



8 59

482895A

221613





# OSZCZĘDNY OPAŁ

wodnych centralnych ogrzewań  
koksem gazowniczym i gazem

38409  
PROF. INŻ. R. DAWIDOWSKI

KRAKÓW

Nakładem Redakcji »Gaz i Woda«

1931

5412



# OSZCZĘDNY OPAŁ

wodnych centralnych ogrzewań  
koksem gazowniczym i gazem

PROF. INŻ. R. DAWIDOWSKI

KRAKÓW

Nakładem Redakcji »Gaz i Woda«

1931



1000303408

## TREŚĆ:

	Str.
Wstęp . . . . .	3
Szematyczne zestawienie czynności obsługi . . . . .	4
Część pierwsza (praktyczne wskazówki).	
Niedomagania w zużyciu opału centralnych ogrzewañ . . . . .	6
Materiał opałowy centralnych ogrzewañ . . . . .	8
Zasada palenisk centralnych ogrzewañ . . . . .	13
Kontrola temperatury w mieszkaniach . . . . .	20
Ustalanie temperatury wody kotłowej . . . . .	25
Wyznaczanie codziennej ilości koksu . . . . .	28
Regulacja dopływu powietrza . . . . .	34
Samoczynny miarkownik dopływu powietrza . . . . .	37
Kontrola temperatury kominowej . . . . .	41
Sorty koksu . . . . .	43
Część druga (zarys teorii spalania).	
Spalanie i spalność koksu . . . . .	46
Obliczanie zapotrzebowania koksu . . . . .	62
Teoria wpływu temperatury kominowej . . . . .	76
Analiza gazów i jej wyzyskanie . . . . .	84



I. 462

NRB 545

~~22 28 48~~ 28 42

## PRZEDMOWA

*W stosunkowo wysoko rozwiniętej technice centralnego ogrzewnictwa kwestja ekonomicznego wyzyskania opału traktowana jest po macoszemu.*

*Z chwilą stworzenia urządzenia zdolnego do ekonomicznego wyzyskania opału, konstruktor uważa swoje główne zadanie za spełnione, za mało ma sposobności do dalszego obserwowania urządzenia, ponieważ okres oddawania urządzenia przyszłemu właścicielowi jest z natury rzeczy tak ograniczony, że wystarczy zaledwie na ogólny pokaz najniezbędniejszych czynności obsługi, podczas gdy uświadomienie co do prawidłowej obsługi i możliwości ekonomicznego wyzyskania opału wymaga pewnego oswojenia się z urządzeniem.*

*Książka ta ma więc być uzupełnieniem i utrwaleniem okresu instrukcji i jako taka przeznaczona jest tak dla właścicieli urządzeń centralnych ogrzewań oraz ich obsługi, jak też jako podręcznik dla instruktorów biur instalacyjnych.*

AUTOR.

---

---

## **Jak należy umiejętnie palić w kotłach wodnego centralnego ogrzewania.**

- 1) Każdego dnia o godzinie 9 wieczór odczytać temperaturę wody na termometrze okiennym i tą temperaturę wody utrzymywać stale w kotle przez cały następny dzień według str. 26.
- 2) Podług powyższej temperatury wody ustalić ilość koksu na następny dzień według str. 29.
- 3) Podpalać wczas rano i regulować podgrzewanie wody według str. 35 i 36.
- 4) Wyznaczoną na ten dzień ilość koksu rozdzielić na cały dzień i dorzucać do kotła w odstępach jedno lub dwugodzinnych według str. 29 i 30.
- 5) W razie wysokiej warstwy koksu uchylić rozetę w górnych drzwiczkach lub uchylić górne drzwiczki według str. 36.
- 6) Dopływ powietrza nakrywą popielnika i zaworem kominowym tak nastawić, ażeby wahanie temperatury wody w kotle było jak najmniejsze według str. 35.

- 7) Samoczynny miarkownik nastawić na temperaturę wody danego dnia według str. 39 i 40.
- 8) Kontrolować temperaturę w mieszkaniach zapomocą termometrów ściennych według str. 22 i 23.
- 9) Ewentualnie kontrolować temperaturę kominową według str. 41.

W centralnych ogrzewaniach, opalanych gazem, należy co do punktów 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 postępować zupełnie identycznie, natomiast w miejsce zracjonowania koksu, należy palniki gazowe tak nastawić, ażeby podana w punkcie 1 (patrz na str. 30) temperatura wody była stale utrzymywana. Przy kociołkach gazowych o większej ilości palników można zgóry tabelarycznie ustalić ilość palników, która ma się danego dnia palić dla każdej pożądanej temperatury wody według str. 34 i 71.

---

# CZĘŚĆ I.

## PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI.

### **Niedomagania w zużyciu opału do celów centralnych ogrzewań.**

Niejednokrotnie spotkać się można ze skargami na nadmierne koszty opału centralnych oraz t. zw. minjaturowych, względnie piętrowych, etażowych lub mieszkaniowych ogrzewań i rzeczywiście w rzadko których urządzeniach technicznych (jak np. kotłach parowych, a nawet w zwykłych piecach domowych) można przez nieogłędłą obsługę spalić bezużytecznie taki nadmiar opału, jak przy centralnych ogrzewaniach. Przy zwykłych piecach domowych opala się zazwyczaj tylko najbardziej używane pokoje w przeciwieństwie do centralnych ogrzewań, które są zgóry przeznaczone do stałego równomiernego ogrzewania całego mieszkania.

Ponadto w centralnych ogrzewaniach używany jest szlachetniejszy materiał, pochodzący z przeróbki węgla t. j. koks, który z tego względu musi być droższy od węgla.

Te obydwie nieodzowne zwyczajki kosztów opału centralnych ogrzewań mogłyby być w znacznym stopniu zrównoważone doskonałym wyzyskaniem ciepła w centralnych ogrzewaniach, gdyby temu nie stało na przeszkodzie niejednokrotnie niedostateczne uświadomienie właścicieli centralnych ogrzewań i ich obsługi pod względem właściwości opału centralnych ogrzewań. Wynikiem tego jest nadmierne zużycie opału, która to bezużyteczna nadwyżka dochodzi do poważnych cyfr 50—100<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, a nawet czasem i wyżej.

Zupełnie błędne jest zapatrywanie, że dla ekonomicznego wykorzystania centralnego ogrzewania wystarczające jest kilkodniowe, a nawet nieraz kilkogodzinne pouczenie obsługi dotąd z opalem zupełnie nieobeznanej, która zazwyczaj nie może przetrwać w tak krótkim czasie wszystkich wskazówek, udzielonych przez instruktora. Wystarcza to zaledwie z konieczności do uruchomienia centralnego ogrzewania i dlatego też lepszą metodą jest krótkie dodatkowe przeszkolenie obsługi dopiero po pewnym okresie czasu wykonywanej funkcji i wydatek w tym kierunku zawsze się opłaci ze względu na poważne szkody, jakie powstają przez nieumiejętne wykorzystanie paliwa.

Centralne ogrzewanie średniej wielkości zużywa 150 do 200 cetnarów koksu miesięcznie wartości około 1500 zł, a więc nadmierne zużycie koksu choćby tylko w ilości 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> powoduje przez jedną zimę zbyteczną nadwyżkę kosztów 2000 do 3000 złotych. I to trzeba wziąć pod uwagę, że spalając nieumiejętnie więcej koksu nie uzyskujemy nadmiaru ciepła, przeciwnie, kto oszczędnie pali, uzyskuje więcej ciepła, podczas gdy nieumiejętnie spowodowany nadmiar zużycia opału związany jest zazwyczaj z niedostatecznym uzyskiem ciepła.

### **Materiał opałowy centralnych ogrzewań.**

Centralne ogrzewania opala się zazwyczaj koksem, ponieważ węgiel wydziela w pierwszym okresie spalania węglowodory, a więc spala się 12 do 30 metrów długim płomieniem, wskutek czego spalanie węgla w kotłach centralnych ogrzewań wymaga, według wyjaśnień na str. 62, szczególnie umiejętnej regulacji dopływu powietrza i przydawania węgla do paleniska.

Koks, nie posiadając ulatniających się węglowodorowych gazów, spala się bezpłomiennie względnie słabym przejrzystym płomieniem, a więc brak ulatniających się gazów palnych

jest powodem, że ilość spalanego koksu łatwo dostosowuje się do ilości doprowadzonego powietrza. Przy małej ilości doprowadzonego powietrza przedłużamy dowolnie czas spalania, koks spala się wprawdzie nieco gorzej według str. 31, jednak powstająca w tym wypadku mała ilość spalin ma więcej sposobności do oddawania swego ciepła ścianom kotła, wskutek czego temperatura kominowa jest niższa, czyli potocznie mówiąc, mniej ciepła ucieka do komina. Natomiast spalając koks z dużą ilością powietrza, przyśpieszamy spalanie według str. 57, koks spala się lepiej, wydaje więcej ciepła, jednak znaczniejsza część tego ciepła odpływa do komina czyli temperatura kominowa wzrasta.

Te dwa warunki, gorsze spalanie i mniejsza strata kominowa, oraz lepsze spalanie i większa strata kominowa, uzupełniają się w pewnych granicach według str. 77, a więc można powiedzieć, że zapomocą dopuszczania większej lub mniejszej ilości powietrza, regulujemy ilość spalonego koksu, z wyjątkiem okresu ostatecznego dopalania się koksu, który w tym okresie obtulony większą ilością popiołu trudniej łączy się z powietrzem, a więc silny dopływ powietrza w tym okresie powoduje znaczne pogorszenie spalania się dopałków

koksu. Dlatego też, jeśli kocioł ma być nadal opalany, nie należy dopuszczać do znacznego obniżenia warstwy koksu ze względu, że dopalki koksu tylko nakryte świeżym koksem dobrze się spalają.

Rodzaje koksów dzielimy według sposobu wyrobu koksu, a więc w naszych warunkach mamy przeważnie do czynienia z dwoma rodzajami, a to z koksem hutniczym, wyrabianym w koksowniach i koksem gazowniczym produkowanym w gazowniach.

Miarą dobroci koksu jest jego wartość opałowa oraz, według najnowszych badań, jego spalność.

Co do wartości opałowej obecnie nie zachodzą znaczne różnice między koksem hutniczym i gazowniczym, zwłaszcza u nas, gdzie wszystkie gazownie bez wyjątku używają do wyrobu koksu wysokowartościowego węgla górnośląskiego.

Według badań prof. Simmersbacha \*) wartość opałowa koksu w Niemczech waha się:

Koks gazowniczy	6736 do 7491	Kal
„ hutniczy	7063 do 7315	„

W Szwajcarii badania podobne przepro-

---

\*) Grundl. d. Kokschemie. Springer 1930. Str. 275.

wadził prof. Schläpfer \*) i znalazł graniczne wartości :

Koks gazowniczy 7015 do 7249 Kal  
„ hutniczy 6882 do 7253 „

W tych granicach waha się też i u nas wartość opałow obu rodzajów koksu, czyli przyjąć możemy, że obydwa rodzaje koksu są równowartościowe pod względem kalorycznym.

