

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Michał Jan Hube i jego rozprawa o obwałowaniach rzek, nap. Prof. Dr. Inż. F. Kucharzewski.
Szybkobieżne silniki spalinowe. Sprawozdanie z konferencji Diesel'owej w Essen, podał Inż. M. Thugutt.
Zagadnienie tanich mieszkań i ich budowa we Fracji i w innych krajach, nap. B. S.
Przeгляд pism technicznych.
Kongresy i Zjazdy.
Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Michał Jan Hube et son oeuvre sur l'aménagement des voies navigables, par M. F. Kucharzewski, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
Les moteurs à combustion interne. Travaux de la Conférence à Essen, juin, 1928, par M. M. Thugutt, Ingénieur-mécanicien.
Le problème du logement et la construction des habitations à bon marché dans divers pays, par M. B. S.
Revue documentaire.
Informations diverses. Congrès Internationale de la Tourbe, 1928.
Bulletin du Comité Polonais de l'Energie

Michał Jan Hube i jego rozprawa o obwałowaniach rzek.

Odczyt wygłoszony 5 października 1928 r. na posiedzeniu technicznym Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie przez Prof. Dr. F. Kucharzewskiego.

Mówiąc tu przed paroma laty o pierwszym zespole techników polskich¹⁾, jaki się zebrał wokoło Staszica w Towarzystwie Przyjaciół Nauk, wspomniałem, że do mężów nauki, interesujących się sprawami technicznymi, którzy razem ze Staszicem powołani byli do Towarzystwa przy jego zakładaniu, należał Michał Jan Hube, b. dyrektor nauk w królewskim korpusie kadetów. Nadmieniałem, że jeszcze jako sekretarz miasta Torunia otrzymał nagrodę Ks. Jabłonowskiego za rozprawę o budowie wałów, chroniących od wylewów rzek, a następnie zajmował się pisaniem dzieł, na które ogłaszało konkursy Towarzystwo do ksiąg elementarnych, i był autorem cenionej w piśmiennictwie naszym mechaniki. Należałoby nam zapoznać się bliżej z działalnością tego męża, którym poszczycić się możemy, jako jednym z wybitnych uczonych polskich z czasów stanisławowskich, a którego rozprawa o budowie obwałowań rzek stawia w rzędzie nielicznych techników naszych XVIII-go stulecia.

Michał Jan Hube urodził się w wiosce pod Toruniem w r. 1737. Dziad jego, wskutek edyktu króla Jana Kazimierza, wydanego przeciw wyznawcom sekty socynjanów, zmuszony opuścić rodziną Litwę, znalazł schronienie w tej części Prus Królewskich, gdzie edykt ów mniej surowo był wykonywany; ojciec zaś był ministrem wyznania protestanckiego. Wychowany w domu rodziców kończył gimnazjum w Toruniu, zdradzając zamiłowanie do matematyki. Wysłany w 1755 do Lipska na Akademię, w osiemnastym roku życia, dał się już poznać uczoną rozprawą o przecięciach

ostrokągowych. Gdy z początkiem wojny siedmioletniej Saksonja zajęta została przez wojska pruskie, Hube przeniósł się do Getyngi, gdzie słynni matematycy Euler i Kästner zwrócili uwagę na jego uzdolnienie i pomagali dalszemu kształceniu. Jak się ułożył stosunek jednego z tych mistrzów do młodego adepta, daje miarę list Eulera z 31 maja 1759 r., w którym wielki matematyk tak pisze z Berlina do Hubego: „Co do zasad rachunku różniczkowego, to nie widzę, jak ci, którzy uważają różniczki za ilości, unikać mogą zarzutu co do braku ścisłości geometrycznej. Zdaje się, że nie należysz Pan do ich liczby, wyjaśniając naturę różniczek jako granicę stosunku ilości rosnących i malejących, do czego się sprowadza idea maximów i minimów, którą się Pan posługujesz”.

Po zgonie ojca, zostawszy bez utrzymania, przyjął Hube posadę nauczyciela synów ministra hanowerskiego Münchhausena i pozostawał przez lat kilka na tem stanowisku. Minister ofiarowywał mu następnie stałe i korzystne pomieszczenie w kraju hanowerskim, proponował mu nawet podróż naokoło świata ze słynnym eksploratorem Cookiem, lecz Hube wolał wrócić do rodziny i ojczyzny. Zastały go tam listy akademików petersburskich, Eulera i Büschinga, wzywające, aby się przeniósł do Moskwy, gdzie Katarzyna II wabiła uczonych wielkimi nagrodami, ale chciał żyć przy swoich i służyć swej ojczyźnie. Wkrótce obrało go miasto Toruń swoim pierwszym sekretarzem. Pracował Hube na tem stanowisku przez lat kilkanaście; na sejmach prowincyj pruskich trzymając protokół, światłą radą i obroną dobrej sprawy jednał sobie powszechny szacunek. Ale wśród zgłętku interesów odzywała się w nim chęć

¹⁾ O pierwszym zespole techników polskich (1800—1831). Przeł. Techn. 1925.

niepodległej samotności. Złożywszy urząd sekretarza, schronił się z rodziną w wiejskie zacisze i tam pisał dzieło o gospodarstwie rolnem *Der Landwirth*, wydawane w Warszawie i Dreźnie w latach 1774—1781. Innemi pracami dał się poznać Komisji Edukacyjnej i w r. 1780 powołany został na generalnego dyrektora nauk Korpusu Kadetów. Na stanowisku tem położył wielkie zasługi, wprowadzając do organizacji szkoły znakomite ulepszenia. W r. 1790 wysłał go komendant korpusu ks. Adam Czartoryski własnym kosztem zagranicę dla zwiedzenia instytutów wojskowych. Dotknięty wkrótce stratą żony, wycofał się znów w zacisze wiejskie i, poświęcając się wyłącznie pracom piśmienniczym, zmarł w Potycku, koło Grójca, w r. 1807.

Oto krótki rys życia Hubego, według biografii, podanej w roku 1818. przez jego ucznia, astronoma Łęskiego, w Rocznikach Towarzystwa P. N. Oprócz prac wymienionych, wyszły jeszcze jego rozprawy: *De figura telluris* w 1761 i *Réflexions sur l'architecture* w r. 1775. Gdy w tym samym roku Towarzystwo do ksiąg elementarnych ogłosiło konkurs na ułożenie fizyki i mechaniki elementarnej, otrzymało *prospectus* na podręcznik łaciński z dewizą „Amor patriae”. *Prospectus* ten znalazł w roku następnym formalną aprobatę, jako zapowiadający obszerniejszą już, nie elementarną, książkę. Otworzono kopertę i znalaziono, że autorem był Hube, u którego też zamówiono potrzebne dzieła. Z łaciny przełożył je na polski ks. Koc, przy użyciu opracowanego przez Towarzystwo wyborowego słownictwa. W r. 1786 wyszedł w Krakowie „Wstęp do fizyki dla szkół narodowych”, a w r. 1792 — „Fizyka dla szkół narodowych. Część I. Mechanika”. Wykład jest elementarny, ale ścisły i w zupełności odpowiadający ówczesnemu stanowi umiejętności. Mechanika, podzielona na pięć ksiąg, obejmuje: naukę o ruchu w ogólności, o sile ciężkości, o dalszych przyczynach ruchu, niezawisłych od ciężkości, o ruchu i sile płynów, wreszcie o ruchu ciał niebieskich. Prof. J. N. Franke, pisząc w przedmowie do swej *Mechaniki Teoretycznej* o podręcznikach polskich, tak się wyraża o książce Hubego: „Jest to dzieło niepospolitej wartości, którego autor znał gruntownie literaturę przedmiotu i był wytrawnym pedagogiem. Nauka nie jest traktowana dogmatycznie, wszędzie bowiem podane są sposoby sprawdzenia głównych praw mechaniki, a punktem wyjścia nie jest geometryczne pojęcie siły, lecz prędkość i przyspieszenie ruchu”. Wyszły także w r. 1741 w Warszawie jego „Listy fizyczne czyli nauka przyrodzenia do pospolitego pojęcia przystosowana. Część pierwsza”. Po niemiecku ukazały się *Physikalische Briefe* w Lipsku 1802 r. w czterech tomach.

Oprócz prac drukiem ogłoszonych, pozostał po Hubem rękopis, znajdujący się w Bibliotece Jagiellońskiej, złożony tam prawdopodobnie po zgonie jego syna Karola, profesora uniwersytetu, zmarłego w Krakowie w r. 1845. Według opisu Wł. Wisłockiego, podanego w *Przewodniku Naukowym i Literackim* w r. 1876, rękopis ten, zaty-

tułowany *Topographische Nachrichten von der Stadt Warschau*, napisany był w r. 1796. W styczniu tego roku weszli do Warszawy prusacy i prawdopodobnie któryś z wydawców lipskich zamówił u Hubego potrzebny dla nich przewodnik. Nie wydrukowanie w swoim czasie tego przewodnika, zawierającego wiele cennych informacji topograficznych i statystycznych, przypisuje dr. Wisłocki temu, że, jakkolwiek napisany po niemiecku, nie był zredagowanym dostatecznie w pruskim duchu.

Poprzestając na tych wzmiankach o Hubem i jego pracach, przechodzę do szczegółów, dotyczących rozprawy o obwałowaniach rzek.

Gdy Hube był sekretarzem m. Torunia, stanął do konkursu ogłoszonego przez Towarzystwo Fizyczne w Gdańsku, na temat następujący:

„W jaki sposób zbudować można groblę, mocniejszą i wytrzymalszą od dotąd stawianych, tak aby nie tylko się opierała sile rwącego prądu i lodów, które się gromadzą w wąskich i zakrzywionych korytach rzek, ale także aby jaknajoszczędniej zapobiegała gromadzeniu się lodów, jak również przewyciężała i odpierała napór wody”.

Napisana przez niego rozprawa łacińska otrzymała nagrodę ks. Jabłonowskiego i wydrukowana została w Gdańsku 1767 r. w księdze zbiorowej „*Solutiones Problematum. Rozwiązania zadań, którym przyznane zostały nagrody ks. Jabłonowskiego*”. Obok tekstu łacińskiego, podany tam jest przekład niemiecki.

Rozważa w niej Hube najprzód wytykanie kierunku grobli, radząc prowadzić groblę równoległą do prądu, gdy ten jest prostoliniowy, a na zagięciach rzek — wzdłuż łuku koła, obejmującego zagięcie, a stycznego do schodzących się w zagięciu kierunków prostoliniowych. Przechodząc do sprawy kształtu samej grobli, albo, ścisłej mówiąc, jej profilu w każdym miejscu, nie szczędzi rozumnych uwag:

„Niedość jest, mówi, dać grobli należne jej pokrycie, ale trzeba także, tam zwłaszcza, gdzie utrzymanie tego pokrycia jest kosztowne, a uszkodzenia częste, zadać sobie pracę i staranniej niż się to robi zwykle ubezpieczyć zewnętrzną skarpe grobli, bo jest nie do uwierzenia, jak wiele zależy na tej skarpie i jak kosztowne jest utrzymanie i poprawianie grobli, wystawionej na uderzenia fal, jeżeli jej skarpa, przy budowie, nie została odpowiednio ubezpieczona. Wogóle powiedzieć należy, że przy wąskich i krętych korytach rzek, o których tu głównie jest mowa, grobla, równie jak i brzegi, ponoszą największą szkodę od fal. Brzeg wygęty, wystawiony bez umocnienia na działanie fal, które spotykający je wiatr na znacznej przestrzeni w górę prądu podnosi, szczególnie jest niebezpieczny, jeżeli prąd zwraca się na zachód lub północno-zachód, bo tu u nas w kraju od tej strony najczęściej nadchodzą burze. Przypomnam sobie przy tej okazji niedawny przypadek, którego byłem naocznym świadkiem. Na jednym zakręcie rzeki, gdzie dość znaczny prąd zwraca się na południo-zachód, od paru lat ponoszone były zawsze szkody. Przy umiarkowanym wietrze od południo-zachodu, uda-

łem się na miejsce dla naocznego zbadania, jak się zachowuje brzeg przy uderzających na niego falach. Znalazłem uszkodzenie znaczniejsze niż się spodziewałem i zapewnić mogę, że w ciągu półgodzinnej obserwacji, brzeg, jak był długi, stał się pastwą wiatru i fali. Brzeg był stromy, tu i owdzie oberwany, składał się z chudej gliny, pomieszanej z piaskiem. Były to coprawda okoliczności niesprzyjające, ale też wiatr był umiarkowany i woda przy brzegu niegłęboka, tak że przekonany jestem, iż choćby brzeg miał dość mocne, a jednak niezupełnie wystarczające pokrycie, zostałby w krótkim czasie podmyty i oberwany przez fale.

Błądzi, kto, jak to zwykle bywa dla oszczędności, daje groblom w takich miejscach niebezpiecznych za słabe pokrycie; bo albo wkrótce musi się uciekać do robienia kosztownej, a mało trwałej palisady, albo też do tak ciągłego łatania i poprawiania grobli, że koszty jej utrzymania w ciągu niewielu lat przewyższą cały nakład na jej budowę, przy której większe wystarczające pokrycie może być od razu wykonane. Wprawdzie, przy zagięciach głębokich rzek, groble mogą także ponosić znaczne uszkodzenia od lodów; sumiennie jednak rzec mogę, że uszkodzenia pochodzące od fal są najczęściej większe i niebezpieczniejsze. Podczas bowiem gdy puszczanie lodów przy grobli następuje raz na rok najwyżej, a zwykle jeszcze rzadziej, to znów grobla wiele razy w każdym roku narażona bywa na napór fal i wezbrań, a doświadczenie uczy, że często jedna silna i dłużej trwająca burza, przy wysokim stanie wody, więcej zrobi szkody, niż najgwałtowniejsze puszczanie lodów".

Po tych rozważaniach, które przytoczyłem dosłownie, przechodzi Hube do kwestji znalezienia najodpowiedniejszego profilu grobli, uważając, że to zadanie jest nierównie więcej złożone, aniżeli wytknięcie najlepszego kierunku. Nadmieniam, że rozwiązania tego zadania niema w żadnym z dzieł, traktujących o budowlach wodnych, a znanych za jego czasów. Jako matematyk, wziąwszy do pomocy rachunek wyższy, wykreślił profil skarpy od strony wody, taki, aby przy najwyższym możliwym stanie wody i największych falach, napór wiatru i wody działał na groblę ze stałą jednaką siłą normalną i aby w skutku tego, tak przy wysokiej wodzie jak i przy niskiej, grobla jak najmniej ponosiła szkody. Otrzymane punkty hyperboli, połączone linjami prostymi, dały nachylenia skarpy, zmniejszające się od spodu do szczytu, w granicach: od 1 wysokości na 2 podstawy do 1 wysokości na 10 podstawy dla grobli wyjątkowo silnych, a do 1 wysokości na 7 podstawy dla grobli w miejscach mniej niebezpiecznych.

Przyjęcie przez Hubego, za podstawę rachunku, siły normalnej do powierzchni skarpy nie uwzględniło okoliczności, że składowe równoległe do nachylenia skarpy bywają niebezpieczniejsze, bo zdzierają pokrycie. Doprowadziło go to do projektowania grobli o zbyt szerokiej podstawie, z nachyleniami skarpy po stronie wody, zmniejszającymi się od spodu do szczytu. podczas gdy obecnie nachylenia te robione są odwrotnie, większe u szczytu niż u spodu,

a to dla uniknięcia rozlewania się fali na łagodnej pochyłości oraz dla uczynienia nasypu grobli statecznym. Należy wszakże mieć na uwadze, że Hube pisał swą rozprawę w r. 1766, gdy jeszcze nie było ani Eitelweina w Niemczech, ani Prony'ego we Francji, którzy pierwsi w swych dziełach postawili racjonalne zasady budowli wodnych. Z wyjątkiem zresztą tej jednej kwestji profilu grobli, wszystkie inne wskazania naszego autora do dziś nie straciły na wartości.

„Materiałem, mówi Hube, z jakiego najlepiej zbudować można groblę, jest niewątpliwie dobra ziemia, znajdująca się w pobliżu. Najcięższa, najwięcej lepka, a najmniej się kurcząca jest bezspornie najlepszą; jednakże prawie wszystkie gatunki gruntu używane są do sypania grobel, z wyjątkiem czystego piasku i błota. Należy uprzednio oznaczyć ciężar, miękkość i lepkość różnych ziem, przez próby i doświadczenia, zanim się je weźmie do użycia, aby stąd tem ściślej móc oznaczyć, jaki opór każda z nich będzie w stanie przeciwstawić wodzie wpadającej na groblę. Dobrze jest także zbadać uprzednio, jak się każda z tych ziem zachowuje w wodzie, gdyż groblę podczas wylewu uważać należy jako ciało, które woda przenika. Nie jedna ziemia, wydająca się mocną, będzie murliwą i będzie się rozpuszczać gdy jest przesiąknięta wodą, a znów inna zachowa w tym przypadku dostateczną siłę spoiwości”.

Zastanawia się dalej nad szerokością podstawy grobli. „Zła ziemia, mówi, mocne uderzenie prądu, niebezpieczne puszczanie lodów, częste i wysokie fale, uderzające na groblę nawałnice, wszystko to wymaga znacznej szerokości; tymczasem niełatwo na rzekach zrobić spód grobli od strony wody więcej jak 5 do 6 razy tak długi, jak wysoki. Nie należy zaś dawać skarpie mniej jak 2 stopy długości na każdą stopę wysokości, nawet w najprzyjaźniejszych warunkach, bo przy małej długości skarpy, powierzchnia grobli może nie dość gęsto zarastać trawą i zielskiem. To również jest przyczyną, dla czego na wewnątrz grobli, od strony lądu, dawać należy zawsze nie mniej jak dwie stopy długości na jedną stopę wysokości, do czego przyczynia się to, że woda, długo stojąca przy grobli, przez nią całą w końcu przecieka, rozmiękcza ją i przy zbyt wąskim profilu, przenosi na wewnątrz rozrzuconą ziemię jako błoto, tworząc tu i owdzie głębokie rysy i szpary, nie raz aż do połowy pokrycia, poczem nieodzownie nastąpić musi całkowite zerwanie grobli”.

Co do wysokości, to sądzi, że grobla powinna być wyższą od najwyższego stanu wód i najwyższych fal. „Grzbiet grobli nie może mieć mniej jak 6 stóp szerokości i winien być nieco zaokrąglony. Jeżeli przewidywaną jest potrzeba przejazdu wozem po grobli, to szerokość grobli winna być do tego przystosowana”.

