Kozioł. Cement ten ma kolor cynamonowo-brunatny, na powietrzu i w wodzie twardnieje i ma tę zaletę, że będąc więcej jak inne gliniasty, jest do tynków lepszy, bo się daje wolno i gładko obciągać.

Drugi — sztuczny, wyrabiany na sposób angielskiego Portland w dobrach Grodziec w powiecie Bendyńskim gubernii Petrokowskiej, ma kolor popielato-szary, podobnie jak cement angielski Robinsa. Obie te fabryki są własnością Rzeczywistego Radcy Stanu Ciechanowskiego. Pierwsza z nich założona została w r. 1853, — a druga w r. 1857“.

Zaś na str. 17 znajdujemy następujący ustęp:

„W r. 1857 ówczesny Zarząd XIII Okręgu Komunikacji reskryptem z dnia 16 lipca Nr. 4698 wyznaczył był osobny komitet do prób obu tych cementów z Radcy Stanu Klemensowskiego, Podpułkownika Komunikacji Stuarta, Intendenta Mennicy Warszawskiej Antoniego Hann, Inż. Woraczewskiego i budowniczych Teofila Schüller i Zabierzowskiego złożony. Komitet ten na rozmaite sposoby cementa takowe próbował i jednocześnie dla porównania ich siły spójności i twardnienia z cementami zagranicznymi do takowych prób używał najwięcej reputowany cement z fabryki angielskiej Robinsa, a oparty na tych próbach i doświadczeniach przez siebie czynionych, dał o nich taką opinię:

„Że oba cementa krajowe są dla kraju nabytkiem bardzo korzystnym, że cement naturalny, jako już dawniej, bo od r. 1853 produkowany i do licznych robót z pożytkiem użyty, doświadczeniem usprawiedliwił swą korzystną wartość; że jakkolwiek o cemencie sztucznym tego powiedzieć nie można, bo jego produkcja w r. 1857 zaczętą została, próby wszelako ukazują, że cement ten własnościami swymi najwięcej jest do cementu angielskiego Robinsa zbliżony i wątpić nie można, że z rozwojem jego fabrykacji może się stać w robotach nader użytecznym“.

Dalej znajdujemy opisy stosowania cementu z Grodźca do budowy kościoła Panny Marii na Nowym Mieście w Warszawie, do budowy bulwarów i przyczółków przy moście Kierbedzia, do robót fortecznych pod Warszawą, przy szeregu mostach na kolejach, które wymieniono w tytule książki i t. d.

Następnie znajdujemy praktyczne wskazówki stosowania cementu. Np. czytamy takie rozsądne uwagi o zaletach murów na zaprawie cementowej:

„Jeżeli chcemy, aby budowla czy to lądowa, czy wodna była lekką tj. nie o grubych murach, a mimo tego miała zapewnioną trwałość, a lądowa aby była od wilgoci wolną, to do nich cementu używać należy.

Użycie cementu do budowli lądowych przedstawia rzeczywistą korzyść, bo nie tylko wynagradza powiększone koszta, ale jeszcze pewien zysk przynosi. Mury na zaprawie cementowej, a nawet wapiennej z przemieszaniem cementu wznoszone, zaraz w czasie ich wznoszenia tężeją i budowli wcześnie użyć dozwalają, kiedy budowle, a szczególnie domy mieszkalne na zwykłej zaprawie wapiennej wznoszone muszą być przynajmniej przez rok zostawione, aby się wzmocniły i wilgoci z zaprawy pozbyły. Jeżeli jednakże dla mylnie obrachowanej oszczędności nie chcemy używać zaprawy cementowej do całej budowy, to przynajmniej do fundamentów i murów zewnętrznych do wysokości cokołów użyć je należy, aby mury równo osiadły i od wilgoci były zasłonięte.

Do budowli cementu używać należy przy podwyższaniu domów, których mury nie przedstawiały dostatecznego oporu przeciw większym obciążeniom, bo ściany nadmurowywane na zaprawę cementową mogą być cieńsze, a zatem i leksze, a przytem jako cementem spojone są zawsze silniejsze.

Gdy idzie o zaoszczędzenie w pomieszkaniach miejsca, można z dobrym skutkiem używać cementu, gdyż na zaprawie z niego dadzą się wykonać cieńsze ściany i sklepienia lekkie.

Nadto z cementu mogą być robione schody, tafle posadzkowe wylewane na cegle lub ubitym gruzie, posadzki w kuchniach, spiżarniach, wychodkach i sieniach. Cementem mogą być tynkowane piwnice, wychodki i murowane kanały odciekowe. Z tego materiału mogą być odlewa-

ne figury i posągi dla ozdoby ogrodów i parków, oraz wyrabiane kamienie czyli ciosy sztuczne i wiele innych robót lądowych i wodnych. Korzystne używanie cementu grodzieckiego do zakładów kąpielowych, a szczególnie łaźni parowych doświadczeniem stwierdzone zostało, czego najlepszym może być dowodem wielki zakład tego rodzaju przed kilku laty w Warszawie na Zjeździe do Nowego Mostu wystawiony, gdzie wszystkie mury zaprawą cementową są otynkowane, gdzie wanny z kafli porcelanowych na cement są zrobione, i gdzie podłogi, a szczególniej w parniach w miejsce niepraktycznego do tego asfaltu, cementem wylane zostały".

Część pierwszą książki kończy autor następująco:

„Kończąc to pobieżne pismo, nie zbyteczne, sądzimy tu jeszcze objaśnić, że cement może być z korzyścią użyty do trotuarów betonowych. Chociaż trotuary takie asfaltowym wyrównać nie mogą, są jednak znacznie od nich tańsze i dla chodzących od marmurowych nawet wygodniejsze, bo są równe i w porze zimowej nie śliskie.

Trotuary betonowe z $^1/_{15}$ tylko częścią cementu urządzone zostały w r. 1866 na przedmieściu Pradze pod Warszawą na nasypie ziemnym, prowadzącym od mostu Aleksandrowskiego na Wiśle do Głównej Stacji Drogi Żelaznej Warszawsko-Petersburskiej i pomimo dosyć znacznego tam ruchu, w dobrym utrzymują się stanie.

Przy urządzeniu takowych trotuarów na 1 stopę sześcienną betonu brano żwiru 1 stopę kubiczną, piasku 0,45 stopy kubicznej i cementu 0,1. Beton w warstwie $2^1/_2$ cala grubej układany był na fundamencie z gruzu na 6 cali grubym. Koszt stopy sześciennej betonu wynosił kop. $30^1/_2$, a koszt stopy kwadratowej trotuaru wraz z plantunkiem, fundamentem i robotą wynosił kop. 9. Że zaś stopa kwadratowa chodnika asfaltowego kosztuje kop. $23^1/_2$, trotuary więc betonowe 2 razy przeszło są tańsze, dlatego z wielką oszczędnością mogą być po mniejszych miastach robione.

Aby jednak trotuary takie były dobre i trwałe, potrzeba po przygotowaniu plantu, fundament z gruzu mocno przy polewaniu wodą ubijać i powierzchnię jego starannie wyrównać. Do betonu piasek ziarnisty i żwir (szaber mniej jest dobry) z mułu oczyszczony użyć, to wszystko z cementem na sucho wymieszać, a następnie z wodą gęstawo rozrobić. Otrzymany w taki sposób beton przynajmniej w warstwie dwucalowej na fundamencie rozprowadzić i dopóki nie stężeje w spokoju zostawić. Aby jednak twardnienie betonu nie było zbyt szybkie, potrzeba przy wykonywaniu takowych robót w porze letniej, świeżo zrobiony trotuar słomą przykryć i od czasu do czasu wodą zwilżać, po upływie zaś najwyżej czterech dni trotuar może być do komunikacji oddany.

Że zaś beton cementowy przy temperaturze niskiej w porze zimowej cokolwiek się kurczy, a przy wysokiej w czasie lata rozszerza, przeto dla trwałości trotuaru należy w warstwie betonowej co 3 łokcie robić jednocalowe przerwy poprzeczne, używając do tego łaty drewnianej, która się w takowych odstępach zakłada, a po stwardnieniu betonu usuwa.

Przy urządzeniu trotuaru betonowego na Pradze nie miano na względzie wpływu temperatury i dlatego trotuary te w niektórych miejscach od słońca się popaczyły, a opadając następnie na fundament, poupadały. Jednocalowe przedziały w warstwie betonowej powody do takowych uszkodzeń usuną.

Trotuary betonowe w ten sposób urządzone mogą na długo być trwałe, a w razie uszkodzenia konserwacja ich nie przedstawia żadnych trudności, gdyż doły i nierówności w warstwie betonowej z łatwością świeżym betonem wypełniać się i reperować dają" [1]).

Drugą część książki stanowią odpisy protokołów, sporządzonych przy badaniu cementu. Najciekawiej brzmi następujący:

„Działo się w nowobudującym się domu Kronenberga przy rogu ulic Mazowieckiej i Królewskiej pod Nr. 1348 w Warszawie, dnia 11 marca 1869 r.

Na skutek podania Rzeczywistego Radcy Stanu Ciechanowskiego, właściciela fabryki cementu w dobrach Grodziec, Magistrat miasta Warszawy zarządził wykonanie prób, mających na celu porównanie wartości cementu krajowego, pochodzącego z fabryki Grodziec z cementem angielskim z fabryki Robinsa i wyznaczył do tego delegację, złożoną z Józefa Spornego Starszego pomocnika, Inżyniera miasta Warszawy Telesfora Szpadkowskiego, członka Delegacji Technicznej miasta Warszawy, Leopolda Ertel b. Naczelnego Inżyniera Dróg Żelaznych Warszawsko-Wiedeńskiej i Warszawsko-Bydgoskiej i dodanego w pomoc delegacji do utrzymania kontroli Inżyniera Józefa Miklaszewskiego.