Pod względem spalności koks gazowniczy zawsze jest łatwiej spalny, aniżeli inne gatunki koksu i tylko trzeba umieć zaletę tę wykorzystać. Często spotykamy się z zapatrywaniem, że łatwospalność koksu jest jego ujemną stroną, a mianowicie w wypadkach, gdzie obsługa bez podzielenia koksu na racje i bez obliczenia narzuci pełno koksu do kotła, a następnie po kilku godzinach znajdzie koks gazowniczy silniej upalony, odnosi błędne wrażenie, że łatwospalność koksu jest wadą. Pozorna wygoda powolniejszego spalania koksu ciężko spalnego polega na złudzeniu, ponieważ zawsze spalanie koksu łatwospalnego da się dowolnie przedłużyć, tylko trzeba w tym

---

\*) Monats-Bulletin Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, 1930, str. 56.

celu dopływ powietrza silniej zdławić, aniżeli przy koksie ciężkospalnym. Natomiast koks łatwospalny jest zawsze więcej wydajny co do ciepła, wskutek czego można przez umiejętne zastosowanie koksu gazowniczego osiągnąć znaczne oszczędności, jak o tem świadczą liczne doświadczenia w Niemczech, gdzie -- jak podaje J. Riedl \*) — przy przejściu na koks gazowniczy stwierdzono zaoszczędzenie w kosztach opału:

Szpital w Hanowerze . . . . .	13'6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Spółka budowlana Związku robotników Fabryki Maszyn Augsburg-Norymbergja . . . . .	18'7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fabryka gumy Peters Union Sp. Akc. Frankfurt n/M . . . . .	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Wyższa Dyrekcja poczt w Landshut	16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Miejski Szpital w Höchst n/M . . . . .	26'5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Szpital w Königsberg . . . . .	19'82 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Szpital w Torgau . . . . .	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Nie należy zatem zalety łatwospalności osądzać wprost przeciwnie i ta łatwospalność zawsze przyniesie korzyść, a w każdym razie nie będzie zawadą, jeśli się zapamięta, że dla

---

\*) Gaskoks und seine Bedeutung für die Wärmewirtschaft, Monachjum, str. 10—15.

przedłużenia spalania koksu łatwospalnego należy silniej zdławić dopływ powietrza nakrywą popielnikową względnie zaworem kominowym.

### Zasada palenisk kotłów centralnych ogrzewań.

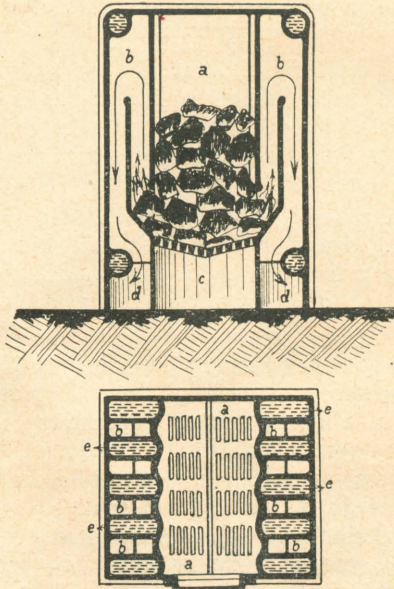
Przy kotłach członowych lub spawanych, zwanych także działkowemi, które są powszechnie, a więc i u nas prawie wyłącznie w użyciu, rozróżnić można co do typu cztery rodzaje palenisk, a mianowicie:

- 1) z podolnym odciąganiem spalin (rys. 1),
- 2) z górnym odciąganiem spalin (rys. 2),
- 3) z pośrednim odciąganiem spalin (rys. 3),
- 4) z kombinowanym odciąganiem spalin (rys. 4).

Każde z powyższych palenisk posiada według przekroju poziomego (rys. 1) przestrzeń spalną *a*, z której spaliny przechodzą następnie wąskimi kanałami *b* między dwiema podobnymi przegrodami wodnymi *e* do kanału kominowego *d*. Za każdym kanałem spalinowym *b* znajduje się więc podobny kanał wodny *e*, wskutek czego woda w działkach wodnych podgrzewa się częściowo spalinami z kanałów *b* oraz częściowo bezpośrednio z przestrzeni *a* wskutek promieniowania. Udział promienio-

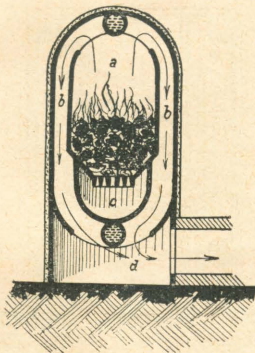
wania z przestrzeni *a* bezpośrednio na wodę jest wcale pokaźny według str. 19.

Jeśli spalamy koks na rusztach w po-



Rys. 1. W górze przekrój poprzeczny, poniżej przekrój poziomy kotła z podolnym odciąganiem spalin.

wyższych kotłach, utrzymując warstwę koksu 15 do 20 cm wysoką, wówczas zasadniczo nie zachodzi w funkcjonowaniu powyższych typów palenisk żadna różnica, a więc pale-



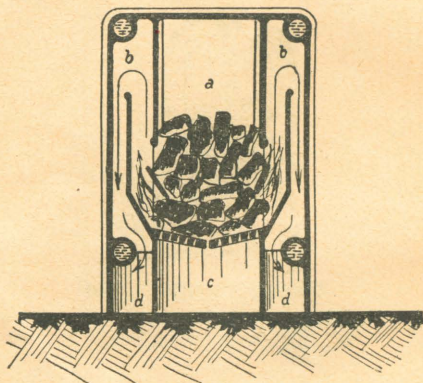
Rys. 2. Kocioł z górnym odciąganiem spalin.

niska te w takim wypadku wykorzystujemy jako najprymitywniejsze tak zwane paleniska o rusztach płaskich.

Natomiast w razie zwiększenia warstwy zmienia się zasada działania każdego z powyższych palenisk i to najlepiej wyjaśnić można na paleniskach rys. 1 oraz rys. 2,

ponieważ paleniska rys. 3 oraz rys. 4 są pośrednim typem palenisk rys. 1 oraz rys. 2.

Pierwszy typ paleniska (rys. 1) działa w takim razie jako t. zw. miarkowe palenisko

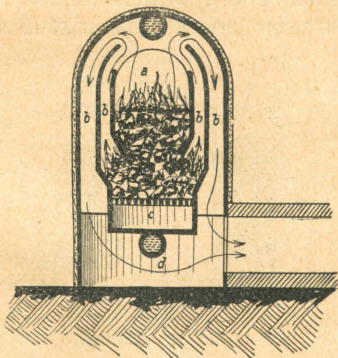


Rys. 3. Kocioł z pośrednim odciążem spalin.

zasypne, zwane także paleniskiem o trwałem paleniu lub paleniskiem z bezupalnym nad-sypem: Paleniska te jeszcze przed zastosowaniem ich do centralnych ogrzewań wprowadzone zostały z Ameryki i dlatego też często określa się je jako amerykańskie trwało-

palne (chaudières à magasin de combustible, Amerikanische Dauerbrandfeuerungen, Schüttfeuerungen, American Stove).

Według szematu II (rys. 5) działania tego rodzaju paleniska warstwa upala się tylko



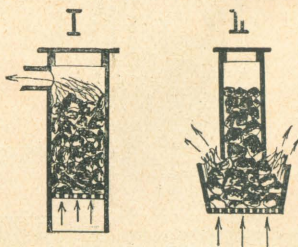
Rys. 4. Kocioł z kombinowanym odciąganiem spalin.

w dole, podczas gdy nadsyp warstwy zesuwa się do paleniska dopiero w miarę upału dolnej warstwy.

Drugi rodzaj palenisk (rys. 2) tak zwane zasypne lub z upalnym nadsypem wprowadził po raz pierwszy w roku 1860 Meidinger dla pieców ekspedycji polarnej pod nazwą »Füll-

feuerungen« (chaudières à grand foyer), których sposób działania przedstawia szemat I rys. 5.

W obu typach rys. 1 i 2, a więc i w typach pośrednich rys. 3 i 4 podwyższenie warstwy ma jedynie na celu stworzenie pewnego zapasu opału w palenisku dla umniejszenia okresów dorzucania koksu.



Rys. 5. Szemat sposobu działania palenisk 1 i 2.

Trzeba jednak stale brać pod uwagę, że takie umniejszenie okresów przydawania opału zawsze jest okupione pogorszeniem procesu spalania i to im wyższą warstwę będziemy utrzymywać, tem rzadziej potrzebujemy dorzucać koks, lecz też równocześnie tem gorsze, a więc kosztowniejsze będzie spalanie.

W interesie ekonomji spalania należy zatem unikać zbyt wysokiej warstwy, t. j. koks

raczej w mniejszych ilościach częściej dorzucać, zwłaszcza, że ten sposób przy zracjonowanych dawkach koksu według str. 29 nie tylko najlepiej chroni od złego spalania, lecz także zapobiega najskuteczniej nadmiarowi zużycia koksu.

O ile chodzi o różnicę działania obu typów według rys. 1 i 2, podnieść należy, że przy typie 1 (rys. 1) naogół wpływ wysokiej warstwy jest mniej szkodliwy, aniżeli przy typie 2 i ujawnia się głównie tem, że według rys. 1 warstwa górna koksu nie pali się pełno, lecz rozżarza się tylko, wskutek czego przykrywszy warstwą właściwy żar mamy niższą temperaturę w przestrzeni *a*.

Ponieważ według doświadczenia profesora Schläpfera\*) tylko 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ciepła przechodzi konwekcyjnie ze spalin na wodę w kanałach *b*, natomiast 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ciepła przedostaje się do wody wprost przez przepromieniowanie z przestrzeni *a*, więc i tu strata jest pokaźna z powodu zbyt wysokiej warstwy i z tem związanego umniejszenia promieniowania.

Przy drugim typie palenisk (rys. 2) koks spala się już w dolnej warstwie, a następnie

---

\*) Monats-Bulletin Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, 1930, str. 85.

spaliny, przechodząc przez dalszą warstwę rozżarzonego koksu, redukują się według str. 54 na gaz spalny trujący, przez co końcowy wynik spalania jest gorszy, a nawet według str. 86 może być bardzo niekorzystny.

Porównanie obu typów (rys. 1 i 2) wykazuje, że przy typie rys. 1 spalanie jest lepsze, palenisko nie jest tak wrażliwe na sortyment koksu (str. 44), natomiast z powodu skoncentrowania strefy spalania zaraz nad rusztem przy łatwo topliwym popiele prędzej powstaje żużel, podczas gdy w paleniskach typu rys. 2 spalanie w razie utrzymywania wysokiej warstwy koksu jest gorsze, palenisko jest bardzo wrażliwe na drobniejsze sorty koksu, a więc jedyną dodatnią stroną jest, że w tem palenisku żużel na ruszcie nie tak łatwo powstaje.