O pokryciu grobel mówi, że te „które są wystawione na działanie fal morskich i wody słonej, muszą być pod tym względem wyróżnione od innych. Ale ponieważ Królestwo Polskie i prowincje z niem złączone dotyczą takiego tylko morza, które nie ma żadnego przypływu i odpływu, to

ograniczyć się do takich grobel, które nie są narażone na fale morskie. W tym przypadku mogę przedewszystkiem twierdzić z pewnością, że nie ma lepszego i tańszego pokrycia, jak darnina". Przytoczywszy zgodny z tem twierdzeniem pogląd Brahmisa, cenionego współczesnego specjalisty w robotach wodnych, zaznacza Hube dobroczynny wpływ obecności ciał organicznych wewnątrz grobli, a potępia sadzenie na niej drzew. „Ci, powiada, którzy choć trochę znają się na robotach wodnych, wiedzą, jak trudno, jak niepodobna prawie zespolić z ziemią kawał drzewa przez nią przechodzący. Stosując wszelkie możliwe starania i ubijając jak najstaranniej najlepszą i najtłustszą ziemię w około drzewa, nie można jednak dojść do tego, aby woda, gdy się wysoko podniesie, nie przesiąkała w około i nie obnażała drzewa. Dlatego też zwracać należy baczną uwagę na wszystkie zagłębiające się korzenie, zabijane kotwice i inne drzewo przechodzące przez groble. Z tej też przyczyny, że drzewo nigdy się ściśle nie spaja z ziemią, powstaje jeszcze inna wielka niedogodność przy wysokiej, silnie pędzącej wodzie. Prąd rwie między drzewami i prędzej, niż gdyby drzew nie było, wyłabia głębokie dziury, obnażając całkowicie z ziemi drzewa i korzenie, jak to sprawdzić można było naocznie w lasach, które podlegały zalewom, podczas wysokich wód”

Cenne są uwagi Hubego, dotyczące sadzenia wikliny: „Jeżeli drzewa i wogóle rośliny z silnymi korzeniami tak są szkodliwe dla grobel, to znów niezwykle pożytecznymi i korzystnymi są dla nich sitowia i wikliny, i dla tego też widzę się zmuszony przy tej sposobności zalecić ich sadzenie. Pytanie, na jakie mam odpowiadać, ma szczególnie na celu odwrócenie i zmniejszenie naporu, z jakim prąd lub lód wpada na groble. Otóż nie znam w naszej okolicy pewniejszego, tańszego i lepszego środka chronienia się od tych niebezpieczeństw, jak wiklina. Środek ten wydaje się tak niedostatecznym i mało wartym, że obawiam się iż wielu, z tego właśnie powodu, nie poczytują go za godnego uwagi, gdyż zwykłą ludzką słabością jest cenić rzeczy nadzwyczajnych, rzadkich i nowych, a lekceważenie pospolitych i zwykłych, choćby były najlepszymi. Tymczasem wykazuje teoria i doświadczenie, że można przez samo tylko obsadzenie wikliną dokonać przeciw wodzie takich rzeczy, które są nie do otrzymania stawianiem kosztownych budowli i po niepotrzebnem wydaniu wielu tysięcy”.

Nie mniej cenne są uwagi Hubego o działaniu przeciw naporowi wody: „Wszyscy są zdania, że lepiej jest działać przeciw wodzie łagodnie i ustępliwie, aniżeli gwałtownie. Woda jest srogim napastnikiem, który tem więcej objawia siły, im większy stawia mu się opór, i podobnie jak bomba, padając na grunt miękki i ustępliwy, traci prawie całą swą siłę, podczas gdy niszczy mocne mury i kamienie. Powierzchnia zarośnięta gęsto wikliną mało będzie uszkodzona lodem, bo pędy wikliny, przy swej giętkości i sprężystości, wyginają się, a nie łamią. A jeżeli niektóre zostają uszkodzone, to szkoda szybko jest naprawioną,

z korzeni wyrastają nowe pędy i wkrótce miejsce spustoszone zarasta na nowo bez kosztów. Cała siła, zużyta na poruszenie i ściśnięcie wikliny, stanowią również wielką wygraną na lodzie, odejmując mu też samą ilość mocy uszkodzenia, i to bez żadnego uszczerbku dla grobli. Im obficiej i gęściej rośnie wiklina, tem więcej zyskuje się na niej pod tym względem. Co się tyczy wody, to trudno byłoby uwierzyć, jak wiele mułu i mady unosi ze sobą, podczas wielkich wylewów, gdyby nas nie przekonywały liczne i dokładne spostrzeżenia. Wszystkie te cząstki, oderwane od brzegów i zalanych okolic, woda unosi tak długo, dopokąd pozwala jej na to nieustająca prędkość. Ale gdy ta się zmniejsza, albo gdy prąd z jakiegokolwiek przyczyny zamienia się na wir, to unoszone cząstki osiadają i koryto się podnosi. Cóż więc może być pożyteczniejszego przy tym stanie rzeczy, jak wszelkie zarośla, po których woda przepływa? Gdy bowiem wstrzymują rozpęd wody i zmieniają jego prędkość, to jednocześnie wywołują opadanie mułu i tworzenie się nowej zapory. Opór, jaki woda w ten sposób spotyka, nie jest tego rodzaju, aby mógł być odrazu gwałtownie przełamany albo usunięty. Zarośla osłabiają prąd nieznacznie, wtedy gdy się pod nim uginają, a następnie, po przejściu niebezpieczeństwa, podnoszą się, aby z nową i jeszcze większą siłą stawić znów czoło nieprzyjacielowi”.

Nie poprzestając na tych wywodach, przytacza Hube przykład pożytku sadzenia wikliny na Łabie, a dalej powołuje się na Wisłę. „Jak wszystkie wielkie rzeki, mówi, tworzy ona co rok nowe odsepiska i kępy, podczas gdy dawne albo całkowicie znosi, albo też zmniejsza i zmienia. Przyglądając się uważnie przez szereg lat niektórym, zauważyłem, że prawie wszystkie kępy i odsepiska, wystawiające wodzie wolną powierzchnię, ulegają stale zmianom i spustoszeniom. Gdy zaś zdarzy się piaskowisko, choćby małe i nisko położone, a obok na brzegu Wisły lub na kępie rośnie wiklina i może się na nie przetrzymać, to zauważyłem wielokrotnie z radością, jak piaskowisko co rok się podnosi i powiększa, aż wreszcie zamienia na urodzajną kępę”.

Nadmieniwszy, że oprócz wikliny jest jeszcze wiele roślin i krzewów, które również oddałyby mogły dobre usługi przy wylewach lub puszczaniu lodów, gdyby wykonano nad nimi odpowiednie badania, przechodzi Hube do sprawy urządzenia i utrzymania gruntu przy grobli od strony wody. „Grunt ten, mówi, jest prawie niezbędny dla utrzymania grobli, a tymczasem przy sypaniu grobel popełniany bywa zwykle ten błąd, że o ów grunt nikt się nie troszczy. Każda grobla winna mieć dostateczny pas gruntu od strony wody, po części dlatego, że stamtąd bierze się potrzebną do sypania i naprawy grobli ziemię i darninę, a gdy jej brak, to przychodzi naruszać i psuć grunt z drugiej strony grobli, albo też z wielkim kosztem sprowadzać z daleka ziemię i darninę, — a po części dlatego, że gdy niema gruntu przy grobli od strony wody, to trzeba spód grobli ochraniać kosztownymi przybudówkami i okładami, nie da-

jącami trwałych wyników. Bo gdy raz woda zabierze grunt przy grobli, wtedy prawie wszędzie nie ulega wątpliwości, że i cała grobla dozna tego samego losu, poczem, oprócz szkód spowodowanych zalewami, trzeba jeszcze cofać linię grobli w głąb i sypać nową groblę. Znam okolice, w których od niewielu lat po raz czwarty już musiano cofać groblę w głąb, a i teraz jeszcze, zamiast pomyśleć o ochronie gruntu przy grobli od strony wody, sądzą, że uczynią wszystko możliwe, skoro nową groblę zbudują, wedle swego pojęcia dostatecznie wytrzymałą".

Gdy woda przy brzegu ma umiarkowaną głębokość, t. j. mniejszą jak 10 stóp, przy najniższym stanie, radzi Hube: „ścinać stromy brzeg jak możliwie najgłębiej, nadając jego powierzchni nachylenie 6 do 10 stóp szerokości na jedną stopę wysokości, stosownie do natury gruntu. Na całym brzegu sady się wikliny, a przedtem okłada obficie darniną i wtedy już nie trzeba się obawiać oberwania brzegu, bo prąd będzie prawdopodobnie co rok nanosił i osadzał coraz więcej piasku i mady. Znane mi są przypadki, gdzie najprzód usiłowano zapobiegać podobnym nadrywanom brzegów główkami i nic nie wskórano, a w końcu przez zasadzenie wikliny osiągnięto zamierzony skutek nawet w bardzo stromych i niebezpiecznych miejscach. Wogóle, okładania brzegów, a tem bardziej główek, nie należy zalecać w tych miejscach, gdzie przez ścięcie brzegu otrzymać można pożądaną skutek. Albowiem kawałek gruntu, który się zyskuje na czas pewien przez wzmocnienie brzegu, choćby to był grunt jak najlepszy, przyniesie w każdym razie mniej korzyści, aniżeli kosztować będą podobne wzmocnienia i ich utrzymanie".

Jeżeli przed nadrywanym i uszkodzonym brzegiem głębokość jest znaczna, radzi Hube „przedewszystkiem z wielką starannością i ostrożnością zbadać jej przyczyny i starać się o ich usunięcie. Wielkie kamienie, lub inne leżące na dnie ciała twarde, sprawiają nieraz, że prąd, uderzając o nie, uszkodza i pogłębia dno. Obliczyć trzeba wtedy, czy wyciągnięcie tych ciał z dna rzeki kosztować będzie więcej albo mniej, niż są warte kawałki gruntu, które woda zabierze w razie pozostawienia dna w stanie niezmiennym. W pierwszym przypadku, częściej spotykanym, lepiej jest przenieść groblę o tyleż dalej od brzegu. Zwykle podmycia takie stąd pochodzą, że prąd w jednych miejscach coraz więcej osadza piasku, a w drugich znów coraz więcej dno pogłębia i wygrzebuje. Bo ponieważ przez koryto rzeki zawsze przechodzić musi też sama ilość wody, to oczywiście, skoro się w jednych swych częściach koryto podnosi, to w drugich musi się stałe pogłębiać. Ma to miejsce na Wiśle, której odnoga, oddzielająca się przy cyplu Maławskim, zwana Nogatem, co-rocennie się pogłębia, podczas gdy drugie ramie rzeki coraz więcej jest zasypywane".

Gdy w pewnej części przeciwległego brzegu, albo na środku rzeki powstają nowe odsepiska, zmuszające prąd do napierania na brzeg uważany, podaje Hube sposoby ich usuwania zaczerpnięte z Leopolda. Był to autor wielkiego podręczni-

ka technicznego, noszącego tytuł: *Theatrum machinarum generale. Schauplatz des Grundes mechanischer Wissenschaften*, którego dziewięć tomów wyszło w Lipsku między 1724 a 1739 r. O robotach wodnych traktował tom drugi, zatytułowany *Die Hydrotechnica oder die Wasserbaukunst*.

Zaznaczywszy, że w wyjątkowych razach dla zabezpieczenia brzegu uciekać się trzeba do oskałowań, usprawiedliwia się Hube, dlaczego pomijał milczeniem zwykłe sposoby ochrony brzegu przy grobli i nie zalecał obudowania brzegów, opakowań faszynowych, koszów, opłotków i t. d., ani też główek, języków i tam poprzecznych. „Wszystkie te sposoby, mówi, poczytuję za zbyt kosztowne, a za mało trwałe. Szczególniej wszelkie obudowania brzegów mają taką wadę: 1) że, jak mnie nauczyło wieloletnie doświadczenie, jakkolwiek grubo nałożone, przepuszczają wodę, która rozmywa za niemi ziemię prędzej lub później i wytwarza dziury, które wciąż trzeba zasypywać; 2) że w miejscach niebezpiecznych nie mają żadnej wytrzymałości. Urządzenia te bowiem otrzymują całą moc swoją od gruntu, na którym są oparte i w który wbite są pale. Jeżeli więc ten grunt nie wytrzyma, to i pale będą wkrótce przez wodę wygrzebane i wyrwane. Szczególniej nie mogę zalecać podobnych obudowań dlatego: 1) że je lód łatwo uszkodza; 2) że, zwłaszcza przy silnym prądzie, zakryta niemi ziemia jest podmywana i usuwana, a postawione pytanie żąda, aby dwu tych niedostatków unikać. Co się tyczy główek i innych budowli, wchodzących w prąd, to te jeszcze mniej mogą być zalecane, niż obudowania brzegów: 1) bo ich budowanie i utrzymanie, z powodu ich wysokości, są kosztowniejsze; 2) bo, zwłaszcza dla ochrony od podrywania brzegów, bardzo mały przedstawiają pożytek i, zwłaszcza na wąskich i szybko pędzących rzekach, więcej szkody przynoszą; 3) bo są niezwykle narażone na napór lodu i zamiast takowy odwracać, powodują nowe i niebezpieczne zatory".

Nadmieniając w końcu, że podobne urządzenia mogą jednak być nieraz stosowane z pożytkiem, uważa, że „Obudowania brzegów wtedy zwłaszcza są nieodzowne, gdy nadzwyczajna potrzeba nakazuje ochraniać w ten sposób brzeg rzeki przy grobli, gdy przy stawianiu grobli nie postarano się o zabezpieczenie brzegu, a podrywanie tak daleko już zaszło, że nie można dać brzegowi należytego nachylenia, bez narażenia grobli na największe niebezpieczeństwo. Niema wtedy innego środka, jak spłacić dług zaciągnięty przez własną nieopatrzność znacznymi sumami i szukać ucieczki w budowlach, które, pomimo kosztów założenia i utrzymania, po kilku latach przepadną, a rzadko kiedy przynoszą oczekiwany pożytek. Sądzę przeto, że rozsądniej będzie, jak to poprzednio wyłożyłem, jeszcze przed zbudowaniem grobli, unikając tych niepotrzebnych a dotkliwych wyników, uporządkować najprzód brzegi rzeki, a dopiero wtedy i nie wcześniej budować groblę, a w następstwie tak na groblę, jak i na brzegi baczną zwracać uwagę".

Na tem się kończy rozprawa Hubego. Z trafnych jego uwag, wygłoszonych przed stu sześćdziesięciu laty, wiele przyjęło się powszechnie w budownictwie wodnym, a zwłaszcza w regulacji rzek. To też tej rozprawie o budowie obwałowań należy się zaszczytne miejsce w rzędzie niezliczonych pism łacińskich naszego piśmiennictwa technicznego, jakie się ukazały w wieku XVIII-ym. Wiadomość o tych pismach streścić się da w kilku słowach. Obok prac większego znaczenia, lecz ubocznie tylko odnoszących się do techniki, jak dzieła ks. Gabryela Rzączyńskiego z pierwszym

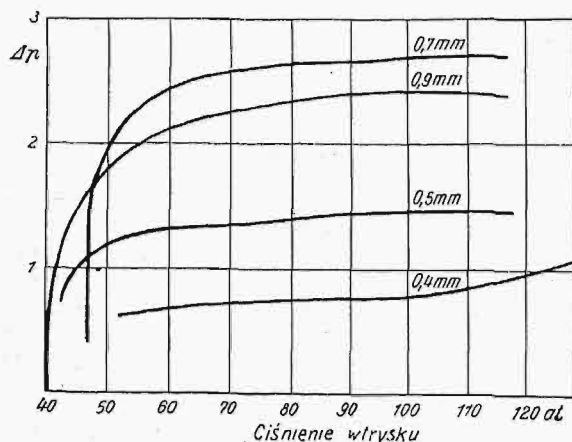
opisem kopalni krajowych, gdańszczanina Jana Teodora Kleina poświęcone górnictwu i „Nauka sztuki wojskowej” ks. Faustyna Grodzickiego z wiadomościami z budownictwa, — wszystkie inne obejmowały szczegóły z zakresu miernictwa niewielkiego znaczenia. Wśród tych pism nie spotykamy pracy, któraby mieściła w sobie tyle trafnych uwag, znajdujących w następstwie przez długie lata zastosowanie w praktyce, jak rozprawa Hubego o obwałowaniach. Stawia ona jej autora, matematyka z powołania, w rzędzie wybitnych techników polskich.

Szybkobieżne silniki spalinowe. Sprawozdanie z konferencji Diesel'owej w Essen.

Podał inż. M. Thugutt.

Na konferencji, która odbyła się w Essen w czerwcu r. b. i poświęcona była silnikom spalinowym^{*)}, poruszono szereg niezmiernie doniosłych zagadnień, niezupełnie dotychczas wyświetlonych, jakie wysunęły się w związku z szybkim rozwojem i zdobywaniem szeregu nowych zastosowań przez silniki spalinowe, a w szczególności przez silniki Diesel'a.

P. F. Schultz zajął się w swym referacie szybkobieżnymi silnikami Diesel'a, mającymi zastosowanie w samochodach, i podkreślił, że w grupie tej, poza wymaganiami, dotyczącymi samej konstrukcji oraz niezawodności ruchu, należy zwrócić baczną uwagę na:



Rys. 1. Wzrost prędkości w komorze wstępnej w zależności od ciśnienia wtryskowego dla dysz o średn. 0,4 — 0,9 mm. $n = 1000 \text{ obr/min}$, $p_e = 5,1 \text{ at}$, $\epsilon = 16$.

1) równomierny rozkład obciążenia między poszczególne cylindry;

2) niezawodny bieg luzem przy małej liczbie obrotów;

3) spokojny bieg, szczególnie po zmniejszeniu liczby obrotów.

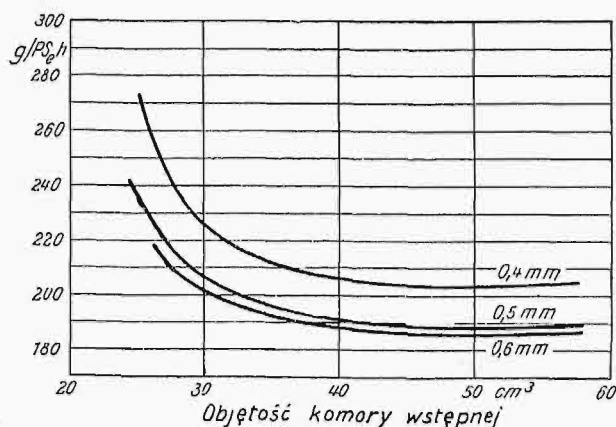
W celu spełnienia tych ważnych warunków, wytwórnia wysokoprężnych silników samochodowych Deutz stosuje pompkę paliwową ze skośnymi kułakami i wstępną komorę zapłonową; ta ostatnia umieszczona jest z boku głowicy, co umożliwia

^{*)} Por. Z. d. V. d. I. 1928, zesz. 37, str. 1279—1285.

duże przekroje zaworów. Pompka wtryskuje paliwo pod niewielkim stosunkowo ciśnieniem, gdyż wzrost ciśnienia wtryskowego wpływa bardzo nieznacznie na rozchód paliwa. Na rys. 1 odwzorowana jest zależność między wzrostem prędkości gazów w komorze wstępnej, a zmianą ciśnienia wtryskowego.

Komorę wstępną zapewnia w dużym stopniu prawidłowe zapłony przy biegu luzem, gdyż w ściankach jej akumuluje się znaczna ilość ciepła, a nieznaczna ilość paliwa spalane w komorze jest prawie niezmienna przy różnych obciążeniach silnika.

Wskutek powyższej cennej własności, nie są tu niezbędne stosowane w innych konstrukcjach

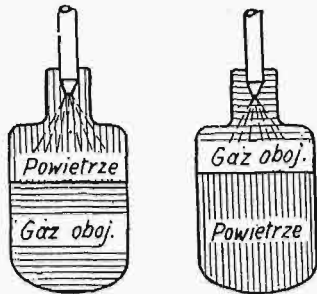


Rys. 2. Rozchód paliwa w zależności od objętości wstępnej komory zapłonowej. $\epsilon = 14 - 20$, średn. dysz 0,4 — 0,6 mm.

i komplikujące budowę urządzenia do dławienia obiegu wody chłodzącej, względnie do ogrzewania zasysanego powietrza przy małym obciążeniu silnika. Rozpylenie płynnych cząsteczek paliwa i przemieszanie ich z powietrzem w przestrzeni kompresyjnej cylindra jest wskutek wybuchu w komorze wstępnej b. dobre i wystarcza bardzo mały przeciąg czasu na spalenie tak przygotowanej dawki. Wreszcie stosowanie komory wstępnej w wysokoprężnych silnikach szybkobieżnych umożliwia pracę z pośledniejszymi gatunkami ropy naftowej. Z wykresu na rys. 2 widzimy krzywe roz-

chodu paliwa, jako funkcje objętości komory wstępnej, przy różnych średnicach dysz wtryskujących paliwo.