Delegowani w dniu 29 października r. z. przystąpili do rozpoczęcia czynności swoich. Próby odbywały się w dwóch pokojach ogrzewanych ciągle do wysokości 4—8 Reaumura. Dochodzona była głównie siła spójności, tężenia, twardości i mocy przedstawionych co do prób cementów. W tym celu tak z cementem grodzieckim, jak i angielskim delegowani robili liczne próby przy domięszywaniu rozmaitych proporcji piasku.

Do wypróbowania siły spójności obu cementów delegowani dosadzali poziomo do muru na zaprawę cegły ogniotrwałe angielskie na płask, a mianowicie na same cementa i na zaprawę z przymięszaniem jednej, dwóch i trzech części piasku na jednę cementu. Dosadzane cegły formowały poziome belki. Belek takich na każdy rodzaj próby przygotowano po 2 sztuki, które dopóty się utrzymywały, dopóki się ciężarem swoim nie zwaliły".

Do protokołu załączono rysunek, z którego np. wynika, że poziomy wspornik z cegieł na zaprawie 1 : 1 załamał się po osadzeniu 30-tej cegły, przy tym pierwszą cegłę przylepiono do muru 14 listopada 1868, a ostatnią dopiero 17 lutego, czyli próba trwała 3 miesiące (!). Ponieważ cegła miała wymiar około 7,5×13×35 *cm*,

[1]) W owym czasie były jeszcze nieznane chodniki z płyt betonowych. (Red.).

przeto wyliczone z tego naprężenie w zaprawie na rozciąganie i ściskanie, względnie na przyczepność do cegły wynosiło około 4,5 kg/cm^2 (dzisiejszy cement dałby najmniej 45 kg/cm^2, czyli 10 razy więcej).

Opisane na końcu książki próby laboratoryjne cementu były następujące:

Na rozciąganie badano słupek z zaprawy 1:1, 1 : 2, 1 : 3 i czystego cementu o przekroju $3^1/_2 \times 3^1/_2$ cala ros., na górze i na dole zgrubiony do $4^1/_2 \times 4^1/_2$ cala ros., który uchwytywano za zgrubienia w kleszcze i zawieszano u dołu na pomoście ciężary. Przy twardnieniu na powietrzu (bez polewania wodą) po 52 dniach wytrzymałość na rozciąganie dla czystego cementu wynosiła — 10 kg/cm^2, zaprawy 1 : 3 4,4 kg/cm^2, przy moczeniu próbek wodą czysty cement 9,8 kg/cm^2, a zaprawa 1 : 3 5,5 kg/cm^2. Jest to więc mniej więcej $^1/_6$ wartości dzisiejszej.

Wytrzymałość na ściskanie kostek 6×6×6" wynosiła dla zaprawy 1 : 3 po przechowaniu we wodzie przez 52 dni około 16 kg/cm^2 przy twardnieniu na powietrzu, zaś 31 kg/cm^2 przy twardnieniu we wodzie. Jest to więc wytrzymałość około 10 razy mniejsza od obecnej.

Przeprowadzano następnie badanie na łamanie beleczek o przekroju $3^1/_2 \times 3^1/_2$" i dług. 9", przyczepność zaprawy do kamieni ciosowych przez rozrywanie 2 kamieni spojonych zaprawą cementową, — łamano beleczki wykonane z cegieł łączonych rębem zaprawą cementową, — inne beleczki robiono z 3 warstw cegieł układanych poziomo. Przypuszczalność badano tak:

„Naczynia ulane z czystego cementu tak krajowego jak i angielskiego o ścianach pół cala grubych, obejmujące po jednej stopie sześciennej, napełnione były wodą i pozostając w stanie takowym przez dni 60, nie okazywały najmniejszej przemakalności".

Ciekawe jest wreszcie badanie podnoszenia się wilgoci w murach. Mianowicie ułożono na płask na sobie kilka cegieł, łącząc je zaprawą, poczym zanurzano taki filarek na głębokość połowy najniższej cegły do wody. Okazało się, że wilgoć doszła tylko do pierwszej spoiny, a wyżej przez nią się nie przedostała.

* * *

Tak więc przedstawiało się u nas badanie i zastosowanie cementu przed około 70 laty, kiedy mieliśmy dopiero jedną małą cementownię, a cement był wówczas mało co lepszy od wapna hydraulicznego. Był to zarazem czas zastosowania u nas pierwszego betonu, t. j. zaprawy cementowej ze żwirem, do budowy fundamentów i do wykonywania chodników.

Byłoby cennym przyczynkiem do historii cementu i żelbetu przedstawić, jak wyglądały one u nas w połowie czasokresu między ich powstaniem, a dniem dzisiejszym, a więc w pierwszych latach XX wieku. Może ktoś pokusi się nam to opisać.

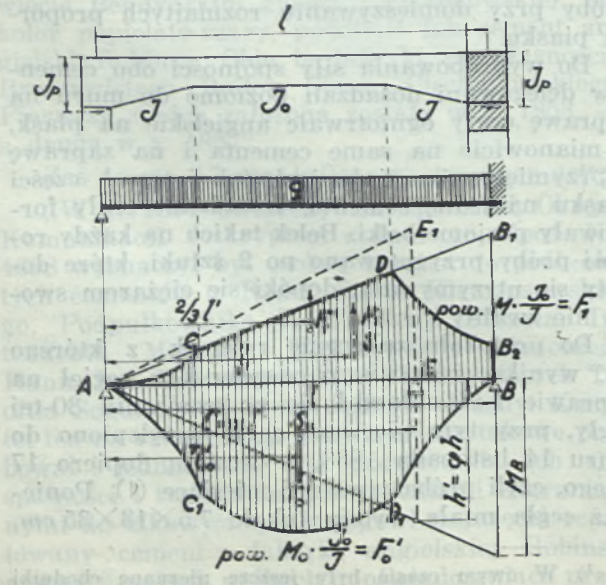
Dr T. KLUZ
(LWÓW)

Belka ciągła dwuprzęsłowa.

(Ciąg dalszy).

Belka dwuprzęsłowa ze skosami przy podporach.

Weźmy pod uwagę najprostszy graniczny przypadek belki dwuprzęsłowej a mianowicie belkę jednoprzęsłową jednostronnie sztywnie utwierdzoną ze skosami (wg. linii prostej) przy podporach (ryc. 8).



Ryc. 8.

Powierzchnia $AC_1 D_1 B$ przedstawia nam powierzchnię wtórnego obciążenia, to jest powierzchnię zwykłych momentów zginających zredukowanych w stosunku $\frac{J_0}{J}$ przy czym J_0 jest momentem bezwładności przekroju w środkowej niesfazowanej części belki, J — momentem bezwładności (zmiennym) w częściach sfazowanych belki.

Powierzchnia $A\,C\,D\,B_2\,B$ przedstawia zredukowaną ujemną powierzchnię wtórnego obciążenia, to jest powierzchnię ujemnych momentów zginających zredukowanych, (w częściach zmiennych przekroji) przez $\frac{J_0}{J}$; oddziaływanie tej ujemnej wtórnej powierzchni obciążenia F_1 równoważy oddziaływanie F_0 dodatniej powierzchni wtórnego obciążenia.

Przez sfazowanie belki zmienia się figura i wielkość ujemnej powierzchni w znacznie większym stopniu, niż powierzchni dodatniej, a to dlatego, że momenty ujemne osiągają największą wartość na podporze utwierdzonej, więc zmiana przekroji przy podporze (przez redukcję $\frac{J_0}{J}$) wpływa silniej na zmianę wielkości zredukowanej powierzchni ujemnej, niż na wiel-

kość zredukowanej powierzchni dodatniej, gdyż momenty dodatnie przy podporach są małe.

Równocześnie ze zmianą przez redukcję powierzchni ujemnej zmienia się w silniejszym stopniu i położenie środka ciężkości S_1 tej powierzchni, który to środek przesuwa się teraz ku środkowi i to tym więcej (z położenia $\eta=\frac{2}{3}l$ od podpory A), im większe skosy posiada belka przy podporze sfazowanej. Natomiast środek ciężkości S_0 zwykłej, zredukowanej powierzchni momentów doznaje nieznacznej tylko zmiany położenia i to tylko w wypadku jednostronnego sfazowania lub asymetrii w skosach.

Zastąpmy zredukowaną powierzchnię ujemnych momentów F_1 (pow. $A\,C\,D\,B_2\,B$) przez nową trójkątną powierzchnię F'_1 (pow. $A\,E_1\,E$) o podstawie $l'=\alpha\,l$ (mniejszej od l), taką jednak, by wtórne oddziaływanie tej powierzchni na nowej, pomyślanej podporze E było równe oddziaływaniu pierwotnej powierzchni F_1 ze względu na podporę B a więc

$$F_1\cdot\frac{\eta_1}{l}=F'_1\cdot\frac{\eta'_1}{l'}=\frac{1}{3}h_1\cdot l' \quad . \quad . \quad (32)$$

jeśli przez h_1 oznaczymy wysokość tej trójkątnej, zastępczej powierzchni oddziaływania.