Oprócz wymienionych systemów kotłów używane są tu i ówdzie także kotły stojące, kopułowe lub t. zw. kufrowe, których system paleniska da się zawsze sprowadzić do jednej z dwóch omówionych zasad, względnie pośrednich typów rys. 3 i 4.

### **Kontrola temperatury w mieszkaniach i salach.**

Dla osądzenia sprawnego funkcjonowania urządzenia centralnego ogrzewania nieodzowne

jest przede wszystkim kontrolowanie wewnętrznych temperatur opalanych ubikacyj za pomocą termometrów pokojowych, zawieszonych w odległości najmniej 2 do 3 m od grzejnika, w wysokości 1'5 m nad podłogą na ścianie wewnętrznej, t. j. przylegającej do sąsiedniego pokoju lub korytarza.

Właściwie wobec stosunkowo nieznacznego wydatku około 3 zł za termometr, powinno każde pomieszczenie mieć swój stały termometr ścienny, a w każdym razie powinien być na każde mieszkanie przynajmniej jeden termometr.

Autorowi zdarzało się bardzo często, że w luksusowo urządzonych lokalach, w których żalono się na złe ogrzewanie, nie było ani jednego termometru. W takich wypadkach kierowanie się subiektywnym odczuciem zimna lub ciepła zupełnie zawodzi i rzeczywiście nieraz okazało się, że skargi odnosiły się do silnie przegrzanych lokali.

Zapomocą termometrów w czasie ogrzewania, a więc w dwie lub trzy godziny po podpaleniu kotłów, stwierdzić należy, czy w pomieszczeniach są odpowiednie temperatury, które wynosić powinny:

TABELA 1.

Temperatury wewnętrzne ogrzewanych pomieszczeń.

Temperaturę mierzy się w wysokości 1·5 m od podłogi i w środku ubikacji (nie obok grzejnika lub okna).

Sale operacyjne (zasięgnąć opinii lekarza) . . . . .	od + 25 <sup>0</sup> C do + 35 <sup>0</sup> C
Sale chorych w szpitalach, lecznicach i sanatorjach . . . . .	+ 22 <sup>0</sup> C
Zakłady kąpielowe, łazienki . . . . .	+ 22 <sup>0</sup> C
Pomieszczenia mieszkalne bez różnicy przeznaczenia (sypialnie, jadalnie, salony i t. p.) . . . . .	+ 20 <sup>0</sup> C
Biura, kancelarje . . . . .	+ 20 <sup>0</sup> C
Sale wykładowe, szkolne . . . . .	+ 18 <sup>0</sup> C
Gospody, restauracje . . . . .	+ 18 <sup>0</sup> C
Sklepy, stosownie do wymagań . . . . .	od + 8 <sup>0</sup> C do + 20 <sup>0</sup> C
Muzea, wystawy, korytarze, zależnie od stopnia wykorzystania . . . . .	od + 10 <sup>0</sup> C do + 18 <sup>0</sup> C
Kuchnie, przedpokoje, poczekalnie . . . . .	+ 15 <sup>0</sup> C
Kościóły, kaplice, domy modlitwy . . . . .	+ 10 <sup>0</sup> C
Klatki schodowe . . . . .	od + 10 <sup>0</sup> C do + 18 <sup>0</sup> C
Lokale fabryczne bez przeznaczenia . . . . .	+ 20 <sup>0</sup> C
„ „ dla lekkiej ręcznej pracy . . . . .	+ 18 <sup>0</sup> C
„ „ dla ciężkiej pracy . . . . .	+ 15 <sup>0</sup> C
Odlewnie . . . . .	+ 10 <sup>0</sup> C
Mechaniczne warsztaty . . . . .	+ 15 <sup>0</sup> C
Kuźnie . . . . .	+ 8 <sup>0</sup> C
Warsztaty rewizyjne i drobnych napraw . . . . .	+ 12 <sup>0</sup> C
Stolarnie . . . . .	+ 20 <sup>0</sup> C
Lakiernie . . . . .	od + 20 <sup>0</sup> C do + 35 <sup>0</sup> C
Wychodki . . . . .	od + 12 <sup>0</sup> C do + 20 <sup>0</sup> C

Sypialnie w więzieniach . . . . .	+ 10 <sup>0</sup> C
Salie więzienne dla dziennych prac . . .	+ 15 <sup>0</sup> C
Salie więzienne dla lekkich dziennych prac . . . . .	od + 16 <sup>0</sup> C do + 18 <sup>0</sup> C
Cele więzienne dla odosobnionych więźniów	+ 18 <sup>0</sup> C
Cieplarnie zależnie od celu . od	+ 15 <sup>0</sup> C do + 25 <sup>0</sup> C
Inspekta ogrzewane . . . . .	+ 15 <sup>0</sup> C

Dla sal szkolnych podana jest temperatura 18<sup>0</sup> C, ponieważ uwzględnia się oprócz tego ciepło wydzielone przez osoby i dlatego temperatura w salach szkolnych przed nauką powinna wynosić 18<sup>0</sup> C, natomiast w czasie nauki 20<sup>0</sup> C.

Mylne jest zapatrywanie, że wietrzenie pomieszczeń obniża znacznie temperaturę, ponieważ krótkie, kilkuminutowe wietrzenie powoduje tylko głównie wymianę powietrza i nieznaczny spadek temperatury szybko wyrównuje ciepło ścian.

Jeśli w czasie kontroli w większej ilości ubikacyj temperatura jest niższa, aniżeli w tabeli 1, to jest to oznaką, że temperatura wody w kotle jest za niska i należy temperaturę w kotle nieco podwyższyć.

W razie osiągnięcia temperatury tabeli 1 w przeważnej ilości pomieszczeń, t. zn. gdy tylko część pomieszczeń wykazuje w stosunku do tabeli 1 różnicę temperatur w górę lub w dół, należy zawezwać instalatora celem

wyregulowania grzejników niedostatecznie lub zańadto podgrzewających.

Grzejniki posiadają bowiem, oprócz widocznego nazewnątrz kurka, jeszcze drugi dławik niewidoczny i dostępny tylko dla mechanika. Zapomocą tego dławika może mechanik zwiększyć lub zmniejszyć dopływ ciepła do grzejnika.

Istnieją także samoczynne regulatory grzejników, które umieszczone przy grzejniku, automatycznie zamykają lub otwierają przepusty grzejnika w miarę podnoszenia się lub opadania temperatury danego pokoju.

Regulatory takie, u nas prawie zupełnie nie stosowane, są w użyciu powszechnym np. w Ameryce już od 40 lat i oddają dobre usługi zwłaszcza w teatrach, szkołach, salach zebrań, gdzie przesądne ogrzanie lokalu dostrzega się zazwyczaj za późno i niezawsze można wyrównać nadmiar ciepła i tem spowodowany zaduch przez szybkie otwarcie wszystkich okien, jak to ma miejsce w domach mieszkalnych.

W niektórych wypadkach takie samoczynne regulatory zaoszczędzają podobno 40<sup>0</sup>/<sub>0</sub> i więcej paliwa, a więc amortyzują się nawet dość szybko.

Z pośród wielu typów tego rodzaju regu-

latorów \*) znajdujemy np. pod względem zasady działania typ zupełnie zbliżony do opisanego na str. 37 miarkownika »Samson«, który umieszczony przy grzejniku porusza zawór grzejnika zamiast nakrywy popielnikowej. Oczywiście miarkownik taki w pokoju z powodu małych różnic temperatur nie działa tak skutecznie jak przy kotle, gdzie też z tego powodu ogólnie jest stosowany.

### **Ustalenie potrzebnej temperatury wody kotłowej.**

Temperaturę wody kotłowej ustala się na podstawie temperatury zewnętrznej, t. j. ulicy.

Temperatura zewnętrzna waha się jednak wśród dnia nieraz . nawet bardzo znacznie, niekiedy mamy rano przymrozek, a w południe temperaturę wprost letnią.

Dostosowywanie temperatury wody kotła do wahań temperatury zewnętrznej wśród dnia byłoby nietylko uciążliwe, lecz nawet wprost szkodliwe, ponieważ palacz, kierując się np. rano mroźną temperaturą zewnętrzną rozparzy centralnem ogrzewaniem mieszkanie właśnie ku południowi, w której to porze ciepło słońca

---

\*) Opis różnych typów, p. czasop. »Archiv für Wärmewirtschaft V. D. I.«, 1927, str. 149.

także wspomaga centralne ogrzewanie, a więc ogrzewanie powinno być najłabsze.

Z licznych pomiarów meteorologicznych stwierdzono, że o godz. 9 wieczór odczytana na termometrze okiennym temperatura zewnętrzna stosunkowo dość ściśle odpowiada przeciętnej temperaturze zewnętrznej 15 godzinnego okresu dnia między 7 rano i 9 wieczór.

Należy zatem zawsze o godz. 9 wieczór na termometrze okiennym odczytać temperaturę zewnętrzną i podług tej temperatury ustalić temperaturę wody na cały dzień następny i to zapomocą tabeli 2 na str. 30, względnie można się w tym celu posługiwać termometrami okiennymi bezpośrednio cechowanymi w  $^{\circ}$  C wody.

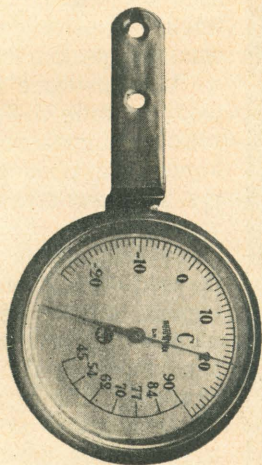
Termometr taki wyrobu firmy szwajcarskiej »Termidex« przedstawia rys. 6, natomiast na rysunku 7 uwidoczniony jest tego rodzaju termometr \*) pomysłu autora, posiadający zaletę, że jest mniej wrażliwy na nagłe wstrząsy (np. nagłe przytrzaśnięcie okna), a ponadto jest znacznie tańszy.

Umieszczenie takiego termometru po stronie słonecznej lub zacienionej niema znacznie-

---

\*) Termometry te wyrabia firma K. Zieliński, Kraków, Rynek główny A—B Nr. 39.

szego wpływu, natomiast należy zwracać uwagę, ażeby termometr nie był zasłonięty na działanie wiatrów, a więc nie powinien być taki

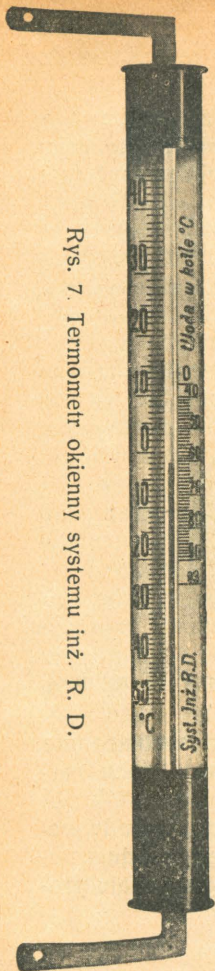


Rys. 6. Termometr okienny systemu »Termidex«.

termometr umieszczony we wszechstronnie zasłoniętych podwórzach i to w oknach parterowych lub niższych piątr.