Prof. M. Seiliger z Paryża rozpatrywał kwestję wzrostu liczby obrotów w wysokoprężnych silnikach samochodowych. Dążenia w kierunku powiększenia liczby obrotów obserwować możemy w najrozmaitszych działach przemysłu silnikowego; ponieważ moc jest funkcją średniego nacisku tłokowego oraz ilości obrotów, przeto budując silniki bardziej szybkoobrotowe, otrzymujemy dla tej samej mocy silnika mniejsze jego rozmiary, wagę, a więc i cenę. Jak wykazały badania referenta, a



Rys. 3 i 4.

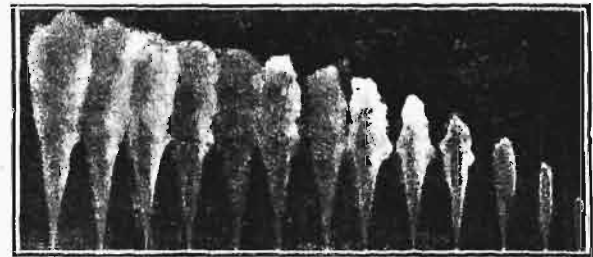
Schematy uwarstwienia powietrza i gazów objętych koło dyszy.

ostatnio badania prof. Neumanna, średnie ciśnienie tłokowe jest w zależności funkcjonalnej od liczby obrotów, i, począwszy od pewnej wartości tejże, zaczyna się obniżać, bez względu na to czy stosujemy obieg ze sprężarką powietrza, czy też silnik bezsprężarkowy. Przy tej więc jedynej liczbie obrotów — moc silnika będzie największa. Prędkość spalania nie jest przeszkodą do wydatnego zwiększenia ilości obrotów, natomiast zmniejszające się napełnienie cylindrów powoduje spadek nacisków tłokowych, na co środkiem zaradczym może być zasilanie wstępne zaworów ssących silnika. Stosując sprężanie wstępne powietrza, zbudowano silniki szybkoobrotowe Diesel'a aż do 4000 obr./min, równorzędne silnikom karburatorowym, o ile chodzi o moc przypadającą na jednostkę litrażu, i nie wykazujące strat średnich nacisków tłokowych.

Co się tyczy naprężeń termicznych, są one większe w silnikach wysokoprężnych, niż w silnikach karburatorowych, mimo większej ilości powietrza, a więc i niższych temperatur spalania. Przyczyną tego zjawiska nie jest zasilanie wstępne, co wyjaśnił prof. Stodola, którego badania przeprowadzone nad silnikiem Diesel'a zasilanym według systemu Büchi'ego¹⁾ wykazały zgodnie z teorią, że przy średnim ciśnieniu indykowanym 10,5 at, czemu odpowiada średnie użyteczne ciśnienie tłokowe 8,7 at, naprężenia termiczne nie były większe od tych, które mają miejsce przy klasycznym średnim ciśnieniu tłokowym — 5 at. Turbina spalinowa odgrywa w tym wypadku podrzędną rolę pomocniczą i być może, że, o ile chodzi o naprężenia termiczne, możnaby nawet uzyskać lepsze wyniki przy innym rodzaju napędu sprężarki wstępnej.

Chcąc poznać przyczyny naprężeń termicznych, należy zbadać dokładnie przebieg spalania

przez kinofotografowanie i rozciągnięcie go w ten sposób tak, ażeby dał się rozbić na zjawiska składowe obiegu, które „na oko” przebiegają jednocześnie. Paliwo jest wtryskiwane, jak wiadomo, do przestrzeni kompresyjnej, zawierającej gorące powietrze; wtrysk paliwa, jego rozpylanie i ogrzanie się do temperatury samozapłonu — są jeszcze zjawiskami stosunkowo prostymi w porównaniu ze spalaniem. Jeżeli przestrzeń, w której następuje spalanie, podzielona jest na dwie części, jak wskazuje rys. 3, z których jedną zajmują spaliny, drugą zaś powietrze, to mogą zająć następujące zjawiska: albo prędkość strumienia paliwa będzie zbyt mała do przebicia warstwy gazu obojętnej — i spalanie nie nastąpi, albo też prędkość ta będzie dostatecznie duża, względnie warstwa powietrza znajdować się będzie bezpośrednio wokół dyszy (rys. 4) i dawka zostanie spalona. Jeżeli wreszcie spaliny i świeże powietrze będą ze sobą przemieszane, spalanie nastąpi przy pewnej niezbędnej ilości powietrza, zależnej od właściwości spalin. W silniku Diesel'a, intensywne spalanie występuje w pewnej odległości od dyszy; na początku w przestrzeni kompresyjnej koło dyszy znajduje się powietrze, w miarę jednak spalania tworzy się warstwa spalin; jednakże, wskutek ruchu wirowego gazów, wciąż dopływa w okolice dyszy świeże powietrze. Jeżeli prędkość wtryskiwanego paliwa jest dostatecznie duża, obszar zapłonu zanurza się w głąb cylindra, może jednak nastąpić zjawisko przeciwne, gdy, wskutek nagłego wzrostu temperatur, palenie zaczyna się wcześniej, a więc bliżej dyszy. Poza to w przestrzeni kompresyjnej tworzą się lokalne ośrodki zapłonu paliwa, wywołane wirami naturalnymi lub sztucznymi. Jak'e jest rozmieszczenie tych ośrodków i jakie w nich występują prędkości spalania — dotychczas niewiado-



Rys. 5. Zdjęcia filmowe strumienia paliwa ciekłego, wtryskiwanego pod ciśnieniem 500 at do komory, zawierającej gaz o prężności 21 at.

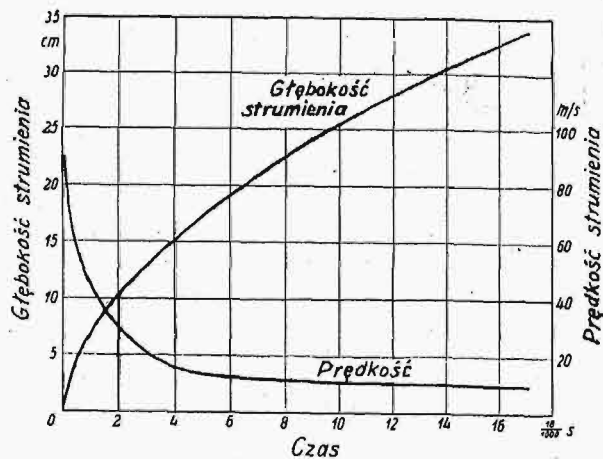
mo. Częsteczki paliwa przygotowane już dostatecznie do spalania, lecz znajdujące się w warstwie gazów pozbawionych tlenu, nie zapalają się. Spalanie ich może nastąpić później, po przemieszaniu się ze świeżym powietrzem, i to jest przyczyną przewlekłych zapłonów, trwających nieraz aż do końca suwu wydechowego. Przewlekłe spalanie, charakterystyczne dla silników Diesel'a ze sprężarką lub bezsprężarkowych, jest właśnie przyczyną powstawania wielkich naprężeń termicznych, przyczem — co dziwniejsza — przewlekłe spalanie jest tym większe, im większy jest nadmiar powietrza. W silnikach karburatorowych natomiast, w których każda cząsteczka paliwa jest

¹⁾ Patrz „Prze gl. Techn.” Nr. 22 z r. b.

otoczona powietrzem jeszcze przed wejściem jej do silnika, łatwiej uniknąć przewlekłego spalania, gdyż warunki spalania, podobnie jak w bombie kalorymetrycznej, są tu mniej więcej jednakowe dla całej dawki. Naskutek powyższego, chcąc ograniczyć przewlekłe spalanie, a więc i wielkość naprężeń termicznych w szybkoobrotowych silnikach Diesela — należałoby dążyć do zmniejszenia nadmiaru powietrza; w dążeniu tem skrupowani jesteśmy jednak tym faktem bezspornym, że całkowite spalanie dawki jest tem lepsze, im większy jest nadmiar powietrza i im lepsze krążenie gazów w głowicy silnika, gdyż wówczas, jak wiadomo, istnieje największe prawdopodobieństwo zetknięcia się niespalonej jeszcze cząsteczki ze strumieniem powietrza. W każdym bądź razie, im prędzej będzie silnik, tem krótszy jest czas spalania, tem trudniejsze wytworzenie jednorodnej mieszanki i tem większa możliwość przewlekłego spalania. Środkiem zaradczym na występowanie wielkich naprężeń termicznych będzie takie rozwiązanie głowicy, w której powstające spaliny usuwane będą natychmiast z okolic dyszy, co ułatwi dopływ reszty świeżego powietrza i zapewni zupełne spalanie dawki, przy jednoczesnym zmniejszeniu nadmiaru powietrza.

Referent dał przykład takiej głowicy, podobnej do głowicy w silniku Trinklera; ponieważ wówczas nie dała ona oczekiwanych rezultatów, przeto sądzimy, że i obecna konstrukcja, przedstawiona przez p. Seiligera, mimo że teoretycznie rozwiązana prawidłowo — nie wytrzyma próby praktyki.

Prof. F. Romberg mówił o doświadczeniach nad dyszami, służącymi do bezsprężarkowych silników Diesela. W bezsprężarkowych silnikach szybkoobrotowych czas wtrysku jest tak krótki, że nasuwają się wątpliwości, czy możliwym jest prawidłowe wprowadzenie paliwa do cylindra. Tak



Rys. 6. Zasięg i prędkość strumienia w zależności od czasu. Ciśnienie wtryskowe 300 at, prężność powietrza 15 at.

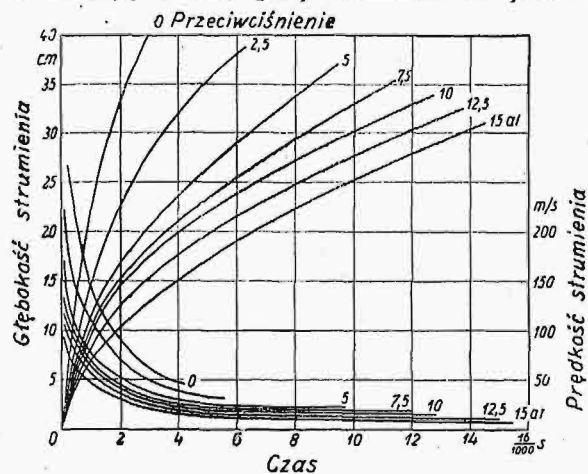
więc np. przy rozpylaniu strumieniem, poszczególne cząsteczki paliwa mogą nie zdążyć przebiec od dyszy do tej części przestrzeni kompresyjnej, która znajduje się w pobliżu ścianek cylindra, i wytworzona mieszanka będzie niejednorodna. Czas wtrysku daje się łatwo obliczyć w silniku bezsprężarkowym. Wiadomo z doświadczenia, że ką-

torbowy wtrysku wynosi od 15 do 20°, średnio 18°; czas wtrysku odpowiadający temu kątowi będzie więc równy $\frac{18}{6n}$ sek, gdzie n oznacza ilość obrotów wału silnika na min. Jeżeli $n = 1500$ obr/min — wielkość osiągnięta już w samochodowych silnikach Diesela, to czas wtrysku wyniesie 0,002 sek. przy 3000 obr/min tylko 0,001 sek. Otóż ciekawem jest, jak głęboko sięga w tak krótkim czasie strumień paliwa w głąb cylindra, wypełnionego sprężonym powietrzem, przy różnych ciśnieniach wtryskowych, przeciwprężnościach w cylindrze, średnicach dysz, oraz przy różnych ciężarach właściwych paliwa?

Nowe badania w tym kierunku na drodze kinematograficznej wykonane zostały przez wytwórnię AEG oraz Miller i Beardsley. Mimo, że firmy te zainteresowane były w budowie wielkich silników okrętowych obustronnego działania i w tym kierunku poszły ich prace badawcze, można przeprowadzić pewne analogie z wysokoprężnymi silnikami szybkoobrotowymi; w silnikach okrętowych bowiem czas wtrysku jest stosunkowo znaczny, ale też duże są średnice cylindrów i głębokość wtrysku — w silnikach samochodowych natomiast wielkości te mają charakter odwrócony.

W czasie doświadczeń zastosowano specjalną aparaturę optyczno-elektryczną do fotografowania i oświetlania strumieni wtryskiwanego paliwa. Na rys. 5 widzimy zdjęcia fotograficzne (doświadczenia amerykańskie) strumienia paliwa, wtrysniętego pod ciśnieniem 560 at do komory z przeciwprężnością 21 at. Dla porównania z warunkami pracy silnika Diesela przypomnimy, że przy prężności 30 at i temperaturze 550°C, gęstość powietrza jest taka sama, jak przy prężności 10 at w temperaturze pokojowej.

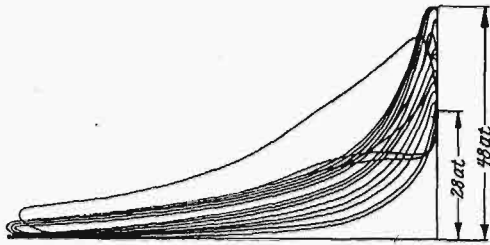
Na rys. 6 podano głębokość zasięgu strumienia, jako funkcję czasu, przy ciśnieniu wtryskowym



Rys. 7. Wpływ przeciwprężności na zasięg strumienia paliwa.

300 at i prężności powietrza 15 at; do wykresu wrysowano prędkości strumienia; widzimy, że maleją one bardzo szybko i od prędkości początkowej 150 — 180 m/sek spadają w niespełna 0,001 sek do 60 — 70 m/sek. Po upływie 0,002 sek — zasięg strumienia wynosi ok. 10 cm, a prędkość już tylko 30 m/sek.

Na rys. 7 widzimy wyniki doświadczeń przy ciśnieniu wtryskowym i różnych przeciwpiężnościach, przyczem wyraźnie występuje hamujący wpływ przeciwpiężności na prędkość i zasięg wtrysku. Strumienie tworzyły prawidłowe stożki, zasięg ich w granicach pomiarów wzrastał wraz z ciśnie-



Rys. 8. Wykres rozruchu sprężonym powietrzem i pracy jałowej silnika pędzonego pyłem z węgla brunatnego; wdmuchiwanie pyłu zapomocą powietrza sprężonego do 58 at.

niem wtrysku, pozatem nie udało się sprawdzić, czy i przy jakiej wartości granicznej wielkości te są już od siebie niezależne.

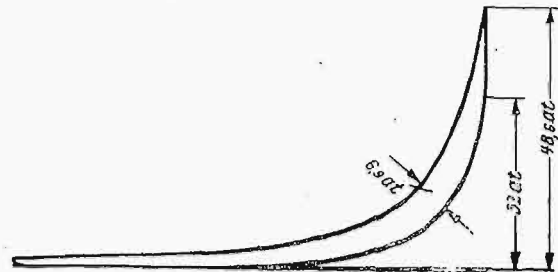
Celem badań było również wykazanie, czy przy danej konstrukcji dysz i kułaków i przy normalnym ciśnieniu wtryskowym mogą być przebite grube warstwy sprężonego powietrza. Cylinder badanego silnika posiadał średnicę 700 mm, liczba obrotów wynosiła 90, kąt wtrysku — 18° i odpowiadający mu czas wtrysku $\frac{1}{30}$ sek. Z wykresu

(rys. 7) widzimy, iż zasięg równy promieniowi cylindra (35 cm) osiągnięty został po upływie 0.018 sek, a więc w krótszym czasie, niż rozporządzalny.

Następnie inż. R. Pawlikowski poruszył ciekawy temat silnika spalinowego na pył węglowy. Budowane po dziś dzień silniki spalinowe pracują wyłącznie paliwem płynnym i gazowym, nie wykorzystując bezpośrednio paliwa stałego — węgla. Dlatego też silniki spalinowe budowane są w większości wypadków na małe i średnie moce, ustępując przy mocach już od ok. 1000 KM silnikowi parowemu, mimo jego gorszej sprawności. Jest to zrozumiałe, gdyż jednostka ciepła uzyskana z ropy kosztuje w Niemczech 5—7 razy drożej niż z węgla kamiennego, w Ameryce zaś 2—4 razy drożej, aczkolwiek kraj ten obfituje w wielkie zapasy ropy. Gdyby więc udało się pędzić silnik spalinowy pyłem węglowym, przy zachowaniu jego dużej sprawności, stałby się on niewątpliwie najtańszym w eksploatacji silnikiem ciepłowym.

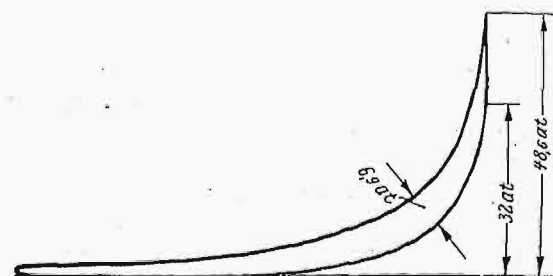
Fabryka maszyn Kosmos w Zgorzelicach, wykonawszy szereg doświadczeń nad zapłonem pyłu węglowego, przerobiła jednocylindrowy silnik Diesla wytwórni M. A. N. na pył węglowy. Silnik ten o wymiarach cylindra $S \times D = 630 \text{ mm} \times 420 \text{ mm}$, daje moc 80 KM przy 160 obr/min. Po 9000 godzin pracy z pyłem węglowym, górna średnica cylindra wyrobiła się o ok. 5 mm, dolna zaś pozostała bez zmiany. Kompresja silnika wynosi dziś jeszcze, po 12 latach pracy, ok. 30 at, mimo że tuleja robocza cylindra nie była jeszcze przetaczana, tłoka również nie wymieniano, dając tylko kil-

kokrotnie nowe pierścienie. Silnik pędzono różnymi gatunkami pyłu, a mianowicie pyłem z węgla śląskiego i z Nadrenji, pyłem z węgla brunatnego, Śląska i Czech, pyłem torfowym z Bawarii, pyłem drzewnym oraz z węgla drzewnego, a nawet pyłem z koksu hutniczego.



Rys. 9. 50 kolejnych zapłonów pyłu i węgla brunatnego. Prężność powietrza wdmuchującego — 60 at.

Pył węglowy, służący do opalania silnika, winien być tak mialki, jak w palnikach na pył węglowy, przyczem przy wzrastającej zawartości wilgoci i popiołu i malejącej składników gazowych — przemiał musi być coraz drobniejszy. W trakcie badań stwierdzono, że można używać pyłu węglowego nawet z tych gatunków węgla, które zawierają dużo popiołu (16%), należy tylko dodawać 20% pyłu z węgla brunatnego. Po wykonaniu szeregu pomiarów z różnymi gatunkami paliwa i z 500 odmianami dysz, osiągnięto najwyższe średnie ciśnienie indykowane 11,3 at, przyczem prężność w końcu suwu wydechowego wynosiła tylko 3,6 at. Przez odpowiednią budowę można osiągnąć, że cząsteczki popiołu nie spiekają się w większe zbiorowiska i nie osiadają na ściankach tłoka, cylindra i zaworów, lecz unoszą się wśród gazów spalinowych, poczem, po otwarciu zaworów wydechowych, zostają usunięte nazewnątrz. Dając moc 87 KM, silnik zużywał 36 kg/h pyłu z węgla brunatnego, w którym zawartość popiołu wynosiła ok. 10%. Gazy wydechowe pozbawione były tlejących cząsteczek węgla, spalanie węgla było zupełne i wewnątrz przewodu odprowadzającego spalinę nie zostało pokryte nalotem sadzy.