Analogicznie zastąpmy dodatnią powierzchnię wtórnego obciążenia przez pomyślaną trójkątną powierzchnię zastępczą (pow. $A\,E\,D_1$) o podstawie $l'=\alpha\,l$ i wysokości $h'=\varphi\cdot h$.

Według równania 6 wtórnych oddziaływań musi być

$$\frac{1}{3}h'\cdot l'=\frac{1}{3}h_1\cdot l' \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

czyli wysokości obydwu pomyślanych trójkątów zastępczych muszą być sobie równe.

Znając wartość h' „wysokość zastępczą przy przekroju zmiennym“ oraz l' „zredukowaną rozpiętość przęsła“ znajdziemy moment podporowy M_B (utwierdzenia) przy pomocy analogicznej konstrukcji wykreślnej, jak w przekroju stałym, a mianowicie: łączymy punkt A z punktem D_1 (t. j. punktem przecięcia pionowej przez pomyślaną podporę zastępczą E oraz poziomą położoną o h' pod $A\,B$), aż do przecięcia się w punkcie H z podporową przez B. Odcinek BH na podporowej przez B przedstawia szukaną wartość momentu podporowego belki jednostronnie utwierdzonej ze skosami

$$M_B=B\,H.$$

Z podobieństwa trójkątów $A\,E\,D_1\approx A\,B\,H$ wynika

$$\frac{B\,H}{l}=\frac{h'}{l'}$$

czyli

$$B\,H=M_B=h'\cdot\frac{l}{l'}=\varphi\cdot h\cdot\frac{l}{\alpha\,l}. \quad . \quad (34)$$

W wypadku symetrii przekroju, a więc, gdy obydwa skosy są sobie równe

$$h'=h=\frac{1}{8}q\,l^2,$$

czyli wysokość zastępcza powierzchni zredukowanej przy przekroju zmiennym ze skosami równa jest wysokości zastępczej przy przekroju stałym [8]).

Dla najczęściej spotykanych skosów symetrycznych oraz jednostronnych zestawiono w tabelach III-ej i IV-ej wartości spółczynników „α“, które pozwalają na wyznaczenie przęseł zastępczych l'_1 i l'_2 w belce dwuprzęsłowej.

$$l'=\alpha\,l. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

Ponadto w tabeli V-ej zestawiono spółczynniki φ dla wysokości zastępczych h' dla jednostronnego sfazowania

$$h'=\varphi\cdot h. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (36)$$

Dla obustronnego symetrycznego sfazowania jest

$$\varphi=1. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

Wartości spółczynników α i φ obliczone zostały dla założenia, że moment bezwładności zmienia się z trzecią potęgą wysokości przekrojów zgodnie z najczęściej stosowanym przybliżeniem przez Strassnera, Pragera i innych [9]), a więc według równania

$$\frac{J}{J_x}=\frac{1}{(1+c\cdot\xi)^3}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

przy czym $\xi=1$ na podporze (Strassner: „Neuere Methoden“, str. 80).

Jest to tylko przybliżenie dla belek żelbetowych, gdyż momenty bezwładności zmieniają się w zależności od faz nie tylko ze zmianą przekroju, lecz i ze zmianą naprężeń, które nie są stałe wzdłuż przekrojów belki [10]).

Wartości α i φ otrzymano przy pomocy całek k_1, k_2, k_3 i k_4 ustawionych przez Strassnera dla obliczenia wartości pomocniczych dla punktów stałych i linii krzyżowych (Neuere Methoden, str. 82 i dalsze) z równań

$$\alpha=\frac{A}{B}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (39)$$

gdzie dla sfazowania symetrycznego (Tabela III)

$$A=-2\lambda^3(1-3k_1+6k_2-3k_3)+3\lambda^2(1-2k_1+2k_2)-3\lambda(1-k_1)+1$$

$$B=4\lambda^3(1-3k_1+6k_2-3k_3)-6\lambda^2(1-2k_1+2k_2)+1,$$

a dla sfazowania jednostronnego (tabela IV)

$$A=-\lambda^3(1-3k_1+6k_2-3k_3)+3\lambda^2(1-2k_1+2k_2)-3\lambda(1-k_1)+1$$

$$B=2\lambda^3(1-3k_1+6k_2-3k_3)-3\lambda^2(1-2k_1+2k_2)+1.$$

[8]) Por. Mörsch: „Der durchlaufende Träger. 1928, str. 69 oraz Strassner: „Neuere Methoden“, 1925, gdzie znajduje się dowód na to, że odcinki linii krzyżowych przy przekroju belki symetrycznie sfazowanej i przekroju stałym są sobie równe, co na zasadzie równania 15 i 16 odnosi się i do wysokości zastępczych.

[9]) Strassner: „Neuere Methoden“, 1925, str. 78. Prager: „Der Einfluss der Vouten auf die Querkräfte u. Biegemomente durchlaufender Balken“ B. u. E. 1926, z. 18 oraz Jakobsen: „Zur Berechnung durchl. Träger mit Schrägen“, B. u. E. 1936, z. 16.

[10]) Emperger: „Die wahre Grösse des Trägheitsmomentes im Eisenbetonbalken“, B. u. E. 1916, oraz Strassner: „Neuere Methoden“, t. I, str. 75.

Spółczynniki φ obliczono z równania

$$\varphi = \frac{C}{B}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

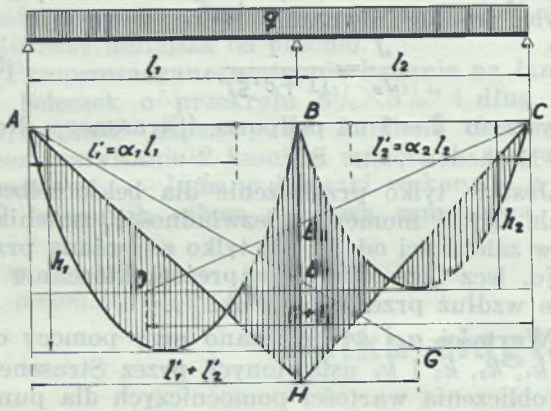
gdzie

$$C = -3\lambda^4(1-4k_1+12k_2-12k_3+4k_4)+8\lambda^3(1-3k_1+6k_2-3k_3)-6\lambda^2(1-2k_1+2k_2)+1.$$

Wyraz B posiada to samo znaczenie jak w równaniu 39.

Jak to wynika z ryc. 8 i wartości spółczynników α moment utwierdzenia belki jednoprzęsłowej i analogicznie moment podporowy belki dwuprzęsłowej ze skosami jest zawsze większy, niż przy przekroju stałym i to nieraz bardzo znacznie. Obliczanie więc belki ze skosami, jak belki o przekroju stałym daje wyniki różniące się znacznie od wartości rzeczywistych.

Tok obliczania momentu podporowego w ogólnym wypadku belki dwuprzęsłowej o zmiennym przekroju, a mianowicie ze skosami na podporach dla obciążenia ciężarem jednostajnym zupełnym będzie następujący:



Ryc. 9.

a) sposobem wykreślnym (ryc. 9).

Wykreślamy zwykłe powierzchnie momentów i wyznaczamy wysokości zastępcze (ewent. przy pomocy „Zestawienia obciążeń“)

$$h_1 = \frac{1}{8} q l_1^2 = M_{01} \text{ oraz } h_2 = \frac{1}{8} q l_2^2 = M_{02}.$$

Dla danego sfazowania a więc stosunku długości sfazowania do rozpiętości przęsła (l_1 lub l_2), to jest wartości $\lambda = \frac{c}{l}$ oraz dla stosunku najmniejszego momentu bezwładności (w środku przęsła na partii niesfazowanej) J do największego momentu bezwładności J_p na podporze $n = \frac{J}{J_p}$ odczytujemy w tabeli III-ej (sfazowanie obustronne, symetryczne w przęśle), w tabeli IV-ej (sfazowanie jednostronne przy podporze środkowej), odpowiednie wartości α_1 i α_2 dla przęsła l_1 i dla przęsła l_2.

W przypadku sfazowania symetrycznego w przęśle stosujemy konstrukcję wykreślną, jak przy przekroju stałym z tą tylko różnicą, że dla wykresu momentu podporowego wprowadzamy zamiast „l_1“ wartość

$$l'_1 = \alpha_1 l_1, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

a zamiast „l_2“ wartość przęsła zastępczego

$$l'_2 = \alpha_2 l_2 . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (41a)$$

Prosta łącząca podporę A z punktem G (leżącym w odległości h_1 od poziomej AC oraz $(l'_1 + l'_2)$ od pionowej przez A) wyznacza na podporowej przez B moment M_1 wywołany obciążeniem jednostajnym zupełnym w przęśle l_1.

$$M_1 = B B_1$$

Analogicznie prosta CD (punkt D w odległości h_2 od AC oraz $(l'_1+l'_2)$ od podporowej przez C) wyznacza na podporowej przez B moment M_2 wywołany obciążeniem (jednostajnym zupełnym) w przęśle l_2

$$M_2 = B B_2.$$

Obydwa momenty dodane do siebie dadzą nam moment całkowity pod obciążeniem w l_1 i l_2

$$M_B = M_1 + M_2 = BH \quad . \quad . \quad (42)$$

W przypadku jednostronnego sfazowania na podporze środkowej i obciążenia jednostajnego zupełnego wysokość zastępcza h_z jest już różna od wysokości h przy przekroju stałym. Wysokość zastępczą w tym przypadku otrzymamy przy pomocy tabeli V-ej podającej spółczynniki φ zależnie od $n = \frac{J}{J_p}$ oraz $\lambda = \frac{c}{l}$:

$$h_z = \varphi_2 \cdot h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

$$h_z = \varphi_1 \cdot q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43a)$$

(φ_2 spółczynnik dolny w tab. V-ej)

(φ_1 „ górny „ „ V-ej)

Przęsła zastępcze l' (l'_1 i l'_2) otrzymamy dla tego rodzaju sfazowania przy pomocy tabeli IV-ej podającej odpowiednie spółczynniki α

$$l' = \alpha l.$$

Dalszy tok postępowania jest zupełnie identyczny jak przy sfazowaniu symetrycznym.

b) sposobem rachunkowym.