Oczywiście ustalanie temperatury wody według średniej temperatury zewnętrznej dnia poprzedniego jest oparte na pewnego rodzaju pro-

Rys. 7. Termometr okienny systemu inż. R. D.



gnozie, która jednak według poczynionych doświadczeń rzadko zawodzi i tylko w nielicznych wypadkach zachodzi potrzeba nieznacznego skorygowania temperatury wedł. str. 63.

Utrzymywanie temperatury wody w kotle w dowolnej wysokości, a zwłaszcza dość zakorzenione, podane na str. 86, rys. 16, t. zw. szczytowe ogrzewanie, t. j. doprowadzanie wody przez krótki okres czasu do wyższej temperatury, a następnie stopniowe oziębianie urządzenia, jest bezwzględnie szkodliwe i to tak pod względem celowości ogrzewania, jak też szczególnie ze względu na bezużyteczne nadmierne zużycie opału.

#### Ustalenie dziennej ilości koku.

Najpewniejszym sposobem utrzymania równomiernej potrzebnej temperatury wody w kotle jest dobre umierzenie i daw-

kowanie odpowiedniej, dostosowanej do temperatury wody całodziennej ilości koksu. W ten sposób osiąga się dwa cele, a mianowicie taki umiar ilości koksu jest nie tylko najdogodniejszym regulatorem ciepła, lecz chroni także najskuteczniej od nadmiernego zużycia opału.

Zestawienie zużycia opału najlepiej i najściślej sporządzić może firma instalacyjna, posługując się ewentualnie wzorem, podanym na str. 65.

Przykład takiego zestawienia podaje tabela 2.

W tabeli 2 dla średnio wielkiego urzędnika podana ilość koksu, podzielona przez 10, jest zarazem dalszym przykładem rozdziału koksu dla etażowego centralnego ogrzewania większego mieszkania sześciopokojowego.

Naturalnie dla etażowych centralnych ogrzewań musi być ilość koksu obliczona dla każdego mieszkania osobno.

Obliczenie koksu wzorem ze str. 65 daje wyniki dla przeciętnego, a więc nie bardzo oszczędnego opału, to znaczy, że palacz, paląc oszczędnie, może jeszcze z tego pewną część koksu zaoszczędzić.

W związku z ustaleniem ilości koksu zachodzi potrzeba ustalenia ilości w danym dniu opalanych kotłów, o ile urządzenie posiada

TABELA 2.

Temperatura		Ilość koksu				Ilość kotłów opalanych	Uwaga	
zewnątrzna (ulicy) o godzinie 9 wieczór	wody w kotle ° C	na 16 godzin kg	z tego					
			na podpał kg	dodawać				
				co 2 godz kg	lub co go- dzinę kg			
— 25	93	900	305	85	42·5	}	2	
— 20	90	800	225	80	40			
— 17·5	87	745	220	75	37·5			
— 15	82	720	230	70	35			
— 12·5	78	680	225	65	32·5			
— 10	74	630	210	60	30			
— 7·5	70	580	195	55	27·5	}	1	
— 5	66	530	180	50	25			
— 2·5	62	470	155	45	22·5			
± 0	58	420	140	40	20			
+ 2·5	54	360	115	35	17·5			
+ 5	49	300	90	30	15			
+ 7·5	45	240	65	25	12·5			
+ 10	40	180	61	17	8·5			
+ 12	przestać palić							

Uwaga: Od  $-12\cdot5^{\circ}$  C w dół należy ilość koksu ostatnich trzech kolumn rozdzielić na dwa kotły.

dwa lub więcej kotłów. Ilość kotłów w takim razie najlepiej oznaczyć może firma instalacyjna według str. 73 i podać to w tabeli, jak to w tabeli 2 oznaczono.

Naogół zaznaczyć należy, że wykorzystanie ciepła koksu jest najlepsze przy średnio szybkim spalaniu.

Jeśli więc mamy małą ilość koksu na więcej kotłów, spalanie będzie się odbywać powoli, ciepło będzie miało więcej czasu na przejście do wody, lecz temperatura spalania będzie niższa, a więc i spalanie będzie leniwe, a zatem gorsze. Natomiast przy nałożeniu wielkiej ilości koksu do jednego kotła, spalanie będzie się odbywać bardzo intensywnie, ekonomicznie i ciepło będzie silniej promieniowało ku wodzie, jednak wielka ilość spalin powoduje, że znaczna część ciepła spalin przedostanie się do komina. Te dwa więc wpływy, a to złe powolne spalanie i wysoka temperatura kominowa szybszego spalania rekompensują się przy średnio szybkim spalaniu. Zazwyczaj kotły są tak obliczone, że przy silnych mrozach t. j. przy wielkiej ilości koksu pracują mniej ekonomicznie z powodu wysokości temperatury komina, podczas gdy przy małej ilości koksu, a więc na wiosnę i w jesieni również ekonomja spalania jest

niecو mniejsza z powodu znacznego przedłużenia spalania, czyli że dla najdłużej trwającej temperatury średniej zimowej spalanie odbywa się z najkorzystniejszym wynikiem.

Jeśli mamy więcej kotłوں w jednej kotłowni, należy pilnie przestrzegać, ażeby przez dobór ilości kotłوں przy średnich i wyższych temperaturach zewnętrznych niepotrzebnie nie przyśpieszyć zanadto spalania (objaw wysoka temperatura kominowa) lub też spalania tego zanadto nie przedłużać (spalanie przy prawie całkiem zamkniętym dopływie powietrza).

O ile niema wyliczonej ilości kotłوں dla każdej ilości koksu według tabeli 2 wówczas można się kierować co do doboru ilości kotłوں także wysokością warstwy koksu. Gdy warstwa z racjonowanej ilości koksu spada w dwóch lub jednej godzinie przy słabym dopływie powietrza poniżej 20—25 cm, to jest to oznaką, że trzeba ilość kotłوں opalanych zmniejszyć. Nie spada warstwa w ciągu godziny znacznie, natomiast wzrasta temperatura kominowa, wówczas trzeba ilość opalanych kotłوں powiększyć.

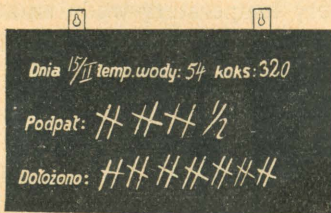
Określonej podług tabeli 2 ilości koksu nie potrzeba ważyć, ponieważ kosze węglowe mają zazwyczaj pojemność 20 do 25 kg, a więc najlepiej jest w kotłowni na tablicy

całą na ten dzień wyznaczoną ilość koksu według rys. 8 podzielić na kosze po 20 kg i skreślać ilość wsypanych do kotła koszów.

Dla obliczeń koszów i skrzyń koksu przyjąć należy, że waga 1 m<sup>3</sup> koksu wynosi:

dla koksu hutniczego 380—530 kg, średnio 500 kg

dla koksu gazowniczego 360—470 kg, średnio 450 kg.



Rys. 8 Tablica dla zapisków zużytego koksu.

Podobnie jak nieodzowne jest zracjonowanie ilości koksu dla oszczędnego zużycia koksu i osiągnięcia równomiernego ogrzewania, tak też nieodzowne jest ustalenie ilości gazu dla każdej temperatury zewnętrznej przy opale centralnych ogrzewań gazem.

Jest to bardzo ułatwione w centralnych ogrzewaniach opalanych gazem, ponieważ zazwyczaj kociołek gazowy posiada pewną ilość palników dla najniższej temperatury zewnętrz-

nej zimowej, a więc łatwo jest ustalić tak teoretycznie, jak też i praktycznie — na wzór tabeli 2 — ilość palników, które mają płonąć przy danej temperaturze wody. To stosowane w Anglii i Ameryce \*) ustalenie i dotrzymywanie temperatur przy paleniskach gazowych jest tak proste i niezawodne, że właściwie wszelkie samoczynne regulatory temperatury wody są zupełnie zbędne przy gazowych centralnych ogrzewaniach.

### **Regulacja dopływu powietrza.**

Oprócz podanego już poprzednio zbyt małego dopływu powietrza, czyli zanadto szkodliwego przedłużenia spalania oraz szkodliwości zanadto szybkiego spalania, zachodzą często i inne wypadki, gdzie regulacja powietrza ma także dalszy wielki wpływ na ekonomję spalania. Ma to szczególnie miejsce, gdy koks się dopala i wpuścimy dużo powietrza, wówczas koks, w tym okresie szczególnie trudnospalny, nie zdoła zużyć powietrza i chłodzi ono tylko kocioł, przechodząc niewykorzystane do komina.

Dopływ powietrza regulujemy albo nakrywą popielnika lub zaworem kominowym albo też obydwoma organami razem. Jeśli zamykamy

---

\*) G. Prud'hon. Chaudières à Gaz Paris 1927. Str. 45.

tylko jednym organem, to lepiej jest przymykać powietrze zaworem kominowym, ponieważ przy regulacji pokrywą popielnikową komin dalej silnie ciągnie i wciąga nieszczelnościami ścian kotła zimne powietrze, które kocioł oziębia.

Naogół trudno jest ująć regulowanie powietrza w pewne określone normy, ponieważ dobra regulacja powietrza wymaga pewnej rutyny i osobistego doświadczenia palacza.

Dlatego też na tem miejscu podam tylko przykład, jak wielkie szkody przynieść może zła regulacja. Złe regulowanie: Przy  $58^{\circ}$  C temperatury wody palacz nakłada 140 kg koksu według tabeli 2 jako podpał i otwiera pełno drzwiczki, doprowadzając za dużo powietrza. Koks dobrze się spala, jednak temperatura kominowa rośnie do  $400^{\circ}$  C i wyżej przez co najmniej 30%, a więc okrążyło 40 kg koksu więcej idzie na marne, bo służy do wytworzenia ciepła, które ucieka kominem. Następnie koks, w ten sposób szybko spalany, spłonie całkiem do półtorej godziny i teraz, gdy żarzą się tylko dopałki koksu, drzwiczki nieopatrznie nadal otwarte powodują, że kocioł zacznie się ziębić i znowu będziemy mieli dalszą poważną stratę w formie bezużytecznie spalonego koksu.

Dobre spalanie: Przezorny palacz otworzy

całkiem drzwiczki popielnika tylko przez kilka minut dla dobrego rozżarzenia się koksu, a następnie będzie regulował dopływ powietrza i podnoszenie się temperatury wody w kotle, kierując się temperaturą kominową według str. 42 lub też z doświadczenia wiadomą mu lub podaną przez instalatora maksymalną ilością koksu, jaką spalić można w danym kotle na godzinę bez większych strat temperatury kominowej.

Osiągnąwszy pożądaną temperaturę wody, nastawi wreszcie palacz samoczynny miarkownik dopływu powietrza według str. 39 i 40.