Rys. 10. 50 kolejnych zapłonów z dmuchiwaniem samoczynnym pyłu z węgla brunatnego.

Co się tyczy strony konstrukcyjnej, to dawki pyłu nastawiane co do wielkości swej przez regulator, wdmuchiwane są przez dyszę ze specjalnej komory, znajdującej się nad cylindrem — do przestrzeni kompresyjnej, w której prężność powietrza wynosi ok. 30 at. Nadciśnienie w komorze wywołane jest zapomocą powietrza sprężonego do

60 at, względnie przez częściowe spalanie dawki jeszcze w komorze i uzyskanie w ten sposób gwałtownego wzrostu prężności, która wystarczy na wdmuchanie dawki do cylindra. Na rys. 8—10 widzimy wykresy indykatorowe pracy silnika na pył węglowy przy rozruchu oraz przy obu wspomnia-

nych wyżej rozwiązaniach wdmuchiwanie dawki do przestrzeni kompresyjnej cylindra.

Jakość termiczna silnika jest bardzo wysoka, gdyż zużywa on 2800 *Kal, kWh*, podczas gdy rozchód ciepła w pierwszorzędnym parowym silniku turbiniowym wynosi 3640 do 4500 *Kal, kWh*.

Zagadnienie tanich mieszkań i ich budowa we Francji i w innych krajach.^{*)}

Zagadnienie mieszkaniowe we Francji, jak zresztą, w mniejszym lub większym stopniu, i w innych krajach, jest jednym z najbardziej wymagających rychłego rozwiązania. Według pewnych danych, w samym Paryżu i jego okolicach daje się odczuwać brak około 100 000 mieszkań; w całym kraju liczbę mieszkań, którą trzeba będzie zbudować w jaknajkrótszym czasie, można określić na 400 000. 25% ogółu mieszkańców Paryża cierpi na brak mieszkań. W innych departamentach procent ten wynosi 20%, podnosząc się w niektórych centrach przemysłowych (Saint-Etienne) do 35%.

Wysiłki już uczynione w celu zażegnania głodu mieszkaniowego we Francji są niewystarczające, szczególnie po wojnie. Np. w r. 1913 zarejestrowano 1992 podań o prawo budowy, natomiast w r. 1927 zaledwie 1717. Przyczyny takiego stanu rzeczy są liczne; wymienimy najważniejsze z nich:

- 1) zwyżka cen materiałów i robocizny;
- 2) zwyżka cen placów, szczególnie po wybitnej zwyżce kursu franka w r. 1926;
- 3) istniejące prawodawstwo mieszkaniowe, które nie pozwala na wystarczające oprocentowanie kapitałów za inwestowanych w budownictwie;
- 4) niewystarczająca zachęta do budowy ze strony czynników miarodajnych;
- 5) dość wysoka stopa procentowa pożyczek rządowych na cele budowlane, wynosząca obecnie 3%;
- 6) nadużycia, nie hamowane dostatecznie przez prawodawstwo mieszkaniowe, utrudniające wprowadzanie się i wyprowadzanie według upodobania.

W dniu 13 sierpnia r. b. uchwalone zostało prawo mające na celu rozstrzygnięcie palącej kwestii mieszkaniowej. Postanawia ono zrealizować wielki plan budowy tanich mieszkań w ciągu lat 1929 — 1933, ustanawia wysokość sum jakie Rząd przeznaczy w ciągu tego czasu na pożyczki i subwencje na cele budowlane, wskazuje źródła, które pozwolą zebrać odpowiednie środki finansowe na ten cel, podaje ogólne zasady nowego prawodawstwa tanich mieszkań i ustala maksymalną wysokość komornego projektowanych i już istniejących tanich mieszkań.

Ustalone zasady ogólne są następujące:

- 1) projektowane budowle powinny być przeznaczone dla niezamożnych;

^{*)} Por. *Le Génie Civil*, 1928, drugie półrocze, zesz. 5, 6, 7 i 8.

- 2) winny odpowiadać warunkom zdrowotnym (wymagane każdorazowo zatwierdzenie „Komitetu ochrony tanich mieszkań”);

- 3) komorne roczne nie powinno przekraczać ceny maksymalnej, ustalonej według poniższej tabeli:

Domy zbiorowe.				
	3 pokoje z kuchnią i W. C., fr.	2 pokoje z kuchnią i W. C., fr.	1 pokój z kuchnią fr.	1 pokój z W. C. lub bez, fr.
Paryż i okolice w prom. 30 km	1310	1092	764	436
Inne departamenty	1092	873	665	386
Domy pojedyncze (jednomieszkaniowe)				
Paryż i okolice w prom. 30 km	1572	1310	917	523
Inne departamenty	1310	1048	786	463

Wysokość komornego rocznego ma wynosić 4% ceny budowli (licząc w tem cenę tylko tej części placu, która jest domem pokryta), więc koszty budowy otrzymamy z powyższej tabeli, mnożąc poszczególne rubryki przez 25. Komorne nie uwzględnia kosztów kanalizacji, wodociągów i wywózki śmieci. Maksymalna ilość ubikacji nie przekracza 3 pokoi, kuchni i W. C., jednak dla rodzin ponad 6 osób, w tem 2 dzieci poniżej 16 lat, można przeznaczyć 4 pokoje. Każda ubikacja winna mieć co najmniej 9 m² powierzchni.

Przez osoby niezamożne rozumie się pracowników żyjących z pensji, więc robotników oraz pracowników umysłowych, których dochód roczny nie przekracza 5000 fr.

Środki finansowe pochodzą z pożyczek państwowych oraz pożyczek udzielanych przez związki komunalne, departamenty, kasy oszczędności, instytucje dobroczynne i t. p., przy czem w tym wypadku Rząd bierze udział w części wydatków. Pożyczek tych udziela się stowarzyszeniom, kooperatywowi, etc., budującym tanie mieszkania, jak również osobom prywatnym, spełniającym warunki, wymagane do zajmowania taniego mieszkania, oraz posiadającym przynajmniej 1/6 kapitału, potrzebnego na koszty budowy. Z tego ostatniego warunku zwolnieni są: 1) inwalidzi powyżej 50%, wdowy

po poległych na wojnie, wdowy — matki rodzin niezamężne powtórnie oraz ojcowie rodzin, posiadający conajmniej dwoje dzieci poniżej 18 lat.

W r. 1928 przewiduje program budowanie 125 mieszkań w Vanves i 118 mieszkań w Champigny. Gmina Charenton udzieliła Urzędowi terenu 23 000 m² pod budowę.



Rys. 1. Fragment miasta-ogrodu w Suresnes.

Urząd ponadto projektuje w roku 1929 budowę 600 mieszkań w Boulogne-Billancourt, miasta ogrodu w Ré-Saint-Gervais i innych. Urzędy gminne Departamentu Sekwany już zbudowały lub projektują budowę około 1800 mieszkań.

Lyon i Departament Rodanu. Urząd publiczny Departamentu ukończył budowę miasta ogrodu Tarare (107 mieszkań) i rozpoczął budowę miasta robotniczego Philippe Lasalle (152 mieszkań).

Marsylja i Departament Bouches du Rhône. Zbudowano grupę domów Paul Strauss (202 mieszkań); miasta ogrody: Chutes-Lavie (177 mieszkań); Saint-Loup (253 domków oddzielnych); Charenteux (170 mieszkań).

Oprócz pożyczek przewidziane jest udzielanie przez Rząd subwencji. Do otrzymania subwencji w wysokości 5000 fr. mają prawo inwalidzi ponad 60% oraz ojcowie rodzin, posiadający 3 dzieci poniżej 18 lat. Za każde następne 10% niezdolności do pracy oraz za każde dziecko dodaje się 2500 fr. Domy budowane z subwencji nie mogą być odprzedawane osobom niespełniającym warunków do jej otrzymania.

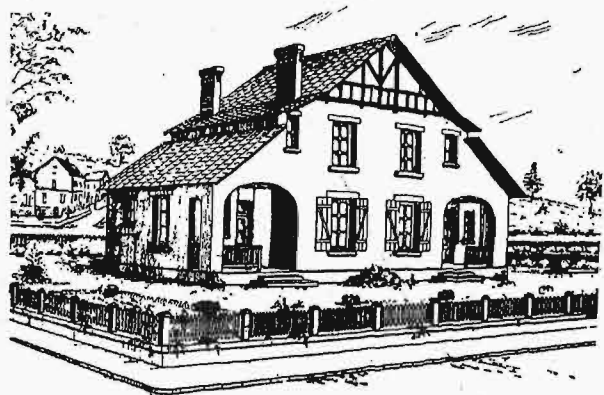
W innych departamentach liczba tanich mieszkań już zbudowanych lub projektowanych wynosi:

Depart. Calvados	583	Romans	44
" du Finistère	30	Dreux	96
La Rochelle	209	Toulouse	82
Saint-Brieuc	12	Dinard	39
Périgueux	24		

Całkowita suma pożyczek, które Rząd zamierza udzielić, ma wynosić w r. 1929—2 664 751 550 franków, a w latach 1930, 31, 32, 33 po 2 714 751 550 franków. Pożyczki mają być oprocentowane na 2% i amortyzować się w ciągu 25 — 40 lat; wynosić mogą do 80% wartości nieruchomości.

Budowa tanich mieszkań przez T-wa kolejowe i przemysł prywatny (przy współudziale rządu). Północne Tow. kolei żel. wybudowało 11 141 mieszkań dla swych pracowników, Wschodnie — 1529 domów, Tow. P. L. M. — 13 727 mieszkań. Podobnie i inne francuskie linie kolejowe.

Pozatem projektowane jest budowanie mieszkań „o średnim komornem”. W tym wypadku budujący musi posiadać kapitał w wysokości 20% wartości nieruchomości, Rząd udziela pożyczki do 40% wartości nieruchomości (na 4% rocznie), reszty mogą udzielać związki komunalne. Komorne tych mieszkań jest również ustalone i wynosi około 3¹/₂ razy więcej niż komorne mieszkań tanich.



Rys. 2. Domek robotniczy zakładów Schneider'a w Creusot.

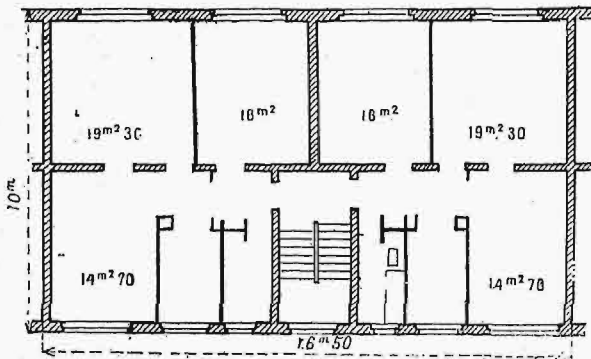
Odnajmowanie mieszkań zbudowanych z subwencji, lub pożyczek rządowych jest wzbronione (z wyjątkiem instytucji filantropijnych, biur uniwersyteckich, etc.).

Przedsięwzięcia budowlane już zrealizowane, lub rozpoczęte.

Departament Sekwany. W r. 1926 Departament Sekwany zbudował 634 miast ogrodów, a Urząd publiczny departamentu—1509 miast ogrodów (m. in.: Cachan, Nanterre, Drancy, Plessis-Robinson, Suresnes; rys. 1 przedstawia fragment tego ostatniego).

Północne kopalnie węgla (Pas-de-Calais) odbudowały zniszczone podczas wojny miasta robotnicze (ponad 64 000 domów). Kopalnie w Lens zbudowały 12 000 mieszkań za cenę 400 milj. fr.

Podobnie inne kopalnie. Ogółem towarzystwa kopalniane wybudowały 83 750 mieszkań do użytku swych pracowników; w ten sposób znalazło pomieszczenie 850 000 osób. Od czasu wojny, tow. kopalniane wydały na budowę domów robotniczych nie mniej niż 1¹/₄ miljarda fr.



Rys. 3. Plan części piętra domu robotniczego we Frankfurcie nad Menem.

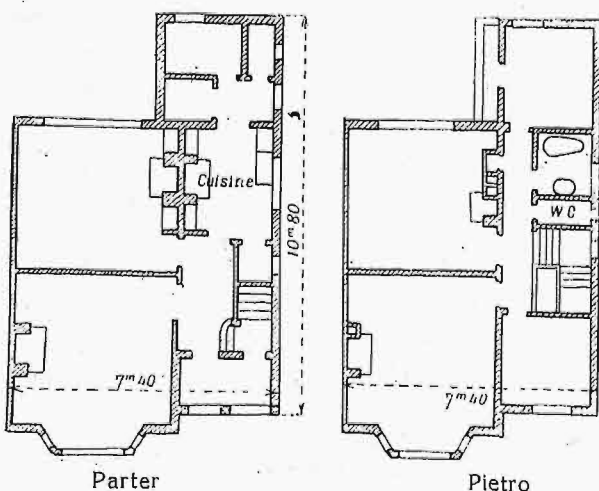
Alzackie tow. konstrukcji mechanicznych wybudowało 686 domów robotniczych; Tow. Wielkich pieców, kuźni i stalowni w Denain i Aurin — 1000 pawilonów z ogrodami; Zakłady Schneider'a w Creusot — 1200 domków oddzielnych (rys. 2); firma Michelin (w Clermont-Ferrand) utworzyła Tow. tanich mieszkań o kapitale 6 milj. fr., które zbudowało 3000 domów z ogrodami.

T-wa ubezpieczeniowe zamierzyły budowę 1300 mieszkań, których część już wykonano.

Pozatem zamierzono budować domy akademickie w dzielnicy łacińskiej Paryża i, wreszcie, Zarząd nieruchomości miasta Paryża buduje domy „o umiarkowanym komornem”.

Kwestja mieszkaniowa w innych krajach.

Niemcy. W Niemczech, po wojnie, większość hipotek została przejęta przez Rząd i gminy. Źródła środków pieniężnych Rządu na cele budo-



Rys. 4. Plan połowy domu angielskiego o dwu mieszkaniach.

wlane pochodzą głównie z podatków mieszkaniowych. Sumy tą drogą osiągnięte i poświęcone na kredyty budowlane wynosiły: w r. 1924 — 435 milj. mk., w r. 1925 — 603 milj. mk., w r. 1926 — 622 milj. mk., w r. 1927 — 721 milj. mk. Municipalne

kasy kredytowe są zobowiązane statutem do użycia 40% swego kapitału na pożyczki hipoteczne o charakterze budowlanym; również Kasy oszczędnościowe są upoważnione do poświęcenia 40% swego kapitału na pożyczki budowlane. Podobnie T-wa ubezpieczeniowe. Wymienione instytucje udzieliły w r. 1926 ogółem 545 milj. mk. pożyczek na cele budowlane. Pozatem Rząd przewidział kredyt specjalny na mieszkania dla swych pracowników (w okresie stabilizacji marki przeznaczono na ten cel 44,5 milj. mk. udzielone przez M'n. Kolei Żel i Min. Poczty; w r. 1926 kredyty te wzrosły do 132,5 milj. mk.). Do tego dodać należy 6 750 000 mk. pożyczki hipotecznej, udzielonej przez Związek kas emerytalnych pracowników kolei żelaznych.

Niektóre z wielkich przedsiębiorstw przemysłowych również poświęciły pewne sumy na cele budowlane.

Suma rządowych środków pieniężnych na cele budowlane osiągnęła w końcu r. 1926 — 2765 milj. mk., z których 1636 milj. mk. pochodziło z podatków mieszkaniowych. Wysokość komornego w nowych, zbudowanych z udziałem Rządu, domach wynosi 150 — 170% komornego przedwojennego. Koszty budowy, w stosunku do cen przedwojennych, wynosiły: w r. 1923 — 128%, w r. 1927 — 176%. Istnieje tendencja do zastosowania takich metod technicznych, które pozwoliłyby obniżyć koszty budowy. Np. we Frankfurcie nad Menem zbudowano 20 000 mieszkań po cenie 20 — 31 mk. za 1 m³ (komorne miesięczne mieszkania, składającego się z pokoju, kuchni i W. C. wynosi 30 mk.), stosując następujące zasady: 1) użycie zamiast cegieł bloków z betonu pumeksowego o wymiarach 1,5 × 1 × 0,2 m; 2) znormalizowanie wymiarów drzwi; 3) użycie okuć żelaznych — również znormalizowanych; 4) niestosowanie drewnianych posadzek, lecz warstwy chudego betonu wprost na suficie niższego piętra, utworzonym z leżących tuż obok siebie belek żelazobetonowych; 5) uproszczenie i znormalizowanie zamków i robót ślusarskich. Schody — jodłowe — kręcone, szer. 80 cm. Centralne ogrzewanie. Centralna pralnia. Rys. 3 przedstawia kompleks dwu mieszkań z grupy frankfurckiej.

Anglija. Od r. 1919 do 1927 zbudowano w Anglii ogółem 948 381 domów, z czego 545 287 z pomocą subsydjów rządowych, resztę zaś — z inicjatywy prywatnej. Ostatnio liczba nowych domów przekroczyła milion. Pomoc Rządu na cele budowlane została określona na 500 milj. funtów w przeciągu 60 lat.

Buduje się domy z bloków betonowych lub z lanego betonu — nalewanego między dwie ścianki drewniane lub żelazne. W ten sposób ściany, nawet w domach trzypiętrowych, nie są grubsze od 25 cm. Ściana taka jest kryta z zewnątrz warstwą cementu, a wewnątrz warstwą gipsu. Zamiast gipsu położyć można gładką warstwę cementu, na której można malować.

Istnieje pozatem tendencja budowania domów wyłącznie ze stali*). Metoda ta ma, te zalety, że

*) Przegl. Techn., t. 63 (1925), str. 252.

wszystkie części domu wykonuje się z góry w fabryce, przewidując otwory na wszelkiego rodzaju instalacje; części są ponumerowane, tak, że montowanie domu odbywa się b. szybko i nie wymaga wykwalifikowanych robotników. Fundament wykonany jest z betonu z żelaznymi śrubami fundamentowymi. Do nich przymocowuje się płyty szer. 1 m i wys. od parteru do pierwszego piętra, i skręca się je między sobą śrubami. Na wysokości sufitu umieszcza się trawersy poziome, łączące wszystkie płyty i stanowiące podstawę do budowy pierwszego piętra; piętra montuje się tak samo jak parter.

Kominy i paleniska wykonane są z żeliwa. Po stronie wewnętrznej płyty wykłada się arkuszami azbestu (izolacja cieplna). Wewnętrzne przepierzenia (ściany) wykonuje się z podwójnej warstwy azbestu ujętej w drzewo.

Dość rozpowszechnione są również domy o szkieletcie żelaznym, a ścianach z cegieł.

Najwięcej przyjęty typ — to domki jedno-piętrowe pojedyncze lub zawierające dwa mieszkania — w stylu anglo-normandzkim (rys. 4).

B. S.

(d. n.)