Moment podporowy otrzymać też możemy wprost przy pomocy tabeli I lub tablicy. Bierzemy wtedy rzeczywistą rozpiętość przęsła obciążonego l_1 (odszukaną w pierwszym wierszu tabeli) a jako przęsło nieobciążone wartość

$$l_{2z} = l'_1 + l'_2 - l_1 = \alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2 - l_1$$

obliczoną przy pomocy tabeli III-ej lub IV-ej (wartości spółczynników α) a w razie obciążenia przęsła l_2 analogicznie

$$l_{1z} = l'_1 + l'_2 - l_2 = \alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2 - l_2,$$

którą to wartość odszukujemy w pierwszej kolumnie tabeli I-ej.

Prawdziwość powyższego wynika wprost z ryciny 9-ej.

W specjalnym przypadku belki równoprzęsłowej symetrycznie sfazowanej ze względu na podporę środkową możemy uwzględnić wpływ sfazowania na moment podporowy odrazu przy pomocy spółczynników ψ podanych w tabeli VI - tej.

$$M_z = \psi \cdot M, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

przy czym M jest momentem podporowym belki dwuprzęsłowej o stałym przekroju obciążonej ciężarem jednostajnym zupełnym.

W tym wypadku otrzymamy moment podporowy z uwzględnieniem sfazowania mnożąc znaną wartość $\frac{1}{8} q l^2$ (dla obciążenia w obu przęsłach) lub $\frac{1}{16} ql^2$ (dla obciążenia w l_1 lub w l_2):

a) przez spółczynnik górny ψ_1 w przypadku sfazowania (symetrycznego ze względu na podporę środkową) na podporze środkowej;

b) przez spółczynnik środkowy ψ_2 w przypadku sfazowania na podporach skrajnych i środkowej (sfazowanie symetryczne ze względu na środek jednego i drugiego przęsła);

c) przez spółczynnik dolny ψ_3 w przypadku sfazowania na podporach skrajnych (sfazowanie symetryczne ze względu na podporę środkową).

Jak to widzimy z wartości spółczynników ψ wpływ sfazowania na moment podporowy jest bardzo znaczny.

Dla sfazowania na całej długości przęseł moment podporowy wzróść może nawet dwukrotnie (dla $n = \frac{J}{J_p} = 0{,}02 = \frac{1}{50}$, a więc dla stosunku minimalnej do maksymalnej wysokości przy przekroju prostokątnym i zmiennej wysokości jak $1 : \sqrt[3]{50} = 1 : 3{,}7$). Dla bardzo często stosowanego stosunku momentów bezwładności $\frac{h}{h_p} = \frac{1}{1{,}5}$ i długości sfazowania $\lambda = 0{,}15$ maksymalny wzrost momentu podporowego wywołany sfazowaniem przekracza nieraz 20%.

(Tabele II—VI będą umieszczone w następnym numerze). (C. d. n.).

Inż. STANISŁAW GAWLIŃSKI
(LWÓW)

Zagadnienie nawierzchni krzemianowanej.

(Ciąg dalszy).

Próbki nawierzchni krzemianowanej.

Wszystkie próbki nawierzchni krzemianowanej są pod względem wyglądu zewnętrznego bardzo podobne. Przedstawiają one zasadniczo masę zbitą o barwie jasno szarej. U góry posiadają one warstewkę zaprawy o grubości około 1—2 *mm*. W warstewce tej widać gdzieniegdzie ziarna tłucznia, oraz miejscowe nagromadzenia błota. Górna warstwa próbek jest nierówną, posiada miejscowe wgłębienia dochodzące do 10 *mm* głębokości. Zaprawa jest utworzona z krzemianu sodowego i miału wapiennego. Tłuczeń występujący w nawierzchni składa się głównie z wapienia i z bardzo małej ilości piaskowca. Tłuczeń ten jest dokładnie otoczony ze wszystkich stron zaprawą krzemianowaną, która występuje w obfitej ilości. Próbki cechuje tak mała zwięzłość, że dają się one z wielką łatwością w palcach kruszyć.

Wszystkie próbki nawierzchni, grube około 8—10 *cm* dały się z wielką łatwością rozdzielić na dwie warstwy, z których górna była około 5 *cm* gruba. Otrzymany przy tym przełom był zawsze tak bardzo równy, że się miało wrażenie, że nawierzchnia została wykonana w dwóch warstwach [1]). Obie te warstwy we wszystkich próbkach nie różniły się co do jakości materiału, z którego zostały wykonane. Różniły się one natomiast przyczepnością zaprawy do tłucznia a mianowicie: w próbkach pobranych w *km* 19 i 23 przyczepność zaprawy do tłucznia w warstwie górnej była mniejszą, niż w warstwie dolnej. Odwrotnie się miała rzecz w próbce pobranej w *km* 20.

Poza tym jedynie w próbce pobranej w *km* 20 zauważono różnicę w kolorze obu warstw. Górna warstwa posiadała kolor jasny i wykazywała lokalne zanieczyszczenia, a dolna była silnie zanieczyszczona błotem i posiadała kolor ciemny Z uwagi na to silne zanieczyszczenie błotem warstwę tę wyeliminowano z dalszych badań.

Badanie uziarnienia wszystkich próbek nawierzchni krzemianowanej przeprowadzono w takim kierunku, aby z otrzymanych wyników można się było zorientować co do zawartości zaprawy, ziarn pośrednich i grubych. Zaznacza się, iż w poniżej opisanych badaniach określono mianem zaprawy masę, która przechodzi przez sito ϕ 7 *mm*, mianem ziarn pośrednich nazwano ziarna ϕ 7—30 *mm*, a mianem ziarn grubych określono ziarna zatrzymujące się na sicie ϕ 30 *mm*. W tym celu z próbek nawierzchni wyodrębniono bez najmniejszych uszkodzeń ziarna zatrzymujące się na sicie ϕ 7 *mm* i przesiano przez komplet sit ϕ 60, 30, 15 i 7 *mm* otrzymując wyniki, które podaje w procentach wag. tabela IV-ta.

Tabela IV.

Przechodzi przez sito	Pr. z *km* 19 w. gór.	Pr. z *km* 19 w. dol.	Pr. z *km* 20 w. gór.	Pr. z *km* 23 w. gór.	Pr. z *km* 23 w. dol.
ϕ 60 *mm*	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ϕ 30 „	66,2	96,2	81,0	65,4	82,3
ϕ 15 „	46,9	75,4	54,4	45,7	67,0
ϕ 7 „	36,0	63,4	42,4	36,6	53,6

Z tabeli tej obliczono, iż badane próbki posiadają następujące ilości zaprawy, ziarn pośrednich i grubych:

	Pr. z *km* 19 w. gór.	Pr. z *km* 19 w. dol.	Pr. z *km* 20 w. gór.	Pr. z *km* 23 w. gór.	Pr. z *km* 23 w. dol.	
zaprawa . .	36,0%	63,4%	42,4%	36,6%	53,6%	wag
ziarna pośrednie	30,2 „	32,8 „	38,6 „	28,8 „	28,7 „	„
ziarna grube	33,8 „	3,8 „	19,0 „	34,6 „	17,7 „	„

[1]) Ponieważ wykonanie nawierzchni krzemianowanej według sposobu opisanego w poprzednim ustępie daje masę o jednolitej strukturze, przeto dwuwarstwowość badanych próbek wskazuje, zdaniem autora, na wadliwe wykonanie nawierzchni. Innej przyczyny bowiem, któraby mogła wywołać powstanie dwuwarstwowości autor nie widzi.

Z powyższych zestawień widocznym jest, iż wszystkie próbki nawierzchni zawierają stosunkowo małą ilość ziarn grubych a dużo zaprawy i ziarn pośrednich. Ustosunkowanie się takie wyżej wymienionych frakcji jest niekorzystne dla nawierzchni, gdyż — jak wiadomo — nawierzchnie o takim uziarnieniu odznaczają się wyższą ścieralnością w porównaniu z nawierzchnią zawierającą większą ilość grubych ziarn. W końcu rzecz charakterystyczna, wszystkie warstwy górne zawierają więcej tłucznia a mniej zaprawy niż warstwy dolne.