Oprócz regulacji drzwiczkami popielnika, trzeba także zwrócić uwagę na dopływ powietrza wtórnego, co jest nieodzowne, jeśli pracuje się z wysoką warstwą koksu, zwłaszcza przy kotłach z górnym odciąganiem spalin podług rys. 2. Powietrze to dopuszczamy albo przez otwarcie rozety w górnych drzwiczkach, lub w braku rozety uchyla się bardzo nieznacznie górne drzwiczki (p. str. 60).

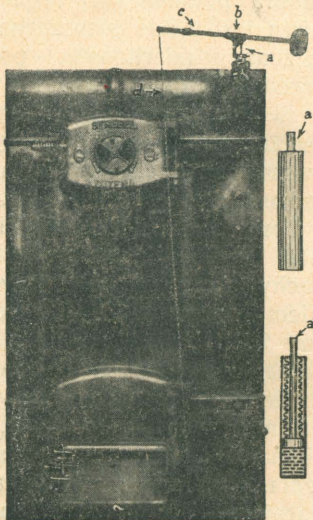
Czy zachodzi potrzeba dopuszczania wtórnego powietrza górnymi drzwiczkami, można łatwo poznać po powstawaniu niebieskawego płomienia zaraz po uchYLENIU drzwiczek, co jest niezawodnym znakiem konieczności dopuszczania wtórnego powietrza.

### Samoczynny miarkownik dopływu powietrza.

Bardzo dobrą pomocą przy regulacji dopływu powietrza jest u nas powszechnie używany samoczynny miarkownik powietrza »Samson« przedstawiony na rysunku 9.

W rurę wodną kotła wkręcona jest pochwa mosiężna, do której wsunięty jest patron »Samson«, uwidoczniiony w przekroju na prawej stronie rysunku 9. Według tego przekroju w oprawce mosiężnej umieszczony jest na trzonie *a* tłoczek, który jest rurką z falistej blachy szczelnie połączony z górnym wieczkiem oprawy. Popod tłoczkiem i naokoło rury falistej znajduje się gliceryna, która, rozszerzając się pod wpływem ciepła, podnosi tłoczek, a więc i trzon *a* w górę. Trzon *a* patronu, wstawionego w pochwę rury wodnej na kotle, wysuwając się pod wpływem ciepła z patronu naciska na ramię dźwigni obracającej się na osi *b*, wskutek czego drugie ramię dźwigni *c* uruchamia za pomocą łańcuszka nakrywę popielnika. Jeśli zatem mamy np. temperaturę wody w kotle  $58^{\circ}$  C i tą temperaturę chcemy automatycznie utrzymać, wówczas wystarczy łańcuszek miarkownika spinaczem *d* tak naprężyć, ażeby dźwignia spoczywała na trzonie *a*, oraz zara-

zem, ażeby pokrywa popielnika była tylko słabo odchylona. Podniesie się temperatura



Rys. 9. Kocioł członowy z samoczynnym miarkownikiem »Samson«.

wody ponad  $58^{\circ}$  C, wówczas trzon *a* wysuwa się dalej z patronu i przez dźwignię *c* oraz zapomocą łańcuszka zamyka całkiem

nakrywę popielnika, a więc i dopływ powietrza.

Regulator »Samson« można także nastawić już zgóry na dowolną temperaturę, a mianowicie trzon *a* wysuwa się samoczynnie z oprawki o  $\frac{1}{10}$  milimetra na każde podwyższenie temperatury wody o jeden stopień Celsjusza. Ponieważ odległość od trzona *a* do punktu obrotu *b* czyli ramię dźwigni wynosi 20 mm, podczas gdy drugie ramię dźwigni *c*, które może być przedłużane, ma długość 200 do 300 mm, więc zależnie od długości nastawionego ramienia *c* przenosi się na łańcuszek odchylenie końca dźwigni *c* w wielkości około dziesięciokrotnej ruchu trzona *a*, czyli łańcuszek przesuwają się około 1 mm na  $1^{\circ}$  C zwyżki temperatury wody. Jeśli zatem przed zapaleniem kotła mamy temperaturę wody  $20^{\circ}$  C, a chcemy już przy  $20^{\circ}$  C wody regulator nastawić na  $58^{\circ}$  C wody, spinamy tak łańcuszek przy  $20^{\circ}$  C wody, ażeby dźwignia z jednej strony leżała na trzonie *a* oraz z drugiej strony łańcuszek był naprężony. Następnie mierzymy długość dźwigni *c* od punktu obrotu *b* do punktu zaczepienia łańcuszka i dzielimy tę odległość przez dwa, a więc jeśli dźwignia *c* ma 280 mm, otrzymamy 140 mm, co oznacza, że łańcuszek skrócić trzeba o 1'4 mm na

każdy  $1^{\circ}$  C, czyli dla  $58 - 20 = 38^{\circ}$  C skrócenie łańcuszka spinaczem  $d$  ma wynosić  $38 \times 1.4 = 53.2$  milimetrów.

W tym wypadku nakrywa popielnika zamykałaby się automatycznie już przy  $58^{\circ}$  C wody, a zatem dla utrzymania temperatury  $58^{\circ}$  C musimy łańcuszek skrócić o dalsze 2 do 3 mm, t. zn. łącznie trzeba skrócić łańcuszek o  $53 + 3 = 56$  mm.

Dla częstszego nastawiania regulatora »Samson« wystarczy zaznaczyć temperaturę wody na spinaczu  $d$ , względnie zanotować według oczek lub numerów spinacza, wskutek czego nastawianie regulatora staje się bardzo łatwe.

Od czasu do czasu trzeba skontrolować zdolność regulowania patronu, co jest bardzo łatwe do przeprowadzenia, a mianowicie wyciąga się ręką patron z pochwy kotła, zaznacza się kredą na trzonie  $a$ , pokąd wystaje on z oprawki przy danej temperaturze, następnie wstawia się patron do naczynia z wrzącą wodą i mierzy się, jak daleko trzon  $a$  wysunie się z oprawki. Jeśli trzon nie wysuwa się z patronu o 0.08 do 0.1 mm na  $1^{\circ}$  C, należy cały patron w biurze instalacyjnym wymienić. Inne systemy miarkowników np. rurowe (system Wilfferodt) nastawia się empirycznie.

### Kontrola temperatury kominowej.

W głównej mierze temperatura kominowa zależy, jak to podano na str. 76, od konstrukcji kotła, a więc od stosunku powierzchni rusztu do powierzchni ogrzewalnej kotła. Powierzchnią kotła może przeniknąć ku wodzie tylko ograniczona ilość ciepła, a więc jeśli ruszt jest duży, to już przy leniwem spalaniu, natomiast jeśli ruszt jest mały, wówczas przy szybkim spalaniu większej ilości koksu, ciepło nie może w dostatecznej ilości przejść do wody i ulatnia się do komina w postaci ciepła spalin. Jednak i palacz ma pewien wpływ na wysokość temperatury kominowej, jeśli np. przy stosunkowo w danym dniu niewielkiej ilości spalanego koksu chwilowo dopuści za dużo powietrza czyli czasowo skoncentruje zanadto spalanie.

Temperatura kominowa  $100^{\circ}$  według str. 82 powoduje około 10% straty koksu, podczas gdy temperatura kominowa  $250^{\circ}$  jest złączona ze stratą 30% spalanego koksu, a więc prawie  $\frac{1}{3}$  koksu służy w tym wypadku wyłącznie do wytworzenia temperatury kominowej.

Dobrze jest zatem od czasu do czasu skontrolować temperaturę kominową, która nie powinna przekraczać:

przy powolnem spalaniu 100° C (jesień, wiosna)  
 „ średniem „ 150° C  
 „ szybkim „ 250—300° C (mrozy).

Temperaturę kominową można zmierzyć termometrem rtęciowym posiadającym skalę do 450° C, wstawiając taki termometr w skrzynkę przyłączną czopuchową kotła. Skrzynka ta ma przykręcone wieczko, w którym po odkręceniu można dogodnie wywiercić otwór 10 do 15 mm i w tym otworze szczelnie utwierdzić termometr asbestem tak, ażeby po przykręceniu wieczka gałka termometru sięgała do połowy otworu kominowego. W braku termometru można też łatwo temperaturę kominową skontrolować w przybliżeniu, kładąc na żelaznej skrzynce przyłącznej płytkę lub folję cyny, ołowiu i cynku. Ponieważ metale te mają punkt topliwości:

cyna . . . . .	230° C
ołów . . . . .	327° C
cynk . . . . .	420° C

zatem gdy płytkę lub folję na skrzynce przyłącznej dobrze nakryjemy grubszem wieczkiem żelaznem względnie z asbestu, gliny lub porcelany, nadtopiony metal wykaże nam, że temperatura została przekroczona.

Podobnie można stwierdzić granicę 100° C

temperatury kominowej zapomocą naczynia, napełnionego nieznaczną ilością wody i postawionego na skrzynce przyłączonej za kotłem.

W każdym razie temperatura kominowa powinna być badana przynajmniej przy próbie urządzenia kotłowego, ażeby móc oznaczyć, w jakich granicach powinna się temperatura kominowa utrzymywać. W wypadkach, gdzie kocioł łatwo da się doprowadzić do zbyt wysokich temperatur kominowych, można temu zapobiec przez częściowe nakrycie rusztów, o czem będzie mowa na str. 83.

Ten sposób jest zarazem też częściową ochroną przeciw fałszywie niskiej temperaturze kominowej, która powstaje według str. 9 i 35 w wypadku, gdy palacz obniży warstwę koksu zanadto i przez niską warstwę dopalającego się koksu dopuszcza za dużo powietrza.

### **Sorty koksu.**

Najlepszy jest koks według str. 59 w kawałkach 50—80 mm średnicy. Koks w większych kawałkach nie przynosi już korzyści w spalaniu, przeciwnie nawet trochę pogarsza spalanie z powodu zbyt wielkich przestrzeni pomiędzy kawałkami, któremi powietrze niezużyte łatwiej przepływa.

Koks 40—60 mm średnicy łatwo jeszcze

da się spalać w paleniskach z podolnym odciąganiem spalin (rys. 1), podczas gdy przy palenisku typu 2 (rys. 2) już przy warstwie koksu 220—300 mm powoduje 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> strat z powodu nadmiaru tlenu (p. rys. 11, str. 59).

Koks w sortach 20—40 mm (odpowiada sortcie węgla »orzech«) spalany przy warstwach 120—200 mm spala się źle, natomiast przy warstwie ponad 275 mm wydziela znaczne ilości niespalonych gazów, co odpowiada stracie koksu 21 do 37<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Jeśli więc kiedykolwiek z konieczności musi się spalać koks o sortach mniejszych niż 50—80 mm, należy szczególnie zwracać uwagę na podaną na str. 59 szkodliwość wysokiej warstwy i warstwę szczególnie dostosować, np. przy koksie 20—40 mm obniżyć aż do 120 mm wysokości i koks szczególnie często dorzucać, ponieważ przy tak niskiej warstwie już do dalszego znacznego obniżenia warstwy przez upalenie dopuścić nie można. W ten sposób utrzymując niską warstwę i dorzucając często koks, można nawet miał koksowy spalić. Bardzo ważną rzeczą jest, jeśli z rozkruszu koksu w piwnicy pozostanie drobniejszy koks, ażeby ten drobny koks nie mieszać z koksem grubym, lecz spalić miał osobno.