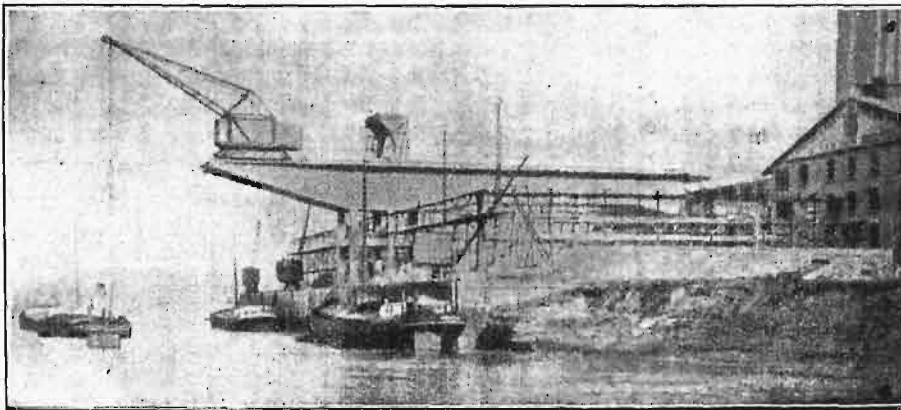
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Żelazbetonowy most wyładunkowy.

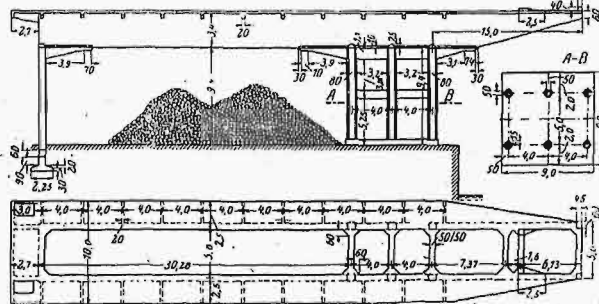
Most wyładunkowy 56 m długości, 15 m szerokości, zbudowany w porcie Hemixen pod Antwerpią, zwraca uwagę swą konstrukcją i krótkością czasu wykonania.

Most służy do wyładowywania surowców, nadchodzących statkami rz. Szeldą, do zakładów cementowych; posiada dźwig obrotowy z dużym wysięgiem. Składa się z dwóch belek, odległych od siebie o 5 m, każda z nich opiera się od strony rzeki na trzech słupach (rys. 1 i 2); na większej swej części belki nie są związane poprzecznkami, ponieważ



Rys. 1. Widok ogólny mostu wyładunkowego.

materiał, przenoszony dźwigiem, musi być zsypany przez otwór mostowy na plac pod mostem. Każdy z dwóch dźwigarów ma boczne występy, 2,5 m szerokości, obiegające ca-



Rys. 2. Rzuty poziomy i pionowy mostu oraz przekrój A B.

ły most. Obydwa tylne słupy, ze względu na sąsiedztwo budynku fabrycznego i na fundamenty ustawionych w nim ma-

szyn, mogły mieć podstawy tylko 2,5 × 2,5 m, 6 zaś przednich słupów ustawiono na wspólnej płycie na brzegu rzeki.

Oprócz ciężaru własnego, most jest obciążony jeszcze wagą naładowanego i ruchomego dźwigu, którego 4 koła wywierają nacisk po 15 t; dla pewności, przyjęto szczególnie niesprzyjające warunki obciążenia i silnego wiatru i obliczono dźwigary przy założeniu nacisku kół, rozstawionych w odległości 6,25 m od siebie, 25 i 10 t. Na wystających po bokach jezdniach, przebiegają dwukołowe wózki, ważące z ładunkiem 1200 kg, i taśma transportowa z obciążeniem 165 kg/m.

Nim zdecydowano się na budowę omawianego mostu żelazbetonowego, zażądano ofert również na konstrukcję żelazną; z nich najtańsza przewidywała wydatek 179 760 fr. łącznie z fundamentem, przewidując przytem tylko jedną boczną jezdnię dla taśmy transportowej. Termin wykonania miał być 6 miesięcy. Zakład cementowy, któremu był potrzebny most, wykonał go sam, kosztem 159 220 fr. w ciągu 2 1/2 miesięcy; na samo betonowanie zużyto zaledwie 6 dni. Zastosowany był cement wysokowartościowy, w stosunku 400 kg cementu na 800 l tłuczni i 400 l piasku, przyczem otrzymano następującą wytrzymałość mieszanki:

po 2 dniach	150	kg/cm ²
" 4	181	"
" 7	209	"
" 28	283	"
" 90	325	"

(Beton u. Eisen, Nr. 13 z 1927 r.)
lg.

METALOZNAWSTWO.

Badania porównawcze zachowania się blach kołowych, stopowych i niestopowych, w wysokich temperaturach.

Zreferowana poniżej rozprawa należy do cyklu prac, które K. W. Institut f. Eisenforschung dąży do uzupełnienia obecnego braku danych liczbowych do obliczeń konstrukcyjnych i do wypełnienia pewnych luk, istniejących w literaturze, o dokładnych warunkach pracy kotła parowego.

Jak wiadomo, wyższe ciśnienie pary czyni pracę maszyn parowych bardziej sprawną, lecz zarazem łączy się z podwyższeniem temperatury ścianek kotła parowego.

Dotychczas przeprowadzane badania nad wytrzymałością materiału ogrzanych blach kotłowych nie rozwiązują zagadnień konstrukcyjnych, ponieważ czas trwania tych badań nie odpowiada czasowi działania obciążeń, powstających w istocie w kotle parowym podczas jego pracy.

Wpływ czasu badania na zachowanie się ogrzanego materiału stalowego podkreślano już niejednokrotnie, jak

Gatunek I: węgla = 0,075;	manganu = 0,44;	krzemu — ślady;	fosforu = 0,026;	siarki = 0,039
" II: " = 0,125;	" = 0,60;	" = 0,09;	" = 0,034;	" = 0,028;
" III: " = 0,263;	" = 0,54;	" = ślady;	" = 0,031;	" = 0,033;
3% Ni (blacha) " = 0,105;	" = 0,59;	" = 0,20;	" = 0,020;	" = 0,016;
5% Ni (blacha) " = 0,100;	" = 0,61;	" = 0,13;	" = 0,020;	" = 0,016;

również wprowadzono już w tym celu długotrwałe próby wytrzymałościowe pod obciążeniami, odpowiadającymi obciążeniom rzeczywistym w warunkach pracy kotła parowego. Tego rodzaju obciążenia długotrwałe mogą być tak ni-

I: Q = 19,3;	R = 36,1;	Q/R = 53;	A = 28,2;	C = 64,3;	C/A = 2,3;	U = 13,7;
II: " = 24,0;	" = 41,0;	" = 53,5;	" = 26,9;	" = 57,0;	" = 2,1;	" = 12,4;
III: " = 24,8;	" = 46,6;	" = 53,2;	" = 22,8;	" = 54,3;	" = 2,3;	" = 9,6;
3% Ni: " = 33,9;	" = 50,5;	" = 67,0;	" = 22,3;	" = 59,4;	" = 2,7;	" = 16,0;
5% Ni: " = 36,5;	" = 55,0;	" = 66;	" = 22,1;	" = 58,2;	" = 2,7;	" = 15,7;

skie, że nie będą wywoływać trwałych wydłużeń i nie doprowadzą do pęknięć.

F. Körber i A. Pomp postanowili rozwiązać nast. zagadnienie: czy istnieje związek między wytrzymałością, określoną w drodze długotrwałych obciążeń, i jakkolwiek inną właściwością, jak również wytrzymałością określoną w zwykły sposób? Chodzi tu głównie o ustalenie przebiegu zjawisk płynności w materiale kotłowym, w temperaturach nieco wyższych od pokojowych. Pewnego rodzaju odpowiedź na te pytania można otrzymać z prób z karbem, pod obciążeniem statycznym, badanych w temperaturach powyżej temperatur pokojowych, ponieważ takie warunki badania są zbliżone do warunków pracy kotła parowego, gdzie działają obciążenia statyczne, a oprócz tego w samym materiale istnieją często karby naturalne. Poza to bardzo niebezpieczne dla życia kotła parowego jest zachowanie się materiału podczas starzenia się i rekrytalizacji. Już nieznaczne odkształcenia wystarczają na to, ażeby starzenie się wywołało niebezpieczne zmiany własności materiału kotła parowego*). Tem więcej, że starzenie się (skruszenie,—uwaga referenta) odbywa się szybciej podczas pracy materiału kotła parowego w nieco podwyższonych temperaturach (około 200°). **).

Zjawiska, których powstanie wymaga w temperaturze pokojowej wielu miesięcy, a nawet lat, zachodzą w temperaturze około 200° prawie gwałtownie. Jeżeli odkształcenia zachodzą w temperaturze 200 — 500°, starzenie się odbywa się prawie momentalnie. Wprawdzie wrażliwość poszczególnych gatunków stali na starzenie się jest rozmaita: obniża się mianowicie w miarę zwiększenia zawartości węgla, a również i pewne domieszki działają na nią hamująco (na przykład domieszki 3 — 5% niklu). Zwykły materiał, mało-

węglisty, odkształcony o 8 — 16% (stopień zmniejszenia przekroju), ulega intensywnej rekrytalizacji w temperaturach 600 — 900°, skutkiem czego obniża się granica płynności oraz wytrzymałość, a przedewszystkiem wzrasta kruchość. Domieszki niklu utrudniają wprawdzie powstawanie budowy gruboziarnistej; również istnieje mniemanie, że w stalach, zawierających węgla powyżej 0,2%, zwiększona zawartość węgla hamuje skłonność do rekrytalizacji.

Autorzy badali materiały o nast. przeciętnym składzie chemicznym:

Oprócz tego we wszystkich blachach była obecna zawartość miedzi około 0,13%.

Własności mechaniczne tych materiałów w stanie wyżarzonym były następujące (liczby przeciętne):

Pierwsze trzy blachy pochodziły z pieca Siem.-Martenskiego, zaś ostatnie dwie z pieców elektrycznych.

Za granicę sprężystości przyjęto te obciążenia, które wywołują w materiale próbki wydłużenie o 0,01% pierwotnej długości: za granicę płynności wybrano naprężenia, wywołujące wydłużenie = 0,2%. Pomiar S i Q wykazały wtedy: w temperaturach pokojowych wahania S w granicach od 15,7 do 29 kg/mm²; Q = 17,3—37,3 kg/mm². W temperaturze 500°—S — w granicach 2,9 — 7,8 kg/mm²; Q — dla gatunku I = 7,1 — 8,7; II = 8,5 — 10,1; III = 9,5 — 10,6; dla stali niklowej Q = 13,1 — 16,2

Wykresy wytrzymałościowe dla próbek badanych na zerwanie wykazują silne wahania w temperaturach badania 100 — 200°. Wahania powstają wskutek gwałtownych wydłużeń i gwałtownych umocnień w ciągu całego okresu wydłużania, w którym działa jednocześnie i proces starzenia się. Widocznie istnieje pewien związek między temi zjawiskami, mianowicie między poślizgami i umocnieniem w kutek starzenia się.

Najniższe wydłużenie odpowiada temperaturze 100 — 200°, a waha się w granicach: dla stali niestopowych od 8,3 do 14,7 dla 3-procentowej stali niklowej — w granicach 7,0 — 7,4%, dla 5% stali niklowej — 4,9 — 5,9%.

Najmniejsze przewężenie odpowiada również t-rze 200°. W stalach niklowych zmniejszenie przewężenia w tej temperaturze prawie nie zachodzi. Obniżenie przewężenia przy 200° w porównaniu z przewężeniem przy 200° jest następujące: dla stali niestopowych od 9,0 do 19,6%; dla 3% stali Ni 5,5 — 5,6%. Co się tyczy stali 5% Ni, to spostrzeżono w niej prawie ciągły wzrost przewężenia w miarę wzrostu temperatury badania.

Badania wytrzymałości na obciążenia długotrwałe blach o różnym składzie chemicznym wykazały bardzo ciekawy fakt, że twardsze gatunki stali *nie zachowują się w cieple lepiej; niż miękkie.*

Wytrzymałość na obciążenia długotrwałe w temperaturze 300° jest nieco wyższa od granicy płynności; w 400° jest bliska do granicy sprężystości; w 500° leży poniżej granicy

*) Patrz referaty w Przegl. Techn. 1927, str. 61 i 111.

**) „Blachy kotłów parowych". — Prof. I. Feszczenko-Czopiński, Warszawa, 1927.

sprężystości. Na tej podstawie wnioskuje autorzy, że nie jest miarodajnym określenie zachowania się materiału przy obciążeniach długotrwałych w temperaturach pracy wyższych od 400° jedynie przez oznaczenie granicy płynności i granicy sprężystości.

Próby wyznaczania odporności materiału na obciążenia dynamiczne wykazały już znane właściwości. W przeciwstawieniu do prób statycznych, wartość otrzymana przy próbach na uderzenie w temperaturze około 200° jest znacznie większa niż w temperaturach pokojowych. Całkowita praca potrzebna na wywołanie pęknięcia, a więc maksymalne obciążenie, spada w miarę wzrostu lub obniżenia temperatury od tej wartości maksymalnej, ujawniającej się przy 200°. Dla 5% stali Ni spadek ten jest mniejszy. Jednak podczas pracy kotła parowego występują naprężenia przeważnie statyczne, co ma wielkie znaczenie przy określaniu odporności materiału w czasie jego pracy w wyższych temperaturach.

Badania nad starzeniem się prób zgniecionych na zimno (obciążenie w tych badaniach tylko nieznacznie przewyższało granicę płynności) wykazały, że granica płynności w czasie starzenia się wzrasta energicznie w ciągu pierwszych tygodni, a potem coraz wolniej, jednak nawet po upływie 270 dni leżenia (starzenia się) w temperaturach pokojowych nie osiąga wartości początkowych.

Wytrzymałość zmienia się naogół w ciągu starzenia się mniej, niż granica płynności, lecz ciągle wzrasta.

Przydłużenie i przewężenie stale maleją. Jednak w zmianach przewężenia żadnej regularności nie spostrzeżono.

Odporność na uderzenia obniża się w czasie starzenia się, choć nie regularnie. W niektórych próbach odporność na uderzenia była po 80 i 90 dniach starzenia się mniejsza, niż po starzeniu się 270-dniowym. Tego rodzaju nieregularności zachodzą z tego powodu, że temperatura badania znajduje się na stromej krzywej zależności od temperatury *).

Próbki zrekrytalizowane wykazały, że wytrzymałość i granica płynności obniżają się w stalach niestopowych więcej, niż w stalach niklowych. Widocznie właściwości te w stalach niklowych nie są zależne od składu chemicznego. Natomiast w miękkich stalach czysto węglistych spadek granicy płynności wskutek rekrystalizacji jest większy, niż w stalach twardych. Przydłużenie zmienia się nieznacznie; czasami spostrzegano jego przyrost; dla blach niklowych spostrzegano spadek wydłużenia. Przewężenie zmienia się nieregularnie. W stalach niestopowych częściej obniża się, a w niklowych — wzrasta.

Odporność na uderzenia stali stopowych zawsze obniża się wskutek rekrystalizacji, i to dla miękkich gatunków najbardziej. Natomiast odporność na uderzenia stali niklowych po rekrystalizacji wykazywała w jednych wypadkach przyrost, a w innych — zmniejszenie.

Badania struktury wykazały nie we wszystkich wypadkach jednakowy stopień gruboziarnistości; znaczy to, że 10%-we rozciąganie nie dla wszystkich badanych gatunków stali odpowiadało rozciąganiu „krytycznemu”, które — jak wiadomo — powoduje znaczną rekrystalizację (gruboziarnistość).

Skłonność do gruboziarnistości, i tem samem do obniżenia granicy płynności oraz odporności na uderzenia, jest szczególnie niebezpieczna w stalach małowęglistych; złaże się, że niebezpieczeństwo maleje w miarę zwiększenia za-

wartości węgla, a również jest mniejsze w stalach stopowych, a przedewszystkiem w stalach niklowych. (F. Körber i A. Pomp, K. W. I. für Eisenforschung, 1927, IX.339—400).
I. F.-Cz.

Właściwości elektrochemiczne stali chromowych i ich skłonność, do rdzewienia.

Jak wiadomo, stale chromowe uchodzą za nierdzewiejące, a równocześnie wiemy, że przecież rdzewieją. Zachowanie się stali chromowej jest zależne od jej składu chemicznego, od stanu jej obróbki termicznej, od stanu jej powierzchni i od rodzaju ośrodka chemicznego. Pod ośrodkiem chemicznym należy rozumieć te wszystkie wpływy chemiczne, które w danej chwili działają na metal. Określenie tych wpływów, jak i zjawisk drugorzędnych przytem przebiegających, napotyka na znaczne trudności. Ponadto metody określenia odporności na działania chemiczne są dość kłopotliwe i nie zawsze odpowiadają celowi (przy metodzie wagowej usuwa się z pod obserwacji rodzaj nadgryzania). To też podejmowane są próby w celu opracowania dogodnej i łatwej metody, pozwalającej chociażby w przybliżeniu na określenie stopnia odporności na działania chemiczne. Najprostszą metodą jest dotychczas określanie elektrochemicznego potencjału metalu w danym ośrodku nadgryzającym. Jest ona wygodną, jednakże pozwala jedynie na porównanie różnych gatunków stali, a więc posiada charakter jakościowy. Na zgodność potencjału elektrochemicznego z odpornością na działania chemiczne zwracano dawno już uwagę. Obecnie podjęte badania potwierdziły, ogólnie biorąc, tę zgodność. Stwierdzono przytem, że próbki polerowane posiadają większy potencjał elektrochemiczny i zarazem większą odporność; podobnie zachowują się próbki stali chromowej zahartowane, a przytem posiadają większy potencjał i większą odporność, im wyższą była temperatura hartowania. A więc istnieje zgodność teoretycznie znanego i wielokrotnie doświadczalnie stwierdzonego faktu, że roztwory stałe są bardziej odporne na działanie odczynników chemicznych. Ogólnie można powiedzieć na podstawie poczynionych badań, że rdzewienie stali chromowej występuje, gdy potencjał jej spadnie poniżej $-0,015$ do $-0,010$ volt. Wahania potencjału są zgodne ze znanem występowaniem bierności w tych stalach. Niedogodne jest w tej metodzie powolne ustalanie się potencjału, gdyż miarodajnym do porównania jest potencjał, który próbka osiągnie po dłuższym przebywaniu w ośrodku chemicznym. Badania przeprowadzono w różnych odczynnikach chemicznych i na próbkach o różnej obróbce termicznej. Praca ta stanowi ciekawy przyczynek do badań odporności stali chromowych na działanie różnych odczynników chemicznych. (O. Meyer i K. Roesch, Arch. f. d. Eisenhüttenwesen. Rok. 2, zesz. 2, str. 119).

O budowie wewnętrznej stali chromowych.

Istnienie różnorodnych karbidów (związków chemicznych) stanowi obecnie podstawę znajomości stali chromowych. Różni badacze podają różne związki, zwłaszcza podwójne karbidy, zależnie od poczynionych badań. Jakkolwiek za określeniem karbidów podwójnych jako kryształów mieszanym wypowiedzieli się tacy uczeni, jak Maurer, Schmidt, Chevenard i Portevin, to jednakże dotychczas podstawę do badań stopów tego rodzaju stanowi klasyczna praca Murakami'ego, oparta na istnieniu karbidów. Próby sprawdzenia obecności karbidów, zwłaszcza w układzie Cr-C, przeprowadzane na drodze chemicznej, dają bardzo rozbieżne

*) Patrz „O kruchości metali i stopów metalowych”.
Przeł. Techn. 1927, 231 — 235.

wyniki. Pomiary oporu elektrycznego stwierdzają istnienie jednego karbidu chromu, nie określają jednakże jego składu. Opierając się na wykresie Murakami'ego, sprawdzono go i wprowadzono poprawki na podstawie przeprowadzonych pomiarów termicznych krzywych Saladin'a, wydłużenia i własności magnetycznych. Tą drogą określono punkty przemian alotropowych. Nie otrzymano atoli z powyższych badań fizycznych żadnych danych do określenia składu karbidów, względnie do stwierdzenia występowania podwójnych karbidów. (E. Maurer, H. Nienhaus, St. u. E. 1928, zes. 30, str. 996).