Badanie szczelności nawierzchni przeprowadzono w następujący sposób: na oczyszczonej górnej powierzchni nawierzchni umocowano cylinder szklany o średnicy ϕ 30 *mm*, uszczelniono z boku asfaltem i zalano wodą na wysokość 20 *cm*. W czasie badania obserwowano poziom wody w cylindrze i stwierdzono, że obniżenie słupa wody na 1 godzinę wynosiło dla wszystkich próbek około 1—2 *mm*. Niezależnie od tej próby wyznaczono stopień gęstości nawierzchni krzemianowanej z wzoru $S = C_0 : C_w$, gdzie C_0 = ciężar objętościowy, a C_w = ciężar właściwy. — Wartości otrzymane tą drogą są następujące: próbka z *km* 10 — $S = 0{,}87$, próbka z *km* 20 — $S = 0{,}876$, próbka z *km* 23 — $S = 0{,}88$. Powyższe wartości wraz z poprzednim badaniem szczelności wskazują na to, iż badane próbki nawierzchni są, jak na sztuczny konglomerat, stosunkowo dość szczelne.

Obrazy mikroskopowe wszystkich próbek nawierzchni niczym nie różnią się od siebie. W mikroskopie skonstatowano, że próbki składają się zasadniczo z tych samych składników co poprzednio opisany wapień, a więc z wapienia litotamniowego i kwarcu, który tu występuje w większej ilości i posiada mniejsze ziarna. Małej ilości, stwierdzonej chemicznie rozpuszczalnej krzemionki pochodzącej z hydrolizy krzemianu sodowego, w mikroskopie nie można było uchwycić.

W końcu poddano analizie chemicznej osobno wyodrębniony tłuczeń i osobno wydzieloną zaprawę każdej warstwy. Analizę tę, jak to już poprzednio zaznaczono, przeprowadzono w takim kierunku, aby z jej wyników można się było zorientować co do zawartości krzemianu sodowego w nawierzchni, oraz stosunku „ϱ“ w którym występują rozpuszczalna krzemionka i tlenek sodu pochodzące z użytego do budowy krzemianu. Ponieważ daty te można było uzyskać na podstawie zawartości w nawierzchni rozpuszczalnej krzemionki i tlenku sodowego, przeto analizę chemiczną ograniczono do wyznaczenia tylko tych składników. Wyniki przeprowadzonych w ten sposób analiz zestawiono w tabeli V.

Porównując poszczególne pozycje tej tabeli z odnośnymi pozycjami analizy chemicznej użytego do budowy wapienia konstatujemy w pierwszym rzędzie, iż pozycje te doznały pewnego nieznacznego, niejednostajnego podwyższenia, które należy położyć na karb użycia do budowy krzemianu sodowego. Sporządzone zaś na podstawie tych analiz, zestawienia liczbowe pozwoliły wyprowadzić szereg dalszych wniosków dotyczących ilości i stosunku „ϱ“ w których występuje ten składnik w nawierzchni. Wartości do tych zestawień uzyskano przez odjęcie krzemionki rozpuszczalnej (0,25%) względnie tlenku sodowego (0,05%) przypadających na użyty wapień od krzemionki rozpuszczalnej względnie tlenku sodowego znalezionych w zaprawie czy tłuczniu nawierzchni. Przy tym obliczeniu popełniono błąd, który wynika z nieuwzględnienia faktycznej ilości wapienia w badanej substancji. Błąd ten jednak jest nadzwyczaj mały, gdyż wapień tworzy niemal 100% badanych próbek.

Tabela V.

	Próbka z *km* 19			
	warstwa górna		warstwa dolna	
	zaprawa	tłuczeń	zaprawa	tłuczeń
Krzemionka rozpuszcz. ($Si\,O_2$)	0,71%	0,49%	0,64%	0,53%
Tlenek sodu ($Na_2\,O$)	0,11 „	0,11 „	0,16 „	0,14 „

	Próbka z *km* 20	
	warstwa górna	
	zaprawa	tłuczeń
Krzemionka rozpuszcz. ($Si\,O_2$)	0,34%	0,28%
Tlenek sodu ($Na_2\,O$) .	0,06 „	0,05 „

	Próbka z *km* 23			
	warstwa górna		warstwa dolna	
	zaprawa	tłuczeń	zaprawa	tłuczeń
Krzemionka rozpuszcz. ($Si\,O_2$)	1,20%	0,40%	0,82%	0,57%
Tlenek sodu ($Na_2\,O$)	0,30 „	0,10 „	0,26 „	0,13 „

1. Ilość krzemionki pochodzącej z krzemianu sod. w zaprawie i tłuczniu:

	Pr. z *km* 19		Pr. z *km* 20	Pr. z *km* 23	
	w. gór.	w. dol.	w. gór.	w. gór	w. dol.
zaprawa	0,46%	0,39%	0,09%	0,95%	0,57%
tłuczeń	0,24 „	0,28 „	0,03 „	0,15 „	0,32 „

2. Ilość tlenku sod. pochodzącego z krzemianu sod. w zaprawie i tłuczniu:

	Pr. z *km* 19		Pr. z *km* 20	Pr. z *km* 23	
	w. gór.	w. dol.	w. gór.	w. gór.	w. dol.
zaprawa	0,06%	0,11%	0,01%	0,25%	0,21%
tłuczeń	0,06 „	0,09 „	0,00 „	0,05 „	0,08 „

3. Stosunek „ϱ“ krzemianu sod. w zaprawie i tłuczniu:

	Pr. z *km* 19		Pr. z *km* 20	Pr. z *km* 23	
	w. gór.	w. dol.	w. gór.	w. gór.	w. dol.
zaprawa	7,66	3,54	9,00	3,80	2,71
tłuczeń	4,00	3,11	∞	3,00	4,00

4. Ilość krzemionki i tlenku sod. pochodzących z krzemianu w próbkach:

	Pr. z *km* 19		Pr. z *km* 20	Pr. z *km* 23	
	w. gór.	w. dol.	w. gór	w. gór.	w. dol.
rozp. krzemionka	0,32%	0,35%	0,06 %	0,44%	0,45%
tlenek sodowy	0,06 „	0,10 „	0,004 „	0,12 „	0,15 „

5. Stosunek „ϱ“ krzemianu sod. w badanych próbkach:

Pr. z *km* 19		Pr. z *km* 20	Pr. z *km* 23	
w. gór.	w. dol.	w. gór.	w. gór.	w. dol.
5,33	3,50	15,0	3,67	3,00

Na tym miejscu zaznacza się, iż wartości do czwartego zestawienia obliczono na podstawie analiz chemicznych i tabeli, w której są podane w procentach ilości zapraw i tłucznia przypadające na każdą warstwę, według następującego wzoru

$$\frac{a.c}{100} + \frac{b.d}{100}.$$

We wzorze tym a = procent danego składnika w zaprawie, b = procent tegoż składnika w tłuczniu, c = procent zaprawy w odnośnej warstwie, d = suma procentów ziarn pośrednich i grubych w odnośnej warstwie.

Powyżej podane zestawienia stwierdzają następujące fakta:

1. Tłuczeń i miał wapienny adsorbują z krzemianu sodowego zarówno krzemionkę jak tlenek sodu.
2. Miał na ogół odznacza się wyższą zdolnością adsorbcji powyższych składników niż tłuczeń.
3. Stosunek „ϱ“ krzemianu sodowego zaadsorbowanego przez zaprawę warstwy górnej jest stale wyższy od analogicznego stosunku zaprawy warstwy dolnej. Związku tego nie skonstatowano dla tłucznia.
4. Ilości krzemionki pochodzącej z krzemianu sodowego są prawie te same, tak w warstwie górnej jak i dolnej. Ilości natomiast tlenku sodowego w warstwie dolnej są, wprawdzie nieznacznie, ale stale wyższe niż w warstwie górnej.
5. Stosunek „ϱ“ krzemianu sodowego zaadsorbowanego przez warstwy górne jest stale wyższy od stosunku tego dla warstw dolnych.

Dalsze wnioski, dotyczące wpływu czasu i pogody podczas wykonania nawierzchni na stan krzemianu sodowego w drodze wyprowadzono na podstawie piątego zestawienia. W tym celu porównano ze sobą wartości tego zestawienia uwzględniając przy tym pogodę, która panowała podczas budowy i ile lat próbka przeleżała w drodze. Jeśli idzie więc o wpływ pogody w czasie wykonywania drogi na stan krzemianu sodowego w nawierzchni, to wpływ ten uwidocznił się w kierunku wyługowania tlenku sodowego z nawierzchni. Fakt ten znalazł swój wyraz w tym, iż wartości stosunku „ϱ“ próbek z km 19 i 23 wykonanych w czasie pogody nie dużo się różnią od stosunku tego dla krzemianu użytego do budowy, w przeciwieństwie do próbki z *km* 20, przy wykonaniu której panowała słota a potem padały deszcze na drogę jeszcze niestężałą. Przy budowie tego odcinka istniały zatem wszelkie korzystne warunki, aby bardzo łatwo rozpuszczalny we wodzie tlenek sodu spłynął z częścią krzemionki do rowów, albo wsiąkł w podłoże, a zatem aby stosunek „ϱ zwiększył się znacznie w porównaniu ze stosunkiem „ϱ“ użytego do budowy krzemianu sodowego. Dodać należy, iż podobne warunki mogą powstać w przypadku dodania zbyt wielkiej ilości wody do krzemianu sodowego w czasie wykonywania drogi.