Przez dodanie drobnego koksu do sort

grubszych niszczy się zaletę sort grubszych, a więc cała mieszanina, zawierająca choćby największe kawałki koksu oraz miał, spala się tak źle, jak sam miał. Co najwyżej można w takich wypadkach na warstwę grubego koksu od czasu do czasu nałożyć równomier- nie w całym palenisku cienką warstwę miału tak ostrożnie, ażeby się te obydwie warstwy spalały ponad sobą, nie mieszając się wza- jemnie.

Przy nakładaniu bardzo drobnych sort koksu, a szczególnie węgla, trzeba jednak bar- dzo uważać, ażeby nie przykryć świeżą warstwą całego żaru, ponieważ ze świeżej warstwy nagle podgrzanej wywiązują się gazy spalne, które, nie mogąc zapalić się od przykrytego żaru, gromadzą się zmieszane z powietrzem i zapalają się wybuchowo dopiero z chwilą przedarcia się żaru aż do powierzchni.

Eksplozje takie, zwłaszcza przy węglu, są bardzo gwałtowne, a więc w swych skutkach nadzwyczaj niebezpieczne.

---

## CZEŚĆ II.

### ZARYS TEORJI SPALANIA.

#### **Spalanie i spalność koksu.**

Proces spalania jest zawiłym splotem różnych przebiegów chemicznych i fizycznych i z tego powodu przepisy dobrego spalania nie dają się ująć w ogólne ścisłe normy, lecz dobry palacz, jak też i technicznie wykształcony nadzór palaczy, powinien być obznajomiony czy to praktycznie, czy też teoretycznie z właściwościami przebiegu spalania. Proces spalania ma to do siebie, że zewnętrzne pozory spalania są złudne, a więc osądzając spalanie tylko podług zewnętrznych przejawów, dochodzi się często do szkodliwych wniosków, już nie mówiąc o rażących niedorzecznościach, jak np. obfite polewanie materiału opałowego wodą »dla lepszego spalania«. Dlatego też dla czytelników, którzy chcą głębiej wniknąć w proces spalania, podane zostaną w ciągu dalszym niektóre teoretyczne dane, potrzebne do uzasadnienia poprzednio

podanych wytycznych obsługi kotłów centralnych ogrzewań.

Co do wartości opałowej zaznaczyć należy, że rozróżniamy górną wartość opałową i dolną, czyli użyteczną, z których pierwszą wykorzystujemy, o ile spaliny uchodzą do komina z temperaturą poniżej  $100^{\circ}$  C, podczas gdy dolną wartość opałową wyzyskujemy, o ile spaliny opuszczają kocioł, posiadając temperaturę ponad  $100^{\circ}$  C.

Jakkolwiek przy koksie różnica obu wartości opałowych jest znikoma \*), to jednak w umowach na dostawę większych ilości koksu, o ile umowy te zawierają zastrzeżenia prawne co do minimalnej wartości opałowej, powinno się tak dla ścisłości, jak i dla uniknięcia nieporozumień zaznaczać, jaka wartość opałowa jest objęta gwarancją.

Pod dalszą charakterystyką materiału opałowego, t. j. pod spalnością rozumieć należy stopień zdolności łączenia się powierzchni materiału opałowego z tlenem powietrza. Gdybyśmy kawałek koksu zamknęli szczelnie w naczyniu zawierającym tylko taką ilość powietrza, jaka jest ściśle potrzebna do spalania i spa-

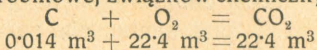
---

\*) Wynosi ona około 10/0; przy węglu kamiennym dochodzi do 100/0.

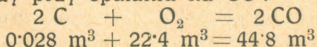
lali w tem naczyniu koks tak długo, aż się zupełnie spali, wyczerpalibyśmy cały tlen powietrza, czyli otrzymalibyśmy w spalinach 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> ze względu na to, że powietrze w swym składzie zawiera objętościowo 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> tlenu i 79<sup>0</sup>/<sub>0</sub> azotu, a 1 m<sup>3</sup> tlenu, spalając się na CO<sub>2</sub>, daje \*) 1 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>.

Przy spalaniu w paleniskach, powietrze nie zatrzymuje się, lecz przepływa obok powierzchni koksu, a więc tlen powietrza, znajdując się w stanie nieraz bardzo szybkiego ruchu, nie zdoła się w całości połączyć z powierzchnią koksu, wskutek czego spaliny zawierają zawsze mniej CO<sub>2</sub> aniżeli 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> \*\*), przyczem resztę do 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w spalinach stanowi nieużyty tlen.

\*) Na zasadzie prawa Avogadry w jednolitej objętości drobinowej związków chemicznych gazów:

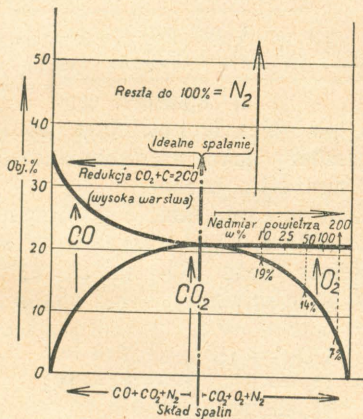


podczas gdy przy spalaniu na CO:



\*\*\*) Przy węglu wogóle teoretyczna maksymalna ilość CO<sub>2</sub> w spalinach nie dochodzi do 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (węgiel górnośląski: CO<sub>2</sub> maksymalnie = 19.5), ponieważ węgiel zawiera wodór i ten zabiera nieznaczną część tlenu z powietrza, spalając się na wodę.

Z rys. 10 widoczne jest, że posuwając się od maksymalnej ilości 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> w kierunku na prawo, będziemy mieli coraz mniej CO<sub>2</sub> w spalinach, czyli jak to potocznie się mówi,



Rys. 10. Wykres składu spalin.

spalamy koks z coraz większym nadmiarem powietrza. Znając tylko wartość CO<sub>2</sub> lub O<sub>2</sub> w spalinach, z łatwością możemy przy spalaniu według strony prawej wykresu znaleźć tak skład spalin, jak też wyliczyć nadmiar powietrza.

Jeśli jakąś ilość  $a$  \*) kg koksu, przypadającą na  $1 \text{ m}^3$  spotrzebowanego do spalania powietrza, spalamy bez nadmiaru powietrza, wówczas :

$$\begin{aligned}
 a \text{ kg C} + \underbrace{0\cdot21 \text{ m}^3 \text{ O}_2 + 0\cdot79 \text{ m}^3 \text{ N}_2}_{1 \text{ m}^3 \text{ powietrza}} &= \\
 = \underbrace{0\cdot21 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 + 0\cdot79 \text{ m}^3 \text{ N}_2}_{1 \text{ m}^3 \text{ spalin}} \dots 1)
 \end{aligned}$$

przyczem tak objętość powietrza, jak i spalin rozumieć należy jako zredukowane do  $0^\circ\text{C}$  oraz  $760 \text{ mm}$  ciśn. barom.

Spalając tę samą ilość  $a$  kg koksu z nadmiarem powietrza, t. zn. otrzymawszy w spalinach mniejszą ilość  $\text{CO}_2$  aniżeli  $21\%$ , np.  $15\%$   $\text{CO}_2$ , będziemy mieli skład spalin według rys. 10:

$$\begin{aligned}
 \text{CO}_2 &= 15\% \\
 \text{O}_2 &= 6\% \text{ (t. j. } 21-15) \\
 \text{N}_2 &= 79\%
 \end{aligned}$$

\*) Ilość  $a$  można też z łatwością określić:  
 $12 \text{ kg}$  czystego  $\text{C} + 22\cdot4 \text{ m}^3 \text{ O}_2 = 22\cdot4 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ .  
 $1 \text{ kg}$  czystego  $\text{C} + \frac{22\cdot4}{12} \text{ m}^3 \text{ O}_2 = \frac{22\cdot4}{12} \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ .  
 $1 \text{ kg}$  czystego  $\text{C} + 1\cdot866 \text{ m}^3 \text{ O}_2 = 1\cdot866 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ .  
 Z jednego  $\text{kg}$   $\text{C}$  będziemy mieli  $1\cdot866 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 +$   
 $+ 1\cdot866 \frac{79}{21} \text{ m}^3 \text{ N}_2 = 8\cdot888 \text{ m}^3 \text{ spalin}$ , jeśli spalać będziemy bez nadmiaru powietrza, czyli w tym wypadku

Chcąc spaliny te porównać z równaniem 1) musimy skład spalin jednego  $m^3$  pomnożyć przez liczbę:

$$\frac{\text{maksymalna ilość CO}_2}{\text{znaleziona ilość CO}_2} = \frac{21}{15} = 1.4$$

wobec zawartości  $0.21 m^3$  tlenu w  $1 m^3$  powietrza ilość zużytego do spalania powietrza = ilości spalin  $= \frac{1.86}{0.21} = 8.888 m^3/1 \text{ kg C.}$

Dla  $1 \text{ kg}$  koksu o dowolnej zawartości C, np.  $X = 0.8 \text{ kg C} = 80\% \text{ C}$ , otrzymamy ilość spalin przy spalaniu bez nadmiaru powietrza:  $V_{m^3} = \frac{1.86 \times X}{0.21} = \frac{1.86 \times 0.8}{0.21}$  t. j.  $a = \frac{1}{V_{m^3}} = \frac{0.21}{1.86 \times X}$  natomiast spalając z nadmiarem powietrza, czyli otrzymując w  $1 m^3$  spalin zamiast  $0.21 m^3 \text{ CO}_2 = 21\% \text{ CO}_2$  jakąś mniejszą ilość  $[\text{CO}_2]$  wyliczamy

$$V_{m^3} = \frac{1.86 \times X}{[\text{CO}_2]} \quad \text{stąd} \quad a = \frac{[\text{CO}_2]}{1.86 \times X}$$

W równaniu nic się nie zmienia, jeśli wstawimy tak  $X$  jak i  $[\text{CO}_2]$  w  $\%$  czyli pomnożymy i podzielimy równanie przez 100.