Z. J.

Kongresy i Zjazdy.

Międzynarodowy kongres torfowy.

Międzynarodowy kongres torfowy, zorganizowany pod protektoratem francuskiego Urzędu Paliw płynnych, odbył się w dn. 8 — 12 lipca r. b. w Laon (Francja). Rozwijające się w ostatnich latach badania nad zastosowaniem torfu (do wyrobu produktów chemicznych, smoły, gazu generatorowego do napędu samochodów i t. d.) spowodowały, że kongres ten wywołał duże zainteresowanie. Posiedzenia kongresu, którym przewodniczył znany badacz p. Dumanois, podzielone były na cztery grupy, obejmujące następujące działy: 1) badania naukowe torfu i torfowisk; 2) eksploatacja torfowisk; 3) wydobywanie, przeróbka i zastosowania torfu; 4) organizacja ekonomiczna przemysłu torfowego.

Badania naukowe torfu i torfowisk.

Do działu tego należał referat p. Turczynowicza, członka Prezydium Polskiego Komitetu Energetycznego, który dał projekt ścisłego określenia terenów, jakie mogą być uważane za torfowiska, oraz ich klasyfikacji; są to — wedł. referenta — tereny, posiadające min. 50 cm warstwę torfu po odwodnieniu; torfem zaś nazwać można taką formację gleby, która zawiera nie mniej niż 30% składników organicznych.

Dr. Grawiłow (Instytut Torfowy w Moskwie) opisał, znany zresztą, sposób mechanicznego odwadniania torfu, przez przetwarzanie go na t. zw. hydrotorf. Jak wiadomo, zagadnienie osuszania torfu jest trudne i stanowi główny hamulec w normalnym rozwoju przemysłu torfowego. Metoda wytwarzania hydrotorfu polega na rozdrabnianiu i rozrzedzaniu warstwy torfowej zapomocą strumienia wody pod ciśnieniem 15 at. Główna torfowa, rozmyta wodą, przybierze postać dość rzadkiej cieczy, pompuje się ją, zapomocą pomp wirnikowych, do zbiorników, gdzie przeprowadza się proces koagulacji masy torfowej przez dodanie koloidalnego roztworu tlenku żelaza (środek bardzo tani); następnie poddaje się masę filtracji próżniowej, redukując w ten sposób zawartość wilgoci do 85%. Wreszcie masę torfową sflacza się prasami hydraulicznymi (50 at) przy dodaniu niewielkiej ilości torfu wysuszonego i sproszkowanego. Po prasowaniu wilgotność spada do 60%. Ostatnią operację stanowi suszenie w suszarniach rurowych, obniżających zawartość wody do 18%. Wyniki, osiągnięte tą metodą w Rosji, są jakoby o tyle dodatnie, że projektuje się tam budowę fabryki brykietów torfowych, opartej na tej metodzie, o rocznej produkcji 100 000 t. O stronie handlowej zastosowania tej metody danych nie znajdujemy, aczkolwiek ta właśnie kwestja zdaje się budzić największe wątpliwości co do celowości omawianego sposobu.

Eksploatacja torfowisk.

W dziale tym zgłosili referaty: Pp. Ville-Chabrolle i Schrebeaux — o wyzyskaniu torfowisk do celów rolniczych; p. Becat — o odwadnianiu torfowisk drogą pompowania oraz p. Lemée — o wyzyskaniu torfowisk do kultuwowania roślin leczniczych.

Pierwszy referent omawiał zagadnienia odwadniania i oczyszczania torfowisk, wraz z usunięciem samozarastania i wyzyskaniem włoskowatości, wreszcie użycia nawozów; drugi wskazał cechy dodatnie opisanej przezeń metody; ostatni zwrócił uwagę na to, że na torfowiskach możnaby by-

ło rozwinąć hodowlę roślin leczniczych, które są importowane w pokazywalnych ilościach do Francji i w ten sposób doprowadzić nawet do tego, że rośliny te byłyby produkowane w ilościach, umożliwiających ich eksport.

Zastosowania torfu.

Jak wiadomo, torf znajduje — poza spalaniem — liczne inne zastosowania: jako nawóz, materiał izolacyjny, do opakowania i w. in. Zagadnienia te omówili: p. Guio Franciosi — w referacie o zastosowaniu smoły torfowej (z domieszką kreozytu 1:2), do utrwalania (przesycania) podkładów kolejowych, przyczem okazało się, że mieszanina ta daje wyniki doskonałe, będąc zarazem tania; delegat The Eclipse Peat Co — w referacie o zastosowaniu torfu, jako nawozu, wskazując, że torf stanowi jeden z najlepszych środków zastępujących nawóz koński, stający się coraz rzadszym; p. Sorokin — mówiąc o torfie, jako paliwie, i o jego zastosowaniu w Rosji sowieckiej. Rosja rozpoczęła 78% światowych zasobów torfu, zrozumiała więc jest jej zainteresowanie kwestją opalania torfem. Referent określa średnią wartość opałową torfu rosyjskiego na 5200 — 5300 Kal/kg, zawartość składników lotnych na 60 — 73%, popiołu — 5%; duża zawartość składników lotnych i mała ilość popiołu stawia ten torf dość wysoko w rzędzie paliw przemysłowych. Sprawność opalania torfem zależy od tego, jak dalece są rozdzielone procesy suszenia i odgazowania torfu — z jednej strony — od spalania koksu i gazu z drugiej. Należy przewidzieć odpowiednio duże wymiary komory spalinowej (ze względu na dużą zawartość składników lotnych) i rusztu (ze względu na mały ciężar właściwy torfu).

Palenisko Makarjewa*), z rusztem łańcuchowym, połączony z szybem, daje wyniki zupełnie dobre.

Organizacje ekonomiczne przemysłu torfowego.

Prof. Radczenk o wygłosił referat o przemyśle torfowym w Rosji sowieckiej. Z wydobytych w 1927 r. 7,5 milj. t torfu, przemysł włókienniczy zużył 50%, centrale elektryczne — 30%, inne działy przemysłu — 20%.

Inż. Simon referował możliwości zastosowania torfu w Francji: do wytwarzania gazu, smoły i koksu drogą dystalacji, do wytwarzania produktów chemicznych, do opalania centrali elektrycznych, do wytwarzania gazu generatorowego dla napędu samochodów.

Prof. Lemonnier, wskazując 4 rodzaje zastosowań torfu, mian: 1) dystalację w niskiej temperaturze z uzyskaniem produktów ciekłych, gazów i półkoksu; 2) spalanie w generatorach (dopuszczalna wilgotność 40 — 50%), z uzyskiwaniem smoły i azotu, oraz wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach okręgowych lub pomocniczych; 3) wytwarzanie produktów chemicznych (spirytus i in.); 4) zastosowanie w przemyśle lokalnym, podał do przyjęcia przez Kongres następujące dwie uchwały:

1) Rząd powinien poświęcić tyleż uwagi kwestji zastosowania torfu jako paliwa przemysłowego, ile jej poświęca zastosowaniu drzewa do tych celów;

2) Powinna powstać specjalna organizacja, w rodzaju istniejącego już Towarzystwa Badań Paliwa lub Tow. Fizyki Przemysłowej, któraby się zająła badaniami zastosowania torfu, jako paliwa przemysłowego w najogólniejszym znaczeniu.

Na zakończenie Kongresu odbyły się wycieczki do pobliskich torfowisk oraz do koksowni torfu. Na torfowisku demonstrowano czerpaczkę torfu, obsługiwaną przez 3 ludzi, a wydobywającą 100 t torfu dziennie. W koksowni przerabia się torf o wilgotności 90% na ziarna, ulegające łatwiej suszeniu; następnie suszy się torf na powietrzu, a potem sztucznie — w suszarniach ogrzewanych spalinami, przyczem doprowadza się wilgotność torfu do 28%. Dwa piece koksownicze o wydajności 1500 kg koksu torfowego dziennie, dają doskonałe paliwo dla generatorów, które — z kolei — dostarczają opału silnikom spalinowym. Demonstrowana jazda samochodem, wyposażonym w generator opalany koksem torfowym, wykazała rozchód koksu 72 kg na 100 km, wówczas gdy na tę samą jazdę potrzebny byłoby 55 l benzyny. Widzimy więc, jakie znaczenie ma ta dziedzina wyzyskania torfu. Samochód zasilany koksem torfowym przejechał 25 km ze średnią szybkością 40 km/h, na szlaku dość trudnym (wzniesienia 4% i liczne zakręty).

*) Przegl. Techn., t. 63 (1925) str. 181.

SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

T R E Ś Ć :

- Wyznaczanie wartości opałowej gazów ziemnych przez pomiar gęstości względnej, nap. Dr. W. Dominik.
- Wyznaczanie wartości opałowej gazu ziemnego na podstawie analizy chemicznej, nap. W. Leśniński i K. Katz.
- Krytyka metod wyznaczania wartości opałowej gazów ziemnych, nap. J. Wójcicki, Inżynier.
- Obliczenie strat cieplnych przy opalaniu kotłów gazem ziemnym, nap. W. Wiśniowski, Inżynier.
- Zjazd Sekcyjny WKEN w Tokio, w r. 1929.

WARSZAWA

17 PAŹDZIERNIKA

1928 r.

S O M M A I R E :

- Détermination du pouvoir calorifique du gaz souterrain au moyen de la mesure de densité relative, par M. W. Dominik, Dr., Professeur.
- Détermination du pouvoir calorifique du gaz souterrain d'après l'analyse chimique, par MM. W. Leśniński et K. Katz.
- Considérations critiques sur les méthodes de la détermination du pouvoir calorifique du gaz souterrain, par M. J. Wójcicki, Ingénieur.
- Calcul des pertes de chaleur au cours du chauffage des chaudières à gaz souterrain, par M. W. Wiśniowski, Ingénieur.
- Session prochaine de la World Power Conference à Tokyo, 1929.

Wyznaczanie wartości opałowej gazów ziemnych przez pomiar gęstości względnej^{*)}.

Napisał Dr. W. Dominik.

Dla przemysłu gazu ziemnego jest bardzo ważną możność oceniania wartości opałowej gazu wprost na jego miejscu wydobywania. Metody kalorymetryczne i analityczne nie nadają się do tego celu, gdyż wymagają dużo czasu i aparatury, nieporęcznej do użycia w warunkach pracy na kopalni.

Natomiast łatwą do szybkiego zmierzenia własnością wydobywanego się gazu ziemnego jest jego gęstość względem powietrza. Pomiar jej może być wykonany b. prędko za pomocą przyrządu zwanego „densoskopem“ ustroju naprz. inż. Z. Biluchowskiego i d-ra K. Klinga¹⁾.

Ponieważ gaz ziemny składa się niemal wyłącznie z samych węglowodorów homologicznych szeregu metanu (parafinowych), można na podstawie pomiaru gęstości wnosić o wartości opałowej danego gazu, o ile nie jest on zanieczyszczony innymi składnikami. Pomiędzy bowiem wartością opałową takiego gazu a jego gęstością względną istnieje prosta zależność, którą poniżej podamy.

Ciężar pozorny mola parafinu o wzorze ogólnym $C_{n_1}H_{2n_1+2}$ zmienia się proporcjonalnie do wielkości wskaźnika n_1 . Zależność tę określa funkcja

$$\gamma_w' = A'n_1 + a', \dots \dots \dots (1)$$

gdzie γ_w — ciężar pozorny mola parafinu,
 A' — stała wspólna wszystkim parafinom,
 a' — „ „ „ „ „ „

Jeżeli mamy mieszaninę, w której skład wchodzi związki homologiczne w ilościach x_1, x_2, \dots, x_r moli, te sumę ciężarów pozornych wyraża wzór

$$\Sigma \gamma_w' = A'(n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_r x_r) + a'(x_1 + x_2 + \dots + x_r) \dots \dots (2)$$

Ciężar więc pozorny mola mieszaniny będzie

$$\gamma_w' = A' \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_r x_r}{x_1 + x_2 + \dots + x_r} + a' \dots \dots (2a)$$

lub ogólnie

$$\gamma_w' = A'n + a' \dots \dots \dots (2b)$$

Gęstość gazu stanowi ze swej strony funkcję ciężaru cząsteczkowego, wobec czego gęstość mieszaniny rozważanych węglowodorów możemy ująć również w ciągłą funkcję liniową wielkości wskaźnika n analogicznie do wzoru (2b), mianowicie

$$D = An + a, \dots \dots \dots (3)$$

gdzie D — gęstość mieszaniny węglowodorów parafinowych,

A i a — stałe, proporcjonalne do powyższych wartości,

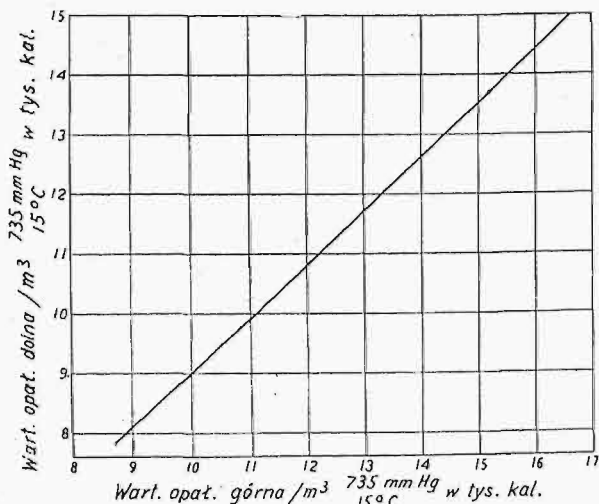
n — wskaźnik mieszaniny.

Zależność tę przedstawia wykreślnie dołączony wykres 1. Ogólne wyprowadzenie wzoru na gęstość mieszaniny węglowodorów, jako funkcji liniowej wskaźnika n , pozwala wnosić, że i inne własności fizyczne tej mieszaniny mogą być ujęte w zależność funkcjonalną od tegoż parametru, o ile

^{*)} Referat złożony przez Polski Komitet Energetyczny na Zjazd Paliwowy Wszechrwiatowej Konferencji Energetycznej w r. b. w Londynie.

¹⁾ Metan, 1927, str. 13—16.

tylko własności te są dla poszczególnych homologów funkcjami pierwszego stopnia.



Rys. 1.

Możemy więc wyrazić wartość opałową rozważanej mieszaniny wzorem

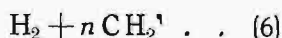
$$W_g = Kn + k \text{ Kal/mol}, \quad (4)$$

gdzie K i k — wartości stałe.

Z równań 3 i 4 otrzymujemy nast. wyrażenie na wartość opałową w zależności od gęstości mieszaniny:

$$W_g = \frac{K}{A} D + \left(k - \frac{K}{A} a\right) \quad (5)$$

Z drugiej strony wiemy, że poszczególne związki homologiczne szeregu $C_n H_{2n+2}$ różnią się o wielokrotność grupy CH_2 , tak że wzór ogólny szeregu $C_n H_{2n+2}$ możemy napisać w postaci



Należy tu jednak zaznaczyć, że we wzorze tym, gdy dotyczy on mieszaniny, zmienna n nie ma jedynie wartości całkowitych, jak to jest, gdy wzór dotyczy pewnego związku, należącego do rozpatrywanego szeregu, lecz zmienia się w sposób ciągły, od jednostki w górę.

Jak widzimy z tego wzoru, wartość opałowa parafinów wykazuje dla coraz wyższych homologów stały przyrost o wielokrotność grupy CH_2 , odpowiadający takież rozbudowie drobiny. Przez analogję wzorów (4) i (6) wnioskujemy, że współczynnik K odpowiada przyrostowi cząsteczkowego ciepła spalania przy przybytku jednej grupy CH_2 . Ten przyrost ciepła spalania wynosi ok.

15 800 Kal. Inne współczynniki wzoru (6) otrzymano w drodze doświadczeń. Są one następujące:

$$K = 158\,000 \text{ kaloryj (jak wyżej),}$$

$$k = 54\,600 \quad "$$

$$A = 0,485 \quad "$$

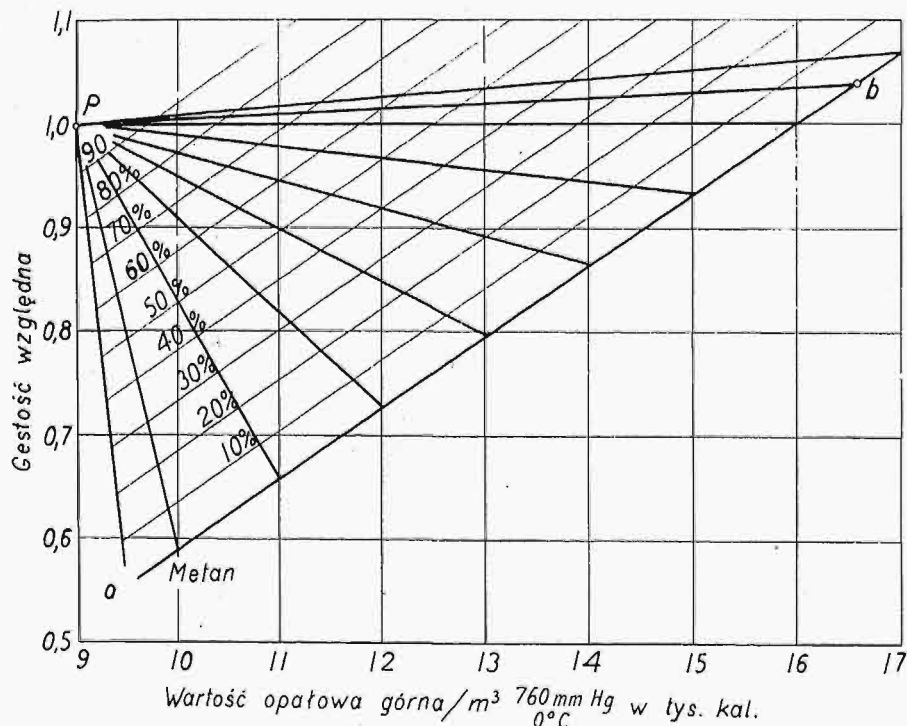
$$a = 0,069 \quad "$$

Przyjmując, że objętość jednego mola wynosi średnio $22,4 \text{ m}^3_{0^\circ}$, otrzymamy wzór szczegółowy

$$W_g = 14536 D + 1437 \text{ Kal/m}^3_{0^\circ} \quad (7)$$

Wzór powyższy odnosi się do wypadku, gdy gaz ziemny jest czystą mieszaniną.

W praktyce jednak gaz ziemny zawiera pewne zanieczyszczenia, które wymagają wprowadzenia odpowiedniej poprawki do pomiaru gęstości względnej, w celu przeliczenia jej na czyste węglowodory. Najczęściej spotykaną w praktyce domieszka jest powietrze. Z gęstości względnej gazu ziemnego oraz z zawartości powietrza możemy wyznaczyć wartość opałową gazu, posługując się wykresem 2.



Rys. 2.