Jeśli idzie zaś o wpływ czasu na stan krzemianu sodowego w nawierzchni, to wartości stosunku „ϱ“ próbek z *km* 19 i 23 wskazują na to, iż krzemian sodowy nie zmienia się pod tym względem nawet z biegiem lat. Zarówno bowiem krzemian sodowy próbki, która przeleżała w drodze przez trzy lata (*km* 23) jak krzemian próbki, która przeleżała tylko jeden rok (*km* 19), posiadają stosunek „ϱ“ zbliżony do stosunku „ϱ“ użytego do budowy krzemianu. Wpływ zatem wody w kierunku wyługowania z nawierzchni tlenku sodowego okazał się nawet z biegiem lat nieznaczny. W związku z tym należy nadmienić, iż fakt ten świadczy poniekąd o szczelności nawierzchni krzemianowanej. Potwierdzają to wartości stosunku „ϱ“ próbki nawierzchni z *km* 23 a także z *km* 19.

W przypadku bowiem przepuszczalności stosunek „ϱ“ krzemianu sodowego tych nawierzchni, byłby dużo wyższy od stosunku „ϱ“ użytego do budowy krzemianu sodowego. Przenikająca bowiem woda uniosłaby ze sobą z nawierzchni łatwo rozpuszczalny tlenek sodu, a zatem mianownik znacznie by się zmniejszył. Wartości tych odwrotnie nie można interpretować, t. zn. przyjąć, że dużo krzemionki odpłynęło wraz z tlenkiem sodowym, gdyż właśnie w tych próbkach, ilość krzemionki jest najwyższa, a poza tym Geschwind (23) wykazał, iż z stwardniałej zaprawy krzemianowanej woda wypłukuje krzemian sodowy o stosunku „ϱ“ = 0,33, to znaczy wypłukuje dużo tlenku sodowego a mało krzemionki. (C. d. n.).

Przegląd czasopism technicznych

Budownictwo wodne

Rentowność dróg wodnych i taniość przewozu wodnego. Prof. Schoklitsch omawiając obrady nad dalszą budową kanału Ren-Men-Dunaj w obrębie Bawarii, cytuje interesujące szczegóły dyskusji. Podniesiono tam, że ta droga wodna zdoła zapewnić eksport węgla z obszarów nadreńskich na wschód (Bałkan) w ilości 3 milionów ton i wyrugować węgiel polski i czeski przewożony tam kolejami. Jako przykład, jak dalece są drogi wodne konkurencyjnymi wobec kolei żelaznych podano jako przykład eksport cukru czeskiego, przewożonego znacznie dłuższą, okrężną drogą wodną w dół Łaby do Hamburga, stamtąd morzem do Rotterdamu, a w dalszym ciągu w górę Renu aż do Bazylei! Podobnie ma mieć droga wodna Ren-Men-Dunaj wielkie znaczenie dla przewozu chemikaliów charakteru masowego (nawozy sztuczne) na wschód.

Musimy się i u nas sprawie dróg wodnych bliżej przypatrzyć, gdyż bez nich, przy drogim przewozie, nie wytrzymujemy konkurencji na rynkach światowych, względnie tracimy stale dużą część dochodu społecznego.

„Wasserwirtschaft und Technik“ Nr. 9—11 z 30/III 1937 podaje dwa interesujące artykuły.

W pierwszym przedstawione są praktyczne metody obliczenia przewozów linowych, w drugim opis pływającej łapaczki drzewa, spuszczanego na rzece Drinie pod Cvilin-polje w Czarnogórze. Łapaczkę tę, złożoną z tratw zakotwionych linami drucianymi, wykonano w niezwykle trudnych warunkach, jakie na tej rzece istnieją: gwałtowne wezbrania, ogromne objętości przepływu przy w. w. i niezwykle wielkie głębokości i prędkości.

Szybki rozwój żeglugi na górnym Renie i obrotu w porcie w Bazylei, skutkiem regulacji Renu między Bazyleą a portami Strasburg-Kehl, opisuje *Schweizerische Bauzeitung* w nr. 1 (styczeń 1937, poświęconym specjalnie żegludze szwajcarskiej. Jak usilnie kraj ten, pozbawiony wybrzeża morskiego, stara się o rozwinięcie żeglugi śródziemnej, przedstawiliśmy wyczerpująco na łamach *Cz. T.* w r. 1930 w art. „Regulacja rzek na małą wodę i regulacja Renu między Bazyleą a Strasburgiem". Regulacja ta, bardzo kosztowna, w której efekt nawet wielu fachowców nie wierzyło, jest dziś prawie na ukończeniu i wydaje już realne skutki. Port w Bazylei, który w roku 1930 miał obrót (pochodzący z Renu) 1 miliona ton, zwiększył go do r. 1935 na 2 miliony ton, a w r. 1936 na 2,217.000 ton. Wynika stąd i wynika na przyszłość potrzeba dalszej rozbudowy portu w Bazylei i jego urządzeń, a także portów sąsiadujących, tj. Birsfelden, Rheinquai, Kl. Hünningen, St. Johann.

Port w Bazylei należy do najintensywniej eksploatowanych portów Renu, co stwierdza następujące zestawienie:

Port	Przeładunek roczny w milj. ton	Użyteczna długość nadbrzeży w *km*	Przeładunek na 1 *mb* nadbrzeża ton
Duisburg-Ruhrort	14,63	44,0	332
Kolonia . . .	2,91	8,4	346
Mannheim . . .	5,09	32,0	159
Kehl	1,81	12,3	147
Strasburg . . .	5,59	28,0	200
Bazylea . . .	2,22	2,15	1048 *)

Korzyści pośrednie są ogromne; droga wodna wywołała znaczne obniżenie taryf kolei zagranicznych, a zatem wielkie zyski dla handlu i przemysłu szwajcarskiego, a poza tym handel i przemysł korzystają z niskich taryf przewozu wodnego. Znaczenie Bazylei jako bramy wejściowej dla towarów zagranicznych uwydatnia wysokość cła (wraz z podatkiem tytoniowym) pobieranego w pięciu największych granicznych urzędach celnych (Bazylea, Genewa, R'horn, Chiasso, Buchs); w roku 1929 pobrano w Bazylei 94,1 miliona fr. szw., a w r. 1935 112,9 milj. fr. szw., we wszystkich zaś pięciu urzędach w r. 1935 — 164,4 milj. fr. szw.

Szwajcarska żegluga śródlądowa zaczyna powoli rozszerzać swe wpływy i działalność również i na wybrzeża. Wykonano już szereg statków towarowych z własnym popędem, mogących kursować po Renie i wzdłuż wybrzeży morza (Albula, Bernina, Schwyz, Arenberg). Pierwsze dwa mają długość 44,5 *m*, szerokość 7,30 *m*, wysokość burty 2,98 *m*, tonaż brutto 329,4 ton, netto 150 ton. Droga z Londynu do Bazylei (morzem i Renem w górę) trwa 9 dni. Jak stwierdza artykuł, tego rodzaju żegluga wybrzeżna jest obecnie bardzo rentowna. *Dr M. M.*

*) w basenie I nawet 1582 *t/m*.

Nekrologia

Prof. Inż. Dr Brzetysław Tolman. W maju b. r. zmarł w Pradze w 64 roku życia profesor Budownictwa Wodnego w Politechnice czeskiej w Pradze Inż. Dr Brzetysław Tolman, jeden z najwybitniejszych hydrologów czeskich.

Po ukończeniu Politechniki pracował przez pewien czas przy budowie dworca kolejowego w Dreźnie, a następnie wstąpił do państwowej służby budownictwa, pracując przez szereg lat jako inżynier Komisji kanalizacji Wełtawy i Łaby.

Po objęciu katedry oddał się z całym zapałem pracy naukowej i pedagogicznej, wydając cały szereg wybitnych prac naukowych i podręczników, oraz wychowując liczne grono inżynierów, stojących na wysokim poziomie.

Nie sposób tu wymieniać wszystkich jego prac — wspomnę tylko o jednej z pierwszych, o krzywych spiętrzenia i ostatniej „Zakladani staveb" (fundowanie). To ostatnie dzieło, dużych rozmiarów, stanowi pracę wielu lat i znamionuje, jak wszystkie zresztą prace śp. Zmarłego, wielką wiedzę, gruntowność i wielkie doświadczenie inżynierskie.

Jego znaczenie jako uczonego sięgało daleko poza kraj macierzysty, a w kraju obdarzano go wielką czcią i zaufaniem — był wiceprezydentem Akademii Pracy Masaryka, członkiem Rady Naukowej, Dziekanem i Rektorem Politechniki.

Polską literaturą z działu hydrologii zawsze się interesował, rozumiejąc nasz język w dostatecznej mierze. W czasie naszych wycieczek naukowych ze studentami do Czech był zawsze chętnym i niestrudzonym przewodnikiem.

Tych kilka słów zamieszczam jako wspomnienie po mężu zasłużonym, a moim szczerym przyjacielu, z którym wprawdzie rzadko się widywałem, ale częściej korespondowałem, a którego pamięć trwać będzie jeszcze długo po przedwczesnym Jego skonie. *Dr M. M.*

Kronika techniczna

Polskie normy. Polski Komitet Normalizacyjny przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu podaje do wiadomości wszystkich zainteresowanych, iż ukazały się między innymi w druku, uchwalone przez plenarne posiedzenie Komitetu w dniu 9 grudnia 1936 r. następujące „Polskie normy":

Budownictwo.

		Cena zł.
	Ogólne:	
B—165	Roboty ciesielskie. Warunki techniczne wykonywania (ark. 2)	1,00
	Kamienie sztuczne:	
B—315	Cegła ogniotrwała. Format cegły	0,50
	Wyroby z drewna:	
B—460	Beczki bukowe do pakowania masła (51,1 *kg*) Komplety klepek	0,50
B—461	Beczki bukowe do pakowania masła (51,1 *kg*) Wykonanie i odbiór	0,50

Drogi.