Przykład: Koks ma  $80\% \text{ C}$  i w spalinach stwierdzono  $[\text{CO}_2] = 15\% \text{ CO}_2$ . Ilość spalin z  $1 \text{ kg}$  koksu  $= V_{m^3} = \frac{1.86 \times 80}{15} = 9.92 m^3$ ; na  $1 m^3$  wogóle do paleniska doprowadzonego powietrza, którego tlen częściowo został zamieniony na  $\text{CO}_2$ , przypada ilość koksu  $a = \frac{15}{1.86 \times 80} = 0.1008 \text{ kg.}$

a więc otrzymamy:

$$\begin{aligned} & \underbrace{1'4 \times 0'15 \text{ CO}_2}_{0'21 \text{ CO}_2} + \underbrace{1'4 \times 0'06 \text{ O}_2}_{0'084 \text{ O}_2} + \\ & + \underbrace{1'4 \times 0'79 \text{ N}_2}_{(0'79 + 0'316) \text{ N}_2} = a \text{ kg C} + 0'21 \text{ O}_2 + \\ & + 0'084 \text{ O}_2 + (0'79 + 0'316) \text{ N}_2 \end{aligned}$$

z czego wynika, że na rzeczywiście przy spalaniu wykorzystany 1 m<sup>3</sup> powietrza — przy 15<sup>0</sup>/<sub>100</sub> CO<sub>2</sub> w spalinach — przypada 0'4 m<sup>3</sup> nadmiaru powietrza, który przechodzi do spalin niezaużyty według szematu (patrz str. 53).

Iloraz stosunku  $\frac{\text{maksymalna ilość CO}_2}{\text{rzeczywista ilość CO}_2}$ , który w powyższym przykładzie wynosił 1'4, nazywa się współczynnikiem nadmiaru powietrza.

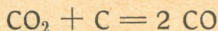
Nadmiar powietrza możemy wyliczyć także bezpośrednio w <sup>0</sup>/<sub>100</sub> wzorem  $\left(\frac{21}{\text{CO}_2} - 1\right)100$ , według którego w naszym przykładzie nadmiar powietrza wynosiłby  $\left(\frac{21}{15} - 1\right)100 = 40\%$ .

Oczywiście podana powyżej zawartość CO<sub>2</sub> jest jedynie w pewnych warunkach zależna tylko od spalności koksu i węgla, albowiem paląc nieumiejętnie można dojść do wielkiego nad-

$$\begin{aligned} & a C + \left\{ \begin{array}{l} 0.21 \text{ O}_2 \\ 0.084 \text{ O}_2 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} 0.79 \text{ N}_2 \\ 0.316 \text{ N}_2 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0.21 \text{ CO}_2 \\ 0.084 \text{ O}_2 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} 0.79 \text{ N}_2 \\ 0.316 \text{ N}_2 \end{array} \right\} \\ & \hspace{15em} = 1 \text{ m}^3 \hspace{15em} = 1.4 \text{ m}^3 \\ & \hspace{15em} = 0.4 \text{ m}^3 \hspace{15em} = 0.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

miaru powietrza bez względu na jakość materiału opałowego.

Skład spalin według lewej strony wykresu (rys. 10), czyli wypadek niezupełnego spalania, może nastąpić tylko wówczas, gdy warstwa koksu lub węgla jest wysoka. Koks (a także węgiel po pierwszym okresie odgazowania) spala się w niskiej warstwie nawet przy najmniejszym dopływie powietrza na  $\text{CO}_2$ , który jednak redukuje się na  $\text{CO}$  według wzoru



tylko w wypadku, gdy przepływa przez rozżarzoną warstwę koksu lub węgla. Praktycznie więc  $\text{CO}$ , czyli tak zwany niedobór powietrza, może przy spalaniu koksu \*) nastąpić tylko przy za wysokiej warstwie, o czym szczegółowo mowa będzie na str. 60.

Im aktywniejsza jest powierzchnia koksu, t. j. im łatwiej łączy się z tlenem, tem wyższy procent  $\text{CO}_2$  można osiągnąć w spalinach, a zarazem tem łatwiej i prędzej spala się koks. Dlatego też przy badaniach jako miarę spal-

---

\*) Przy węglu, jednak tylko w pierwszym okresie ulatniania się gazów, może powstać  $\text{CO}$  i inne spalne gazy także przy niedostatecznym dopływie powietrza.

ności \*) różnych koksów przyjmuje się maksymalną ilość CO<sub>2</sub> w spalinach przy spalaniu wśród jednakich warunków (ta sama ilość powietrza, ten sam okres t. zn. początek spalania i t. p.). Powierzchnia koksu składa się z węgla w postaci grafitu, względnie w formie bezpostaciowej, lub z węgla pochodzącego ze spieczonych resztek smoły. Grafitowaty węgiel jest najtrudniej spalny, średniospalny jest węgiel bezpostaciowy, podczas gdy węgiel z resztek smoły jest najłatwiej spalny. Zależnie więc od ilościowego stosunku powyższych trzech składników, koks jest łatwo lub ciężko spalny. Koks gazowniczy jest łatwiej spalny, a więc przy spalaniu koksu gazowniczego uzyskać można 1'4—1'6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> więcej.

Prof. Schläpfer \*\*) stwierdził, że w jednym i tym samym kotle centralnego ogrzewania spaliny zawierały <sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub>:

	koks gazowniczy	koks hutniczy
słabe obciążenie kotła		
3540—3800 Kal/m <sup>2</sup> /godz	12'4	10'8

\*) Spalności t. zw. tlenowej w przeciwieństwie do spalności redukcyjnej, stosowanej w hutnictwie dla oceny zdolności zredukowania CO<sub>2</sub> na CO.

\*\*) Monats-Bulletin Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, 10, str. 81 (1930).

średnie obciążenie kotła		
8740—9050 Kal/m <sup>2</sup> /godz	16'6	15
silne obciążenie kotła		
13360—13430 Kal/m <sup>2</sup> /godz	16'25	14'8

Według obliczenia na str. 81 oraz z rys. 14 wynika, że nadwyżka 1'5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> w spalinach przy tej samej temperaturze kominowej już tylko ze względu na skład spalin podnosi wynik spalania o 3—6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a więc o tyle mniej trzeba użyć koksu łatwospalnego, ażeby użyć tę samą ilość ciepła.

Praktycznie podwyżka 1'5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> przynosi oszczędność daleko większą, ponieważ wyższa temperatura lepszego spalania jest zarazem przyczyną lepszego \*) promieniowania ciepła.

Powyższe cyfry prof. Schläpfera są zarazem przykładem wspomnianej na str. 9 wzajemnej zależności szybkości i dobroci spalania (niski <sup>0</sup>/<sub>0</sub> CO<sub>2</sub> przy powolnem spalaniu), co zresztą jest zasadniczo zupełnie identyczne ze znanym powszechnie sposobem wzmacniania spalania zapomocą silnego dmuchania

---

\*) Prawo promieniowania Stefana-Boltzmann'a  

$$Q = c \left[ \left( \frac{t_1 + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_2 + 273}{100} \right)^4 \right] \text{ Kal, a więc promieniowanie wzrasta proporcjonalnie do różnicy czwartej potęgi temperatur.}$$

w rozżarzony węgiel lub koks. Wynika to także jasno z wykresu na ryc. 11. (Różne krzywe spalności małego i większego obciążenia rusztów).

Wzrost  $\text{CO}_2$  przy przyśpieszaniu spalania według powyższych danych oraz według rys. 13 dochodzi jednak do kulminacyjnego punktu, poza którym nie tylko dalsze przyśpieszanie spalania nie przynosi co do wzrostu zawartości  $\text{CO}_2$  żadnych korzyści ( $\% \text{CO}_2$  nawet trochę opada), lecz — przeciwnie — wspomniany na str. 31 wzrost temperatury kominowej powoduje pokaźne straty według rys. 13.

Spalność koksu zależy także w znacznej mierze od wielkości powierzchni koksu, a więc jest zależna od wielkości kawałków i od wysokości warstwy koksu, która to zależność widoczna jest z rys. 11, sporządzonego według wyniku badań autora w Instytucie Akademii Górniczej w Krakowie. Podany na str. 43 wpływ wielkości kawałków t. j. sorty koksu, identyczny z wynikami podobnych badań zagranicznych instytutów naukowych, ujawnia się według rys. 11 głównie tem, że do pewnej wielkości kawałków spalność stale wzrasta, a następnie przy dalszem zwiększaniu kawałków spalność nawet nieznacznie opada. Ten charakterystyczny wpływ sorty stoi w związku

z konfiguracją przestrzeni międzykawałkowej, którą przepływa powietrze, a mianowicie stopniowe zwiększanie przestrzeni międzykawałkowej powoduje coraz lepszy styk powietrza z powierzchnią koksu aż do pewnej granicy, poza którą zanadto rozszerzona przestrzeń międzykawałkowa umożliwia częściowo przepływ powietrza, niestykającego się z powierzchnią koksu.

Konfiguracja przestrzeni międzykawałkowej ma oprócz wielkości przekroju przepływu powietrza także wpływ na stopień wzburzenia (zwirowania) strugi powietrza, czem szczególnie tłumaczyć należy skomplikowany, paraboliczny wpływ sorty.

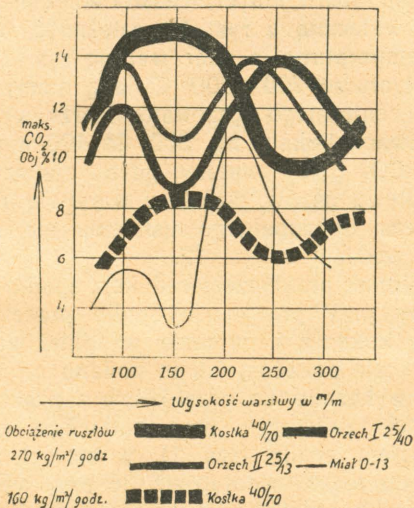
Według wspomnianych wyników \*) badań autora (rys. 11) zmienia się spalność (dobroć spalania) także w zależności od warstwy koksu i to w formie krzywej oscylacyjnej, a więc spalność w miarę wzrostu warstwy osiąga dwa punkty kulminacyjne, których położenie zależy od sorty koksu, np. dla orzecha I przy warstwie 100 i 250 mm.

Również od sorty koksu zależy położenie krytycznej najniekorzystniejszej dla spalania

---

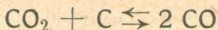
\*) Zbliżone do wyników Bureau of Mines Minneapolis.

wysokości warstwy między dwoma punktami kulminacyjnymi. Poza drugim kulminacyjnym punktem spalność co do tworzenia się  $\text{CO}_2$



Rys. 11 Funkcyjna zależność spalności (dobroci spalania) od wysokości warstwy i sorty koksu oraz szybkości spalania (obciążenia rusztów)\*).

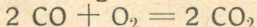
stałe opada aż do zera, ponieważ w miarę podwyższania warstwy występuje coraz silniej, nadmieniona na str. 20, redukcja według wzoru



czyli spalanie odbywa się według lewej strony wykresu rys. 10, jak to nadmieniono na str. 54.