Punkt P odpowiada czystemu powietrzu, linia $a-b$ — mieszaninie węglowodorów parafinowych. Linje przecinające się w punkcie P ilustrują zmienność ciężaru względnego z zawartością powietrza. Linje równoległe do prostej węglowodorów odpowiadają stałym procentom powietrza w gazie.

Wartość opałową gazu daje wprost położenie punktu. Możemy nadto znaleźć wartość opałową samych węglowodorów, zawartych w gazie, prowadząc przez dany punkt, wyznaczony gęstością względną i procentową domieszka powietrza w gazie, oraz przez punkt P prostą, aż do przecięcia się z linią $a-b$.

Wyznaczanie wartości opałowej gazu ziemnego na podstawie analizy chemicznej.^{*)}

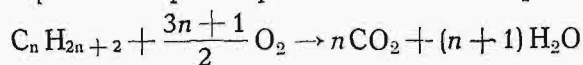
Napisali W. Leśniński i K. Katz.

Wyznaczanie wartości opałowej gazu ziemnego jest w praktyce często utrudnione wskutek tego, że ilość gazu zawarta w pobranej jego próbce jest zbyt mała, by mogła wystarczyć do analizy kalorymetrycznej. W tych wypadkach może oddać cenną przysługę metoda chemiczna wyznaczania wartości opałowej na podstawie analizy gazu, którą to metodę podamy poniżej.

Dla czystej mieszaniny węglowodorów parafinowych, głównego składnika gazów ziemnych, najprostszą drogą do wyznaczenia wartości opałowej na podstawie wyników analizy stwarza związek między wartością opałową a wskaźnikiem mieszaniny n z formuły $C_n H_{2n+2}$, ujęty we wzór:

$$W_g = Kn + k. \quad (1)$$

Wyznaczenie wskaźnika mieszaniny możemy przeprowadzić przez spalanie. Z równania spalania:



wynika:

$$n = \frac{\text{Objęt. bezw. węglow. w } m^3 \cdot V_\zeta}{\text{Objętość mieszaniny w } m^3 \cdot V_x} \quad (2)$$

gdzie

V_ζ — objętość mola mieszaniny węglowodorów parafinowych,

V_x — objętość mola bezwodnika węglowego.

O ile w gazie występują, oprócz węglowodorów parafinowych, inne jeszcze składniki palne, jak tlenek węgla ($\eta\%$) oraz wolny wodór ($\gamma\%$), wzór na wartość opałową rozszerza się o dalsze wyrażenia:

$$W_g = \frac{Kn+k}{V_\zeta} \cdot \frac{\zeta}{100} + \frac{W_\eta}{V_\eta} \cdot \frac{\eta}{100} + \frac{W_\gamma}{V_\gamma} \cdot \frac{\gamma}{100} \text{ Kal/m}^3 \quad (3)$$

Uwzględniając, że:

$$n = \frac{x'}{\zeta} \cdot \frac{V_\zeta}{V_x}$$

gdzie

x' — ilość bezwodnika węglowego, wytworzona przy spalaniu ζm^3 węglowodorów gazu,

otrzymamy:

$$W = \frac{K}{100 V_x} x' + k \frac{\zeta}{100 V_\zeta} + \frac{W_\eta}{V_\eta} \cdot \frac{\eta}{100} + \frac{W_\gamma}{V_\gamma} \cdot \frac{\gamma}{100} \quad (3a)$$

Stałe dla węglowodorów parafinowych przyjęto według Thomsena. Stała K , przedstawiająca średni przyrost wartości opałowej homologów, wynosi 158 823 kaloryj, liczonych na mol w warunkach normalnych. Stała k , jako różnica wartości opałowej metanu i średniego przyrostu (stałej K),

^{*)} Referat złożony przez Polski Komitet Energetyczny na Zjazd Paliwowy Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w r. b. w Londynie.

ma wartość 53 307 kaloryj. Inne stałe mają wartości następujące:

$$\begin{aligned} W_\eta &= 67960, \\ W_\gamma &= 68360, \\ V_\eta &= 22,393, \\ V_\gamma &= 22,429, \\ V_x &= 22,258. \end{aligned}$$

Objętość mola mieszaniny parafinu wyrażono jako funkcję stosunku $\frac{x'}{\zeta}$:

$$V = 22,258 - 0,203 \frac{x'}{\zeta} m^3 \text{ } ^{760}_0, \quad (4)$$

skąd:

$$\frac{1}{V} = 0,0004615 \frac{x'}{\zeta} + 0,0442688 \quad (4a)$$

Podstawiając wartości powyższe we wzór (3a), otrzymamy szczegółowy wzór na górną wartość opałową gazu ziemnego:

$$W_g = 71,512 x' + 23,593 \zeta + 30,48\% + 30,35 \eta \text{ Kal/m}^3 \text{ } ^{760}_0 \quad (5)$$

Wzór na dolną wartość opałową posiada postać analogiczną. Ciepło parowania wody, wytwarzanej przez węglowodory parafinowe, wynosi:

$$Q = \frac{(n+1)\zeta}{V_\zeta} q \text{ Kal/m}^3 \text{ } ^{760}_0 \quad (6)$$

gdzie q — ciepło parowania mola wody (10 710 Kal).

Odejmując powyższe wyrażenie od formuły na górną wartość opałową, dostaniemy:

$$W_d = \frac{K-q}{100 V_x} x' + \frac{k-q}{100 V} \zeta + \frac{W_\eta}{V_\eta} \cdot \frac{\eta}{100} + \frac{W'_\gamma}{V_\gamma} \cdot \frac{\gamma}{100} \text{ Kal/m}^3 \text{ } ^{760}_0 \quad (7)$$

gdzie

W'_γ — dolna wartość opałowa wodoru, liczona na mol (57650) lub — po podstawieniu wartości współczynników:

$$W_d = 66,651 x' + 18,857 \zeta + 25,71\% + 30,35 \eta \text{ Kal/m}^3 \text{ } ^{760}_0 \quad (7a)$$

Wartości opałowe, obliczone z powyższych wzorów dla trzech pierwszych parafinów rozpatrywanego szeregu, różnią się od cyfr doświadczalnych (według Thomsena) najwyżej o 17,4 kaloryj.

Pomiary kalorymetryczne górnej i dolnej wartości opałowej gazu ziemnego, wykonane aparatem Junkersa, oraz przeliczenia analizy chemicznej gazu wykazały, że metoda pośrednia wyznaczania wartości opałowej gazu ziemnego, drogą analizy chemicznej, jest dostatecznie ścisłą (błąd $\leq 1\%$).

W porównaniu z metodą kalorymetryczną, która, o ile ma dać dokładne wyniki, wymaga szeregu korektur, komplikujących pomiar, — jest ona znacznie prostszą. Szczególnie zaś — jak wspomniano we wstępie — może ona oddać usługi tam, gdzie jedynie małe ilości gazu są do dyspozycji.

Krytyka metod wyznaczania wartości opałowej gazów ziemnych.^{*)}

Napisał Inż. J. Wójcicki.

Celem badań autora było porównanie bezpośrednich (kalorymetrycznych) i pośrednich metod wyznaczania wartości opałowej gazów ziemnych przy uwzględnieniu ich dokładności, przydatności aparatury, czasu pomiaru i t. d.

Badania przeprowadzono na miejscu, w Zagłębiu Borysław — Tustanowice oraz w Daszawie. Wartość opałowa gazów, użytych do pomiarów, wahała się w granicach około 10 000 — 17 000 kaloryj na 1 m³ przy 15° C i 735 mm Hg. Gazy pochodziły z szybów czysto gazowych lub produkujących równocześnie ropę i wykazywały naogół znaczną zawartość gazoliny (tak zw. gazy mokre).

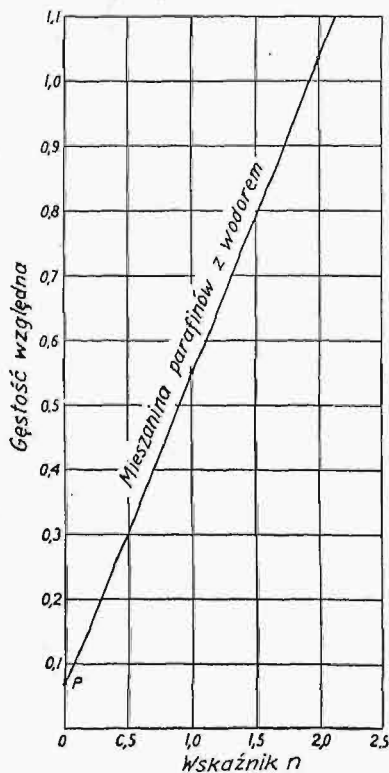
Przeliczenia oparto na założeniu, że palną częścią gazu ziemnego są węglowodory parafinowe (o wzorze C_nH_{2n+2}). Zawartość ich wyznaczano jako resztę, po odciążeniu zanieczyszczeń gazu, składających się z powietrza i bezwodnika węglowego.

Metoda bezpośrednia.

Metodę kalorymetryczną reprezentowały dwa aparaty:

- a) kalorymetr Junkersa,
- b) " " „Union”.

Przy aparacie Junkersa wystąpiły znaczne



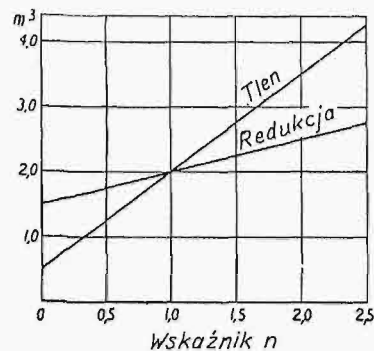
Rys. 1.

trudności — niezupełne spalanie, wskutek wysokich wartości opałowych gazu ziemnego. Także obciążenie palnika zredukowano do 10—17 Kal na minutę. Dla tych wartości straty na niespalone części wahały się w granicach 1,5—7,5%, co wyznaczano osobną analizą spalin kalorymetru Junkersa, przeprowadzaną równoległe z normalnym pomiarem wartości opałowej.

Uwzględniając powyższe straty, uzyskiwano na górną wartość opałową

cyfry, które przyjęto jako miarodajne w ocenie dokładności innych metod.

Kondensat, otrzymywany z pomiaru, wykazywał stałe za niskie wartości, w stosunku do wyliczonych z wskaźnika gazu, przy założeniu, że węglowodory należą do szeregu parafinów. Otrzymywany kondensat uzupełniono ilością, odpowiadającą niespalonemu wodorowi oraz różnicą wilgotności doprowadzonego do spalania powietrza atmosferycznego i uchodzących spalin, dzięki czemu błąd kondensatu spadał poniżej 1%. Tak uzupełniony kondensat służył do wyznaczenia dolnej wartości opałowej gazu.



Rys. 2.

Pomiary jednak wykazały, że zupełnie wystarczającą dokładność osiągamy, określając dolną wartość opałową palnej części gazu ziemnego z teoretycznej zależności, ważnej dla węglowodorów parafinowych (wykres 1):

$$W_d = BW_g + b \text{ Kal/m}^3, \dots (1)$$

gdzie W_d — dolna wartość opałowa gazu,

W_g — górna " " " "

B — wielkość stała, " " "

b — " " "

Kalorymetr „Union” pracował równoległe z kalorymetrem Junkersa, wykazując błędy, sięgające 32%. Powodu szukać należy w tym, że nie cały gaz, zamknięty w miernicy aparatu, bierze udział w spalaniu się. Stwierdzić to można, obserwując wznios płomienia. Określenie, na podstawie obserwacji w czasie pomiaru, ilości gazu, jaka uległa spalaniu (niekoniecznie zupełnemu), pozwala na wprowadzenie do obliczeń przybliżonej poprawki. Mimo jednak jej uwzględnienia, błąd mieścił się w granicach 7 — 12%, co dowodziłoby niezupełnego spalania się i tej części gazu, którą objął płomień.

Metody pośrednie.

Z dwóch metod pośrednich wyznaczania wartości opałowej gazu ziemnego: 1) przez pomiar gęstości względnej i 2) przez wyznaczanie wskaźnika mieszaniny węglowodorów parafinowych, jedynie ta druga okazała się metodą, dającą dostateczną dla ścisłych oznaczeń dokładność (do 1% błędu w porównaniu ze skorygowaną kalorymetryczną wartością Junkersa).

Pomiar gęstości względnej wykonywano densoskopem Bunsena, wprowadzając odpowiednią poprawkę na zanieczyszczenia (bezwodn. węgl. i powietrze). Wskaźnik n wyznaczano przez spalanie gazu w kombinowanym aparacie Orsata,

^{*)} Referat złożony przez Polski Komitet Energetyczny na Zjazd Paliwowy Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w r. b. w Londynie.

z biuretą Hempla i rurką platynową, używając zamknięć rtęciowych. Z ilości bezwodnika węglowego, a nadto — dla kontroli — z kontrakcji i ilości zużytego do spalania tlenu, wyliczano wskaźnik (patrz wykres 2). Wykonywując oba te pomiary na średniej próbce gazu, pobieranej aspiratorem w czasie spalania go w kalorymetrze Junkersa, uzyskiwano możliwość porównania wyników.

Z równań:

$$D = 0,485 n + 0,069 \quad (2)$$

$$W_g = 6500 n + 2200 \text{ Kal/m}^3 \text{ }^{760}_{15^\circ} \quad (3)$$

otrzymujemy

$$W_g = 13\,154 D + 1214 \text{ Kal/m}^3 \text{ }^{760}_{15^\circ} \quad (4)$$

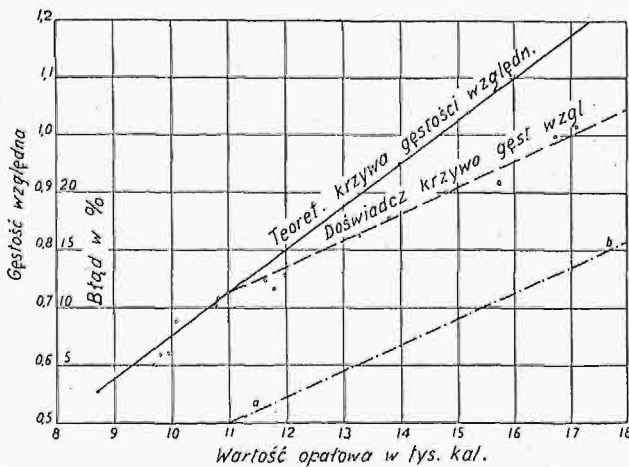
gdzie D — oznacza gęstość względną gazu,

W_g — górną wartość opałową,

n — wskaźnik we wzorze węglowodorów parafinowych $C_n H_{2n+2}$.

Jak wykazały pomiary, zależność powyższą można stosować jedynie do gazów małokalorycznych. Dla gazów o gęstości względnej ponad 0,7 (liczonej dla części palnej), wartości opałowe z pomiaru gęstości i kalorymetrem Junkersa wykazują znaczne różnice, dochodzące do 13%. Ujęto je we wzór:

$$\Delta_w = 7375,3 D - 5301,3 \text{ Kal/m}^3 \text{ }^{760}_{15^\circ} \quad (5)$$



Rys. 3.

Krzywa rzeczywistych wartości opałowych, wyrażonych jako funkcja gęstości względnej, przebiega do punktu, odpowiadającego gęstości ok. 0,7, według zależności teoretycznej, przedstawionej

wzorem (4), powyżej zaś tej wartości — według równania:

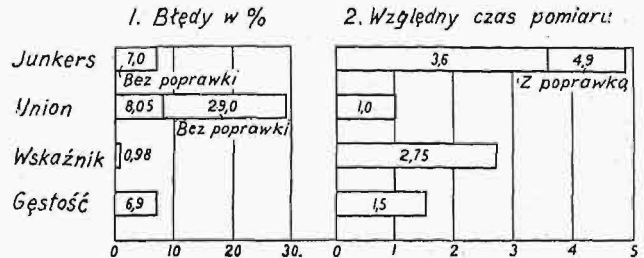
$$W_g = 13\,514 D + 1214 + \Delta_w \text{ Kal/m}^3 \text{ }^{760}_{15^\circ} \quad (6)$$

co po podstawieniu da:

$$W_g = 21\,087,3 D - 4087,3 \text{ Kal/m}^3 \text{ }^{760}_{15^\circ} \quad (6a)$$

Funkcję powyższą przedstawia wykres 3.

Wynik badań ujęto dla przejrzystości w wykres (4), w którym podano względny błąd, określony w procentach wartości opałowej, wyznaczonej aparatem Junkersa, oraz czas, zużywany na



Rys. 4.

miar górnej wartości opałowej gazu poszczególnymi metodami, w odniesieniu do czasu pomiaru kalorymetrem „Union”.

Pod względem oszczędności czasu, na pierwszym miejscu należy postawić kalorymetr „Union”. Jednak błąd pomiarowy, nawet po uwzględnieniu poprawki, wyklucza możliwość używania tego aparatu. Kalorymetr Junkersa bez poprawki na niepalone części oraz metoda pośrednia wyznaczania wartości opałowej przez pomiar gęstości względnej, dają pod względem dokładności prawie te same wyniki. Średni błąd z tej samej ilości pomiarów wynosi tu 7%.

Wprowadzając do formuły na górną wartość opałową powyżej podaną poprawkę, jako funkcję gęstości względnej, uzyskujemy znaczne przybliżenie wyników do wartości rzeczywistych. Mimo to należy przyjąć, że metoda ta, jako stosunkowo mało dokładna, ma charakter jedynie pomiarów orientacyjnych.

Do ścisłych oznaczeń nadaje się doskonale metoda analizy chemicznej, wprowadzona do pomiarów w formie wyznaczania wskaźnika mieszaniny węglowodorów parafinowych. Metoda ta, nie ustępująca pod względem dokładności bezpośrednim pomiarom kalorymetrycznym, przewyższa je pod względem oszczędności czasu niemal dwukrotnie.

Obliczenie strat cieplnych przy opalaniu kotłów gazem ziemnym.^{*)}

Napisał Wiktor Wiśniowski.

Rozpatrując straty w kotle, musimy podzielić je na dwie kategorie, a więc takie, które zależą tylko od wykonania urządzenia kotłowego oraz

straty, które, nie będąc zupełnie wolne od wpływu urządzeń, zależą jednak w głównej mierze od rodzaju paliwa. Do tej kategorii zaliczamy straty kominowe, a dalej straty na części niespalone. Punktem wyjścia do ich obliczenia jest jakościowy i ilościowy skład paliwa oraz spalin.

W odniesieniu do węglowodorów zawartych

^{*)} Referat złożony przez Polski Komitet Energetyczny na Zjazd Paliwowy Wszechświatowej Konferencji Energetycznej w r. b. w Londynie.

w gazie (oraz w spalinach), wprowadzono określenie zawartości węgla oraz wodoru w jednym ich molu przez wskaźniki n oraz m . Oznaczeniem tem możemy objąć zarówno jednolity węglowodór, jak też i dowolną mieszaninę węglowodorów, a nawet czysty wodór, o ile ograniczamy się do rozpatrywania stosunków wagowych mieszaniny, jak to ma miejsce przy układaniu wzorów spalania.

Dla praktyki bardzo doniosłym ułatwieniem przeliczeń jest skład polskich gazów ziemnych, gdyż ich składnikami palnymi są głównie węglowodory parafinowe. W tym wypadku istnieje między wskaźnikami związek:

$$m = 2n + 2,$$

co upraszcza wzory ogólne. Dalej możliwe jest również, dla takiej mieszaniny, określanie wskaźnikiem własności fizykalnych części palnej gazu ziemnego, jak wartości opałowej, gęstości, ciepła właściwego i t. d.