B—353	Sprawdzanie wymiarów materiałów kamiennych (2-gie wydanie zmienione, Maj 1937)	0,50

Armatury.

B—3005	Kółko ręczne z otworem kwadratowym	0,50
B—3010	Odpowietrznik na ciśnienie nominalne 10 kg/cm^2 . . . . + ... + + . . .	0,50
B—3011	Hydrant podziemny z samoczynnym odwodnieniem na ciśnienie nominalne 10 kg/cm^2	0,50
B—3012	Hydranty podziemne. Skrzynka uliczna z pokrywą zdejmowaną	0,50
B—3013	Hydranty podziemne. Skrzynka uliczna z pokrywą odrzucaną	0,50

B—3014 Hydranty podziemne. Stojak jednowylotowy na ciśnienie nominalne 10 *kg/cm²* 0,50
B—3015 Hydranty podziemne. Stojak dwuwylotowy na ciśnienie nominalne 10 *kg/cm²* 0,50
B—3016 Hydrant nadziemny z dolnym zamknięciem i samoczynnym odwodnieniem na ciśnienie nominalne 10 *kg/cm²* 0,50

Technologia chemiczna.

C—1601 Materiały ogniotrwałe. Metody badań (3 arkusze) 1,50

Normy powyższe są do nabycia w Biurze Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (Warszawa, Rakowiecka 4).

Sprawozdania z odczytów i wycieczek

Staraniem Sekcji Mechaników P. T. P. i S. I. M. P. Oddział we Lwowie urządzono w marcu i kwietniu b. r. następujące wycieczki i wykłady:

Dnia 8 marca odbyła się wycieczka do samoczynnej stacji pomp Miejskiego Zakładu Wodociągowego m. Lwowa przy ul. Łyczakowskiej. Stacja ta zbudowana przed trzema laty ma za zadanie zasilanie okolic górnego Łyczakowa, Jałowca i Pasiek. Pompy tłoczą w tym celu wodę do wieży wodnej na Pasiekach, przy czym zarówno załączanie jak i wyłączanie stacji odbywa się automatycznie, drogą elektryczną, ze stacji „górnej strefy" przy ul. Zielonej.

Wieża wodna posiada elektryczne urządzenia wodowskazowe i stany wody w zbiorniku wieżowym przekazywane są za pomocą dwóch przewodów kablowych do stacji „górnej strefy" przy ul. Zielonej, gdzie są rejestrowane. Zależnie od stanu wody w zbiorniku obsługujący maszynista załącza lub wyłącza stację na Łyczakowie. Po naciśnięciu guziczka przy ul. Zielonej przekaźnik stacji łyczakowskiej włącza podnośnik elektro-hydrauliczny, który z kolei włącza rozrusznik, motor i cylinder hydrauliczny otwierający zasuwę na tłoczeniu. Wszystkie te czynności sygnalizowane są wstecz do stacji przy ul. Zielonej za pomocą brzęczyków. Proces wyłączania stacji przebiega analogicznie.

Stacja łyczakowska nie posiada obsługi, a automatyzacja jej tak prostymi środkami możliwa była dlatego, że pompy są zawsze zalane, a nawet pod ciśnieniem 5 *atm* na ssaniu, gdyż wodę pobiera się z rurociągu tłocznego „górnej strefy", gdzie panuje takie ciśnienie. Projekt urządzenia automatycznego, pierwszego tego rodzaju w Polsce, pochodzi od Inż. Czyżowskiego, który udzielał też wyjaśnień uczestnikom wycieczki. Wszystkie urządzenia mechaniczne stacji wykonane zostały w kraju, elektryczne zaś, jak rozrusznik, wodowskazy, przekaźniki itp. są pochodzenia zagranicznego.

Dnia 21 kwietnia mówił p. Prof. Inż. Stanisław Łukasiewicz n. t. „Niemiecka wytwórczość techniczna" (na tle ostatniej wystawy maszynowej w Lipsku).

Na wstępie omówił prelegent w ogólnych zarysach rozwój wytwórczości przemysłowej Niemiec w okresie powojennym, podkreślając zwłaszcza znakomite wyniki ostatnich lat czterech, następujących bezpośrednio po latach ciężkiego kryzysu, wyniki, które dość jest scharakteryzować jedną liczbą: 11%, przedstawiającą udział Niemiec w światowej wytwórczości przemysłowej. Liczba ta świadczy o celowym wysiłku Niemiec, który co prawda nie przyniósł na razie spodziewanego wzrostu dobrobytu obywatela, gdyż wartość wymienna wytwórczości niemieckiej nie osiągnęła jeszcze poziomu z r. 1929, nie mniej jednak podniósł on nie tylko potencjał wojenny państwa, ale doprowadził również do znakomitego wyzyskania zorganizowanej energii ludzkiej i zasobów materialnych i surowcowych, co również postawił sobie za cel realizowany obecnie nowy plan czteroletni.

Targi Lipskie stanowią doskonałą okazję do poznania wytwórczości przemysłowej Niemiec. Ostatnie stały zwłaszcza pod znakiem znakomitych wyrobów przemysłu obrabiarkowego, który w r. 1936 zdobył prym w wywozie światowym przed takimi potentatami jak Stany Zjednoczone i Wielka Brytania. Sporo miejsca poświęcono na wystawie różnym materiałom konstrukcyjnym zastępczym oraz nowym tworzywom, które po części — jak np. syntetyczny kauczuk „Buna" — zdały już egzamin ze swej przydatności. Ogromną wagę przypisują Niemcy wykorzystaniu rodzimych paliw i środków napędowych, opierając nowe gałęzie produkcji, podobnie jak zresztą w innych dziedzinach techniki, na badaniu naukowym.

Wywody swoje zakończył prelegent przedstawieniem ciekawszych obiektów i konstrukcyj maszynowych, wystawionych na Targach Lipskich, jak nowego typu paleniska Steinmüllera, oryginalnego sprzęgła samochodowego, silniko-sprężarki Junkersa i w. i. Odczyt wywołał obszerną dyskusję.

Dnia 26 kwietnia odbył się odczyt p. Prof. Dr Inż. Wilhelma Borowicza p. t. „O możliwości budowy turbin parowych w Polsce".

Prelegent omówił na wstępie rozwój wytwórczości energii elektrycznej w Polsce za ostatnich lat kilkanaście, a to zarówno w liczbach bezwzględnych, jak i w porównaniu z innymi państwami europejskimi. Przodująca rola siłowni opartych na turbinach parowych wyraża się przy tym 85%-ym udziałem turbin w ogólnej mocy zainstalowanej w siłowniach. Przyjmując za podstawę rozważań postępujące uprzemysłowienie, a równolegle z nim elektryfikację kraju, trzeba by rozbudować zainstalowaną dziś moc w turbinach parowych (około 1,500.000 kW) przeszło 3-krotnie. Przy tempie rozwojowym z r. 1930 dało by to w sumie w stosunku rocznym kilkadziesiąt turbozespołów o łącznej mocy do 300.000 kW, a wartości dochodzącej do 15,000.000 zł. Tego rodzaju liczby wskazują na niewątpliwą opłacalność produkcji turbin parowych w Polsce. — Produkcję tę należało by rozpocząć przy jednej z istniejących większych fabryk metalowych, dysponującej odpowiednim zespołem obrabiarek, ewentualnie w oparciu o licencję zagraniczną. Kwestie materiałowe i personelu technicznego nie powinny nastręczać zbyt wielkich trudności. Wobec powyższego — uważa Prelegent — sprawa budowy turbin parowych w kraju dojrzała do realizacji.

W dyskusji zabierali głos p. Prof. Dr Nadolski, który zwrócił uwagę na wzrastające wykorzystanie sił wodnych jako pewnego rodzaju konkurencję dla siłowni opartych na parze, dalej p. Dyr. Kozłowski, który potwierdził tendencje wykonywania już obecnie pewnych części turbozespołów, w szczególności kondenzatorów i maszyn kondensacyjnych w kraju, oraz p. Dr Szewalski, który opierając się na zacytowanej przez Prelegenta przewidywanej wartości produkcji 15,000.000 *zł/rok* sklasyfikował zagadnienie budowy turbin parowych w kraju hierarchicznie tuż za zagadnieniem motoryzacyjnym, oraz nadto oświadczył się za oparciem produkcji w stadium początkowym na licencji zagranicznej, po pierwsze w celu przyśpieszenia produkcji, po drugie zaś w celu zmniejszenia ryzyka, które ze względu na cenę turbozespołów, maszyn normalnie o dużej mocy, jest dosyć znaczne.

Sprawy Towarzystwa

Protokół posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. w dniu 8 marca 1937 r.

Obecni: Prezes Prof. Dr O. Nadolski. Wiceprezes Inż. A. Nosowicz, 8 Członków Wydziału, Przewodn. Sekcji Drogowej i Redaktor „Czasopisma Technicznego".

1. Protokół z ost. posiedzenia z dnia 15. II. br. po odczytaniu przyjęto.

Inż. Nosowicz omawia obrady Komitetu Organizacyjnego I. Polskiego Kongresu Inżynierów, które się odbyły w lokalu Towarzystwa dnia 7. III. br. Przewodniczył Zebraniu Inż. Kaliński, obecnych kilkunastu członków Komitetu Organ. z Warszawy, delegaci Targów Wschodnich a ze strony P. T. P. Prezes Prof. Dr Nadolski, Inż. Nosowicz, Prof. Bratro, Inż. Wierzbiański i Inż. Goliński.

Inż. Wierzbiański proponował utworzenie podkomitetu P. P. K. I. we Lwowie, w skład którego weszliby 3 delegaci P. T. P. do Komitetu Głównego, 2 delegatów Targów Wschodnich, oraz zaproszeni przedstawiciele Stow. Inżynierskich z tut. terenu. Uchwalono wniosek Prof. Bratro, aby prosić Inż. Wierzbiańskiego o porozumienie się z Inż. Kozłowskim w sprawie zainicjowania na plenarnym posiedzeniu Zjazdu dyrektorów Elektrowni polskich propagandy P. P. K. I. w kierunku licznego uczestnictwa jak i nadsyłania referatów.

Inż. Kaliński wyraził zdanie, że ze względu na duży zakres spraw gospodarczych, wyznaczenie ze strony P. T. P. 3 delegatów będzie niewystarczające i radzi kooptowanie nowych Członków, by móc pracę uintenzywnić.

Inż. Sławiński zaproponował utworzenie subkomisji referatowej we Lwowie niezależnej od Komitetu Jubileuszowego.

Prezes Prof. Dr Nadolski zwrócił uwagę na zbyt dużą ilość Komitetów i subkomitetów i oświadczył imieniem P. T. P. i Komitetu Jubileuszowego, że Komitet Jub. przyjmie na siebie prace związane ze stroną gospodarczą Kongresu, sprzeciwia się natomiast utworzeniu subkomitetu organizacyjnego i referatowego.

Po dyskusji Przewodniczący zebrania zaproponował, by oświadczenie Prezesa Nadolskiego złożone imieniem Wydziału P. T. P. i Komitetu Jubileuszowego formułujące zakres czynności związanych z Kongresem, które ma na siebie przyjąć do wykonania Komitet Jubileuszowy — przyjąć do wiadomości. Dalej przyjąć zasadę, że we wszelkich sprawach dot. Kongresu zwracać się należy wprost do Prezydium P. T. P.

Omówiono sprawę protektoratu Pana Prezydenta Rz. P. i postanowiono, że delegacja Kongresu P. T. P. i Komitetu Jubileuszowego zwróci się w odpowiednim czasie do Pana Prezydenta z prośbą o objęcie protektoratu. Następnie poruszono sprawę umieszczenia notatek o Jubileuszu i Kongresie w „Czasopiśmie Technicznym" i innych wydawnictwach technicznych i sprawę udziału w Kongresie Inżynierów Architektów.

Prezes Prof. Nadolski oświadczył, że zostały zapoczątkowane rozmowy z inżynierami leśnikami w sprawie przystąpienia do N. O. I. i prac Kongresu i że w Komitecie Jubil. jest przedstawiciel S. A. R. P-u w charakterze obserwatora.

Inż. Tatarczuch przedstawiciel Targów Wschodnich podkreślił, że motywem urządzenia Targów Technicznych było przekonanie, że należałoby przejść z charakteru konsumpcyjnego Targów na inwestycyjny, — a mający się odbyć Kongres Inżynierów daje ku temu pobudkę. Jest przekonany, że wystawa techniczna przyczyni się do uświetnienia Kongresu.

Targi Techniczne mają objąć 3 działy: 1) surowce, półfabrykaty, przemysł narzędziowy, wytwarzanie i przetwarzanie materiałów, silniki; 2) dział budowlany; 3) dział budowlano-drogowy. Zarząd Targów Wschodnich prosi Komitet Organizacyjny Kongresu o uznanie:

a) by N. O. I. i Komitet Kongresu uznał Targi z naciskiem jako integralną część Kongresu,

b) podkreślić ten fakt we wszystkich Komitetach Kongresu,

c) by ustosunkowani członkowie Komitetu Kongresu przez osobistą interwencję ułatwili i przygotowali teren dla akwizycji T. Wsch. wśród wystawców.

Następnie omówiono stronę finansową.

Na tym po krótkiej dyskusji zostały zakończone obrady.

2. Przyjęto nast. nowych Członków: Inż. Anatola Lewickiego ze Lwowa, Inż. Kazimierza Rechowicza z Warszawy, Inż. Włodzimierza Sijaka z Tarnobrzega i Inż. Ludwika Skopińskiego ze Stanisławowa.

3. Sprawozdanie Skarbnika w zastępstwie Dr Wilczkiewicza przedkłada Wicepr. Inż. Nosowicz. Po dyskusji w sprawie obniżenia wkładek dla nowowstępujących członków w roku Jubileuszowym uchwalono wniosek Inż. Bluma uzupełniony przez Prezesa Prof. Dr Nadolskiego, treści nast.: „Pragnąc umożliwić młodszym inżynierom wstępowanie do Polskiego Tow. Politechn., Wydział Główny uchwala obniżyć wkładki dla nowowstępujących na okres 3 lat po uzyskaniu dyplomu, do 1.50 zł. mies. przy czym wysokość wpisowego pozostaje niezmieniona tj. 1 zł.". Wniosek ten zostanie przedłożony Walnemu Zgromadzeniu jako wniosek Wydziału.

4. Sprawy korespondencji bieżącej omawia Inż. Krasucki:

a) Wystosowano podziękowanie Prof. Inż. Stella-Sawickiemu za przesłanie 100 zł. na częściowe pokrycie kosztów druku referatu, wygłoszonego w P. T. P. dnia 3. II. br.

b) S. A. R. P. podaje do wiadomości, skład nowego Zarządu na r. 1937. Prezesem Oddziału został Prof. Dr Marian Osiński, Wiceprezesami Inż. Arch. Marian Kossakowski i Inż. Arch. Stefan Porębowicz, Sekretarzem Inż. Arch. Roman Chrystowski.

c) W piśmie do N. O. I. z dnia 3. III br. podano nazwiska delegatów P. T. P. na Zjazd Delegatów N. O. I. dnia 11. IV. br.

d) Odczytano pismo Inż. Szerszenia, w którym zgłasza rezygnację z kierownictwa Administracji „Czasopisma Technicznego". Po wyjaśnieniach Inż. Szerszeń przyrzekł pełnić swoją funkcję do ukonstytuowania się nowego Wydziału.

e) N. O. I. przesłało „przewidywany podział Referatów Polskiego Kongresu Inżynierów na Sekcje".

f) Do Izby Przemysłowo-Handlowej we Lwowie zostało wystosowane pismo w sprawie podjęcia akcji w związku z nowym projektem ustawy drogowej.

g) Urząd Wojewódzki Tarnopolski zawiadamia, że są do objęcia posady dla dwóch inżynierów dróg i mostów. Tekst tego pisma uchwalono przesłać Przewodniczącym Komisji egz. dyplomowych na Wydziale Inżynierii i notatkę zamieścić w „Czasopiśmie Technicznym".

6. Wniosek Inż. Ciechanowicza na Walne Zgromadzenie w sprawie „Czasopisma Technicznego" referował Prof. Dr Aulich.

Po dyskusji uchwalono ogłosić na Walnym Zgromadzeniu ex presidio nast. apel: „Walne Zgromadzenie w zrozumieniu znaczenia „Czasopisma Technicznego" jedynego organu technicznego na terenie Małopolski, zwraca się z apelem do wszystkich Członków o opracowywanie artykułów treści ogólnej i nadsyłanie ich do Redakcji „Czasopisma Technicznego".

8. Uchwalono wniosek Komisji Rewizyjnej na Walne Zgromadzenie w sprawie przekazania kwoty 67 zł. z rachunku Sekcji Samopomocowej na konto P. T. P.

Na tym posiedzenie zamknięto.

KOMUNIKAT

Autor pracy nadesłanej na konkurs im. Prof. Bar. Gostkowskiego — godło „Wodnik" zechce się zgłosić w Sekretariacie Towarzystwa w godz. 17 — 19-tej.

TREŚĆ: Doc. St. Ochęduszko, Jarema, Błaszkiewicz: Krytyka metod oznaczania wilgoci paliw stałych. Inż. J. Nechay: Jak stosowano w Polsce cement przed r. 1870? — Dr T. Kluz: Belka ciągła dwuprzęsłowa. (Ciąg dalszy). — Inż. Stanisław Gawliński: Zagadnienie nawierzchni krzemianowanej. (Ciąg dalszy) — Przegląd czasopism technicznych. — Nekrologia. — Kronika techniczna. — Sprawozdania z odczytów i wycieczek. — Sprawy Towarzystwa. — Komunikat.

„CZASOPISMO TECHNICZNE" WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

1/1 str. zł. 240; 1/2 str. zł. 140
1/4 „ „ 80; 1/8 „ „ 50
1/16 „ „ 30; 1/32 „ „ 20

Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zaofiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.

Adres Redakcji i Administracji: Lwów, ul. Zimorowicza l. 9.

Telefon Redakcji 226—60. Telefon Redaktora 236—46. Konto P. K. O. 151,857.

Prenumerata w kraju: rocznie zł. 32; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedyńczego zeszytu zł. 1·60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:

2-krotnie 10% 3-krotnie 12%
4- „ 15% 6- „ 20%
10- „ 25% 12- „ 30%
18- „ 40% 24- „ 50%

Dla ogłaszających się stale, zmiany w tekstach ogłoszeń są bezpłatne

Redaktor Inż. T. Laskiewicz. Nakładem Polskiego Tow. Politechnicznego we Lwowie.