Nie uwzględniając przy układaniu wzorów szczególnego składu naszego gazu ziemnego, mamy dla węglowodorów i wolnego wodoru ogólne oznaczenie $C_n H_m$ (zam. $C_n H_{2n+2}$). Oba wskaźniki m i n zmieniają się w sposób ciągły.

Jako dalsze składniki gazu ziemnego, przyjęto tlenek węgla, bezwodnik węglowy, wolny tlen lub azot. Dzięki uwzględnieniu ich obecności, zyskują podane niżej wzory pewną wszechstronność. Wprowadzając bowiem odpowiednie uproszczenia, wynikające ze składu danego paliwa gazowego, możemy z łatwością dostosować je do tego gazu. Tak np. nietrudno przejść do mieszaniny CO z CH_4 i H_2 , przyczem te dwa ostatnie ciała należy traktować razem, określając je jednym wskaźnikiem n , oraz ich wspólną zawartością procentową.

Skład spalin suchych wykazuje pewne odrębne właściwości. Oprócz produktu zupełnego spalania: bezwodnika węglowego, dalej tlenku węgla oraz sadzy, pojawiają się w spalinach węglowodory oraz wolny wodór. Straty powodowane obecnością tych dwu ostatnich ciał zależą nie tylko od ich procentowego udziału w spalinach, lecz również i od wielkości ich wskaźnika.

Straty na niespalone części.

Ogólna formuła na obliczenie strat na niespalone części

$$S = \frac{\text{Wart. opał. części niesp. w spalinach}}{\text{Wartość opałowa gazu ziemnego}} \times V_1 \times \% \text{zaw. niesp. części},$$

oprócz wielkości, które musimy wyznaczyć bezpośrednio pomiarem, zawiera — jako niewiadomą — objętość spalin V_1 .

Obliczenie jej możemy oprzeć na bilansie węgla lub tlenu. W pierwszym wypadku:

$$V_1 = \frac{\xi + \eta + \zeta n}{w + x + y + zn} m^3 / m^3 \text{ } ^{\circ} \text{ } \dots (1)$$

gdzie:

- V_1 — objętość suchych spalin z 1 m^3 gazu,
- ξ — % CO_2 w gazie ziemnym,
- η — % CO " " " "
- ζ — % węglowodorów, " " " "
- n — wskaźnik węgla dla danego węglowodoru,

- w — zawartość zdysocjowanego węgla w 100 molach suchych spalin, w kg -atomach,
- x, y, z — odpow. zawartości %-owe CO_2 , CO i węglowodorów w spalinach suchych wedł. analizy,
- n' — wskaźnik węgla dla węglowodorów w spalinach.

Wzór ten można stosować tylko wtedy, gdy nie ma w spalinach sadzy. Występowanie jej atoli można prawie zawsze zaobserwować. Chcąc więc uwzględnić i ten produkt spalania gazu, musimy użyć do obliczenia objętości spalin wzoru:

$$V_1 = \frac{8400 + (79m - 84)\xi - \{400(\xi + \vartheta) + 242\eta\}}{8400 + (79m' - 84)z - \{400(x+t) + 242y\}} m^3 / m^3 \text{ } ^{\circ} \text{ } ^{\circ},$$

gdzie m i m' — odpow. wskaźniki wodoru dla węglowodorów, zawartych w gazie i w spalinach.

- ϑ — % wolnego tlenu w gazie ziemnym,
- t — % tlenu w spalinach suchych.

Wzór powyższy dostajemy z przeliczenia zawartości tlenu w paliwie i w powietrzu atmosferycznym, użytem do spalania, oraz w spalinach. Sumarycznie doprowadzamy do paleniska tlen w ilości:

$$\frac{\xi + \vartheta}{100} + \frac{\eta}{200} + \frac{21}{79} \frac{V_1 a - \alpha}{100} m^3 \text{ } ^{\circ} \text{ } ^{\circ}, \dots (3)$$

gdzie:

- a — % azotu w spalinach,
- α — % azotu w gazie ziemnym.

Uwzględniając rozmieszczenie tlenu w składnikach spalin, wytworzonych przez spalanie 1 m^3 gazu (w warunkach normalnych), otrzymamy wyrażenie na zawartość tlenu w spalinach (mokrych):

$$V_1 \frac{x+t}{100} + V_1 \frac{y}{200} + \text{tlen w parze wodnej } m^3 \text{ } ^{\circ} \text{ } ^{\circ} (4)$$

Para wodna nie wytwarza się w całkowitej, teoretycznie możliwej, ilości. Część wodoru paliwa przechodzi do spalin w postaci wolnej lub w postaci węglowodorów niespalonych. Ilość ta jest proporcjonalna do wskaźnika m' . Stąd,

$$\text{Tlen w parze wodnej} = \frac{\zeta}{100} \cdot \frac{m}{2} - \frac{z V_1 m'}{100 \cdot 2} m^3 \text{ } ^{\circ} \text{ } ^{\circ} (5)$$

Trzy powyższe formuły dają wzór (2).

Prostą swą postać zdziedzicza wzór wprowadzeniu do przeliczeń wskaźników węglowodorów i wolnego wodoru.

Wykazuje to dalsze ważne zalety.

Upraszczają się przede wszystkim metody analizowania spalin. Zawartość węglowodorów, w łączności z wolnym wodorem, można wyznaczyć jedną analizą spalania, dzięki czemu zyskujemy skrócenie czasu trwania analizy oraz powiększenie stopnia jej dokładności.

Interesująca jest możliwość obliczenia ilości zdysocjowanego węgla (w) wprost ze wzorów na objętość spalin. Ze wzoru, opartego na bilansie węgla, wyliczamy:

$$w = \frac{\xi + \eta + \zeta n}{V_1} - (x + y + zn') \text{ kg/100 moli spalin } (6)$$

gdzie V_1 określi nam wzór (2).

Wartość opałowa części niespalonych.

Obliczanie strat na niespalone części związane jest bezpośrednio z zagadnieniem wyznaczania

wartości opałowej tych części. Niektóre składniki, jak flenek węgla oraz sadza, traktowane są w przeliczeniach odrębnie, lub ich wartość opałowa znana jest z literatury. Natomiast mieszanina ujęta we wzór $C_n \cdot H_m$, w której mogą występować różne kombinacje węglowodorów i wolnego wodoru, zmienia swą wartość opałową zależnie od ilościowego i jakościowego udziału poszczególnych składników. Ścisłe jej określenie wymaga osobnego pomiaru kalorymetrycznego i, o ile to jest możliwe, wyodrębnienia poszczególnych składników.

W praktyce mamy zwykle do czynienia ze znacznie uproszczonym wypadkiem, w którym głównymi składnikami mieszaniny $C_n \cdot H_m$ są: wolny wodór oraz metan. Mieszanina taka daje się ująć w jeden wzór objętościowy $C_n \cdot H_{2n'+2}$, a więc analogiczny jak dla samych parafinów. Wskaźnik n' ma dla takiej mieszaniny wartość mniejszą, niż dla czystych parafinów, występujących w niej, oraz większy zakres zmienności. Może on przybierać również wartości mniejsze od jedności.

Określenie wartości opałowej tej mieszaniny wprost z jej wskaźnika nie daje się przeprowadzić jednoznacznie. Powodem jest inna wartość opałowa wolnego wodoru, aniżeli grupy H_2 parafinów.

Zależność wartości opałowej mieszaniny wodoru i parafinów od wskaźnika n' mieszaniny oraz wskaźnika parafinów (n), podaje wykres 1. Punkt W odpowiada czystemu wodorowi, linja $a - b$ — parafinom. Prosta $W - A$ (o innym nachyleniu, aniżeli prosta $a - b$), odnosi się do mieszaniny wodoru z metanem, prosta $W - c$ — do mieszaniny wodoru z butanem. Chcąc więc jednoznacznie określić wartość opałową takich mieszanin, musimy znać nie tylko wskaźnik mieszaniny, ale też i wskaźnik występujących w niej parafinów, względnie ich procentową zawartość.

Biorąc pod uwagę kombinację wolnego wodoru z metanem i butanem, dostaniemy jako maksymalną różnicę w wartościach opałowych ok. 460 kaloryj. W spalinach z taką kombinacją nie należy się liczyć, tak że możliwe tu się staje korzystanie z wykresu, bez popełnienia większych błędów, w sposób następujący:

Zajść mogą dwa zasadnicze wypadki:

$$\begin{aligned} n' &> 1, \\ n' &< 1. \end{aligned}$$

Dla pierwszego wypadku, mając wyznaczony wskaźnik mieszaniny, określimy jej wartość opałową tak, jak gdyby wolnego wodoru nie było, posługując się linją $a - b$. Dla $n' < 1$, co świadczy o tem, że w mieszaninie musi występować wolny wodór, przyjmujemy, że zawiera ona z parafinów jedynie metan, wobec czego wartość opałową wyznaczymy z linji $W - A$.

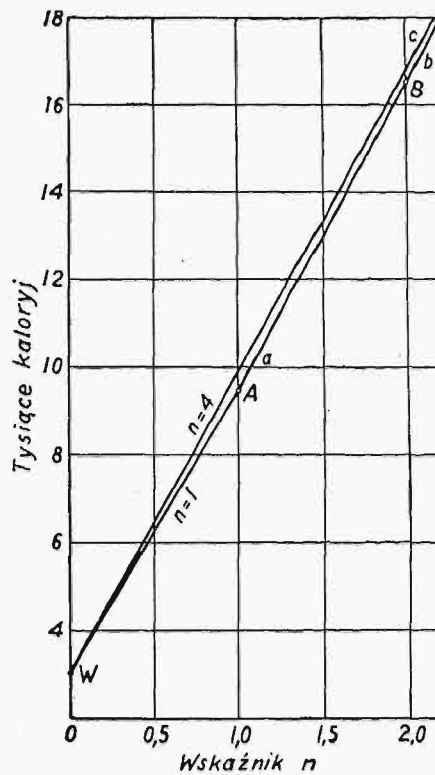
Straty kominowe.

Wzór na stratę kominową ma postać:

$$S_t = \frac{(t_{sp} - t_o)}{W_d} (V_1 x c_{mCO_2} + V_1 y c_{mCO} + V_1 z c_{mC_nH_m} + V_1 t c_{mO_2} + V_1 a c_{mN_2} + \frac{m}{2} \zeta c_{mH_2O} - V_1 z \frac{m'}{2} c_{mH_2O}), \dots \dots \dots (7)$$

gdzie

t_o i t_{sp} — oznaczają odpow. temp. kotłowni i spalin,
 c_m — śr. ciepło własc. w granicach temperatur t_o i t_{sp} ,
 W_d — dolną wartość opałową gazu ziemnego.



Rys. 1.

W powyższy wzór wstawiamy:

$$\begin{aligned} c_{mCO} &= c_{mO_2} = c_{mN_2}, \\ y + t + a &= 100 - x - z. \end{aligned}$$

Dla średniej różnicy temperatur 250°:

$$\begin{aligned} c_{mO_2} &= 0,442 \\ c_{mCO} &= 0,318 \\ c_{mH_2O} &= 0,376. \end{aligned}$$

Po uwzględnieniu tych cyfr, wzór przybiera postać:

$$S_t = \frac{t_{sp} - t_o}{W_d} [V_1 \{0,124 x + (c_{mC_nH_m} - 0,318 - 0,188 m') z + 31,8\} + 0,188 \zeta m] \dots (7a)$$

Określenie ciepła właściwego mieszaniny węglowodorów i wolnego wodoru można w praktyce sprowadzić, podobnie jak dla wartości opałowej, do dwóch wypadków:

$$\begin{aligned} n' &< 1, \\ n' &> 1. \end{aligned}$$

Zakładamy tu nadto obecność w spalinach jedynie parafinów i wolnego wodoru, czyli:

$$\begin{aligned} m &= 2n + 2 \\ m' &= 2n' + 2. \end{aligned}$$

1) $n' \geq 1$.

W tym wypadku, jak zaznaczono wyżej, nie uwzględniamy obecności wodoru w spalinach. Przyjmując nadto:

$$c_{mC_nH_m} = c_{mCH_4} = 0,451, \text{ otrzymamy}$$

$$S_t = \frac{t_{sp} - t_o}{W_d} [V_1 \{0,124x - (0,243 + 0,376n')z + 31,8\} + 37,6(n+1)] \dots (8)$$

2) $n < 1$.

Obok metanu, spaliny zawierają wolny wodor. Ciepło właściwe tej mieszaniny wyraża wzór

$$c_{mC_{H_m}} = n' c_{mCH_4} + (1 - n') c_{mH_2} = 0,317 + 0,134n', \dots (9)$$

gdzie:

$$c_{mCH_4} = 0,451,$$

$$c_{mH_2} = 0,317.$$

Wobec tego:

$$S_t = \frac{t_{sp} - t_o}{W_d} \{V_1 [0,124x - (0,377 + 0,242n')z + 31,8] + 37,6(n+1)\} \dots (10)$$

W wypadku zupełnego spalania, wzór na stratę kominową, przy zachowaniu powyżej podanych

ZJAZD SEKCYJNY WKEN w TOKJO.

W październiku 1929 r. odbyć się ma w Tokio Pierwszy Wszechświatowy Kongres Inżynierów. W związku z tem Japoński Komitet Energetyczny wystąpił z propozycją zorganizowania w tym samym czasie w Tokio Zjazdu sekcijnego WKEN. Propozycję tę przyjęto w r. ub. na zebraniu Międzyn. Rady Wykonawczej WKEN w Cernobbio i ustalono, że tematem obrad tego Zjazdu będzie rozwój źródeł energii.

Ponieważ Kongres Inżynierów będzie rozpatrywał tematy czysto techniczne, przeto jest pożądane, by referaty na Zjazd WKEN uwzględniały w znacznej mierze stronę ekonomiczną rozważanych zagadnień i w ten sposób uzupełniały prace Kongresu.

Program ogólny Zjazdu zawiera tematy następujące:

Sekcja A. Rozwój źródeł energii:

- ogólny, t. zn. rozwój wyzyskania i rozdział paliw: stałych, ciekłych i gazowych, oraz sił wodnych; wyzyskanie energii wiatru, przyływów, energii słonecznej, ciepła, źródeł podziemnych etc.;
- względy gospodarcze produkcji energii, metody i koszty, transport zasobów energii i jej przetwarzanie, metody i koszty.

Sekcja B. Ujednostajnienie i administracja źródeł energii:

- Zagadnienia techniczne:
 - Energia elektryczna, wytwarzana z energii wodnej, z uwzględnieniem kosztów;
 - Energia elektryczna wytwarzana w silnikach cieplnych, ze szczeg. uwzględnieniem wysokich temperatur i wysokich ciśnień pary; Siłownie o silnikach spalinowych. Współpraca z silnikami wodnymi.
 - Ujednostajnienie częstotliwości i napięcia.
 - Jednoczesne zastosowanie różnych systemów transmisji przewodami głównymi do różnych celów.
 - Zamienne zasilanie energią z różnych źródeł przeznaczonych do rozm. celów.
 - Oddziaływanie na rozm. powietrzne linje komunikacji (telefony i telegraf), wywołane bliskością przewodów przesyłowych o b. wysokim napięciu (super-high tension).
 - Badania metod rozpowszechnienia zastosowania elektryczności.
- Zagadnienia administracyjne:
 - Ogólne współdziałanie administracyjne pomiędzy elektrowniami publicznymi i prywatnymi.
 - Taryfy; ogólne warunki sprzedaży energii.
 - Rozdział energii elektrycznej (zagadn. ogólne). Uwzględnienie wahań zapotrzebowania i produkcji.
 - Wyzyskanie nadmiaru energii.
- Zagadnienia prawne:
 - Kontrola i inspekcja przemysłu elektrownianego.
 - Kontrola koncesyj na siłę wodną.

założeń co do wskaźników dla gazu, przybiera postać:

$$S_t = \frac{t_{sp} - t_o}{W_n} \left(\frac{3180n}{x} + 50n + 37,6 \right) \dots (11)$$

Teoretyczna ilość powietrza do spalania i jego nadmiar.

Ilość powietrza, teoretycznie potrzebna do spalania 1 m³ gazu, wynosi:

$$P_t = \frac{2\eta + (4n + m)\zeta - 4\vartheta}{84} m^3/m^3 \text{ gazu} \dots (12)$$

Nadmiar powietrza, jako stosunek ilości powietrza rzeczywistego, określonego wzorem:

$$P_{rz} = \frac{100}{79} \cdot \frac{aV_1 - a}{100} m^3 \dots (13)$$

do ilości teoretycznej, wyraża wzór

$$v = \frac{84(aV_1 - a)}{158\eta + (316n + 79m)\zeta - 316\vartheta} \dots (14)$$

3. Opłaty i kontrola.

4. Wpływ rozwoju sił wodnych na przemysł górniczy, rybołówstwo, leśnictwo, nawadnianie, żeglugę etc.

5. Władze administracyjne i arbitrażowe.

d) Zagadnienia ogólne:

- Racjonalizacja przemysłu.
- Własność publiczna i prywatna zakładów.
- Elektryfikacja kolei, przemysłu i rolnictwa.

Sekcja C. Zastosowania energii do przewozów:

- Lokomotywy: parowe, elektryczne, diesel'owe i turbiny nowe.
- Samochody; ogólnie: komunikacja autobusowa i linje dojazdowe.
- Samoloty: zastosowanie nafty i silników Diesel'a.
- Napęd okrętów: parowy, siln. Diesel'a i elektryczny.
- Koleje linowe.
- Tramwaje nadziemne.

Sekcja D. Podwyższenie sprawności wytwarzania energii.

- Zagadnienia ogólne.
- Sprzęganie mniejszych jednostek.
- Siłownie okręgowe (super power systems).
- Rozdział obciążenia i współczynnik obciążenia.
- Zastosowanie silników o wysokiej sprawności.
- Ulepszenie sprawności silników.

Sekcja E. Rozdział paliwa i energii.

- Wartość gospodarcza urządzeń zasilających paliwem.
- Dostawa paliwa wielkim ośrodkiem spożycia.
- Dostawa paliwa do spożywców drobnych i do domów.
- Rozdział paliwa w miastach i na wsi.

Sekcja F. Zwalczanie dymu w miastach.

- Zagadn. ogólne, t. zn. wpływ dymu na życie ludzkie, roślinność, rolę i jego znaczenie etc.
- Selekcja paliw i zastosowanie specjalnych urządzeń; antracyt, gaz, koks i in. paliwa bezdymne; urządzenia zapobiegające zupełne spalanie.
- Elektryfikacja węzłów kolejowych.
- Elektryczność w ogólnym przemyśle.
- Elektryczność i gaz do użytku domowego.

Podczas Zjazdu odbędą się nast. wycieczki: do Nikko, miejscowości słynącej z niezwykle pięknych budowli religijnych Wschodu, do Hakone — miejscowości górskiej, obfitującej z źródła gorące, do Atami — słynnej z nadzwyczaj łagodnego klimatu i gejzerów, Miyajima (t. zw. świętej wyspy) — jednej z najpiękniejszych miejscowości Japonji, do Fudzigoko — nad jezioro Fudzi, u stop przepięknego wulkanu teje nazwy, jednego z najładniejszych na świecie zakątków, do Kjoto — dawnej stolicy, obfitującej w interesujące budowle (pałace i in.), do Nara, która była stolicą Japonji w okresie 710—784, do Korei, gdzie będzie w tym czasie Wystawa Przemysłowa i do Mandzurji, dla zwiedzenia kopalń odkrywkowych i odlewni żeliwa, portu Artura i in. miejscowości.