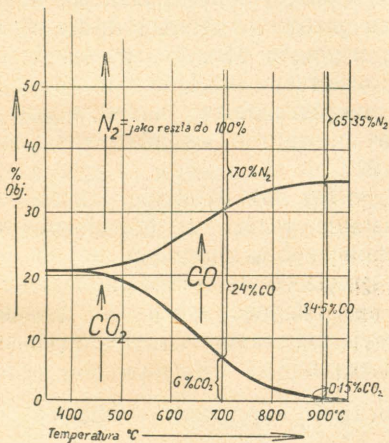
Boudonard, Mayer, Rhead i Wheeler stwierdzili widoczną z rys. 12 zależność redukcji od temperatury, a więc według rys. 12 przy temperaturze 700—900<sup>0</sup> C, jaką mamy w kotłach centralnego ogrzewania i przy wyższych warstwach koksu, np. 300 do 400 mm, rozkład CO<sub>2</sub> byłby zupełny, gdyby nie szybkość przepływu gazów, która w warstwie nie dopuszcza do zupełnego ustalenia się równowagi podanej w rys. 12.

Jednak praktycznie redukcja spalin na gaz spalny przy przepływie spalin przez rozżarzony koks, t. j. w razie wysokiej warstwy, jest wcale pokaźna, jak to podano na str. 20, oraz wykazano na przykładzie z praktyki na str. 86, zwłaszcza przy kotłach z górnym odciąganiem spalin (rys. 2), w których z tego powodu należy według str. 36 przy wysokich warstwach uważać na dopływ powietrza wtórnego, ażeby choć częściowo powstały gaz spalny spalić według równania:



Co do wspomnianego na str. 8 opału węglem, nadmienić należy, że w pierwszym okresie po nałożeniu węgla na ruszt ilość

i szybkość wydobywających się z węgla węglowodorowych gazów zależna jest tylko od temperatury paleniska, a że gazy te są szcze-



Rys. 12. Przebieg redukcji i równowaga gazów w zależności od temperatury.

gólnie wrażliwe na brak lub nadmiar powietrza — specjalnie zaś w tym okresie nie mamy możliwości dostatecznej kontroli właściwej jego ilości — więc też zazwyczaj w tym okresie dostosowanie odpowiedniej ilości po-

wietrza jest bardzo trudne. Wskutek tego też mamy w tym okresie do czynienia z objawami niedostatecznego doprowadzenia powietrza, jak silne dymienie i znaczna ilość niespalonych gazów w spalinach, które to objawy potęguje trudność dobrego zmieszania się gazów z powietrzem, względnie trudność ta powoduje powyższe objawy nawet w przypadku, gdybyśmy powietrze we właściwej ilości doprowadzili.

Dlatego też, tak dymienie, jak i niedoskonałe spalanie gazów węglowodorowych możemy zmniejszyć w znacznym stopniu jedynie przez możliwie częste dokładanie małych ilości węgla, co osiągnąć można w dostatecznej mierze wyłącznie zapomocą ruchomych rusztów mechanicznych.

### **Obliczanie zapotrzebowania koksu.**

Według str. 26 temperatura wody w kotle, a więc i ilość spalonego koksu powinna być w danym dniu ustalona na podstawie zewnętrznej temperatury o godzinie 9-tej wieczorem dnia poprzedniego, ponieważ temperatura zewnętrzna o tej godzinie najbardziej się zbliża do średniej temperatury dnia. Jest to więc rodzaj prymitywnej prognozy, opartej na średniej temperaturze dnia poprzedniego, wskutek

czego zachodzić muszą pewne różnice, które jednak są niewielkie. Gdyby nawet tu i ówdzie różnice były znaczne, to jednak system prognozy i w tych wypadkach niecałkiem zawodzi, ponieważ te różnice w razie zmiany pogody są nawet do pewnego stopnia poprawką, uzupełniającą wpływ akumulacji ciepła w ścianach z czasu nocy. Z jednego okresu 137 dni ogrzewania (pół jesieni, zima, pół wiosny), np. dla Krakowa wynika, że w 128 dniach, a więc w 93% prognoza była dobra, różnice były dopuszczalne, a i w pozostałych 7% różnice znaczniejsze były właśnie pożądanym czynnikiem wyrównawczym, ponieważ średnia temperatura dnia zaczęła się dopiero ustalać po południu, podczas gdy przedpołudnie pozostawało pod wpływem temperatury nocnej i wieczornej dnia poprzedniego. Jedynie w okolicach górskich, jak Krynica, Zakopane, nagły wzrost temperatury lub też nagłe mrozy wymagają ostrożności w kierowaniu się średnią temperaturą dnia poprzedniego, jednak i tu w sposób nieuciążliwy można się dostatecznie zabezpieczyć. Rzuciwszy bowiem rano około godz. 7-mej okiem na termometr (rys. 6 lub 7), porównujemy temperaturę zewnętrzną ranną z wieczorną i o ile różnica obu temperatur jest większa niż 7—8° C, wówczas kierować

się należy średnią temperatury rannej i wieczornej, a nie temperaturą wieczorną. Np. w roku 1930 w Zakopanem \*) zaszła tylko raz w zimie potrzeba takiej poprawki, a to:

	dnia 3/I	4/I
temperatura 9 g. wieczór	—0'6° C	—8'8° C
temperatura 7 g. rano		—10'72° C

a zatem kierowanie się —0'6° C przy temperaturze dnia —8'8° C byłoby bezwzględnie błędne, podczas gdy średnia rannej i wieczornej temperatury wynosiła  $\frac{0'6 + 10'72}{2} =$  okrą-

gło —6° C, co nie zanadto odbiegało od temperatury —8'8° C, jeśli się zważy, że temperatura 0'6° C przy murach grubości 0'41 m jeszcze przez dwa dni oddziaływałyby na centralne ogrzewanie, gdyby obydwie następne dni miały temperaturę zewnętrzną —8'8° C.

Wyznaczanie ilości koksu podług temperatury zewnętrznej jest tak dla nadzoru palaczy, jak i dla samego palacza najniezawodniejszą kontrolą dobrego, racjonalnego palenia.

---

\*) Daty biuletynu termograficznego użyczył autorowi p. J. Fedorowicz, kierownik stacji meteorologicznej w Zakopanem.

Kontrolę tą ułatwia palaczowi jeszcze bardziej system częstszego dokładania koksu, ponieważ przy każdym dorzuceniu koksu stopień upalenia się warstwy jest zarazem miernikiem racjonalnego nastawienia dopływu powietrza.

Dzienną ilość koksu dla każdej temperatury zewnętrznej najlepiej obliczyć można ze strat cieplnych urządzenia. Jeśli urządzenie obliczone jest np. dla 200 000 Kal/godz strat cieplnych ścian, okien, podłóg i t. d. przy temperaturze zewnętrznej  $-25^{\circ}\text{C}$ , wówczas ilość koksu dla 16-godzinnego opał u danego dnia wylicza się ze wzoru:

$$\frac{1.1 \times 200.000 \times \varepsilon \times 16}{7000 \times \eta} = 502.85 \frac{\varepsilon}{\eta} \text{ kg koksu}$$

przyczem:

$\varepsilon$  = współczynnik zależny od temperatury zewnętrznej,

$\eta$  = współczynnik wydajności całego urządzenia.

Cyfra 1.1 przedstawia 10% dodatku dla strat cieplnych rurociągu i zewnętrznego promieniowania ścian kotła, cyfra 16 jest to ilość godzin opalania.

W razie jeśli wartość opałowa koksu jest znana i wynosi mniej lub więcej, aniżeli



Temp. wody w kotle °C	40	45	49	54	58	62	66	70	74	78	82	87	90
$\eta_1$ . . . . .	0·68	0·718	0·725	0·74	0·755	0·76	0·76	0·765	0·77	0·77	0·77	0·765	0·76
$\eta_2$ . . . . .	0·65	0·66	0·67	0·68	0·69	0·7	0·71	0·72	0·73	0·75	0·76	0·78	0·79
$\eta$ . . . . .	0·44	0·47	0·48	0·50	0·52	0·53	0·539	0·55	0·56	0·577	0·585	0·596	0·6

Istnieje jeszcze drugi wzór dla  $\epsilon$ , mianowicie:

$$\epsilon = \frac{3 \cdot 2 - t_m + t}{\Delta t_{\min. \text{zewn.}}^{\text{wewn.}} - 3 \cdot 2 \dots \dots \dots 2)}$$

gdzie  $t_m$  jest temperaturą mieszkania.

Jakkolwiek wzór 2 jest prostszy, to jednak dla wyliczenia całej tabeli — na wzór tabeli 2 na str. 30 — o wiele dogodniejszy jest wzór 1.

Przykład: Urządzenie obliczone jest dla strat ciepłych 200.000 Kal/godz, dla temperatury mieszkaniowej  $+20^0$  C oraz dla najniższej temperatury zewnętrznej  $-25^0$  C, a więc  $t_m = +20^0$  C,  $t_{\min. \text{zewn.}} = -25^0$  C,

oraz  $\Delta t_{\min. \text{zewn.}}^{\text{wewn.}} = 20 + 25 = 45$ :

$$a = \frac{1}{45 - 3 \cdot 2} = 0 \cdot 023923$$

$$b = 1 + \left( \frac{-25}{45 - 3 \cdot 2} \right) = 1 - \frac{25}{45 - 3 \cdot 2} = \\ = 1 - 0 \cdot 598 = 0 \cdot 402$$

$\epsilon$  dla temperatury zewnętrznej  $+10^0$  C według wzoru 1) wynosi zatem:

$$\epsilon = 0 \cdot 402 - 0 \cdot 0239 (+10) = 0 \cdot 402 - 0 \cdot 2392 = \\ = 0 \cdot 1628$$

Natomiast według wzoru 2) dla tej samej temperatury  $+10^0$ :

$$\epsilon = \frac{3 \cdot 2 - 20 + 10}{45 - 3 \cdot 2} = 0 \cdot 1628$$

Dla temperatury zewnętrznej  $-10^{\circ}\text{C}$  wynika ze wzoru 1):

$$\epsilon = 0.402 - 0.0239(-10) = 0.402 + 0.2392 = 0.6412$$

zaś ze wzoru 2):

$$\epsilon = \frac{3.2 - 20 - 10}{45 - 3.2} = 0.641$$

Ilość koksu dla danego urządzenia (200.000 Kal/godz,  $+20$  i  $-25^{\circ}\text{C}$ ) wylicza się na 16 godzin:

dla temperatury zewnętrznej  $+10^{\circ}\text{C}$ :

$$\frac{1.1 \times 200.000 \times 0.1628 \times 16}{7000 \times 0.5} = 163 \text{ kg}$$

dla temperatury zewnętrznej  $-10^{\circ}\text{C}$ :

$$\frac{1.1 \times 200.000 \times 0.6412 \times 16}{7000 \times 0.5} = 644 \text{ kg}$$

Z tak wyliczonej ilości koksu przeznaczają się około  $\frac{1}{3}$  na podpał, t. j. pierwsze podgrzanie wody, resztę zaś rozdziela się według tabeli 2 na str. 30 na dwugodzinne lub godzinne dawki koksu, dzieląc pozostałą resztę przez 7 względnie 14 godzin. Jest to oczywiście tylko orientacyjny rozdział koksu, który nie może palacza ściśle obowiązywać, przeciwnie palacz powinien w ramach dziennej racji koksu regulować dorzucanie według prze-

jawów przebiegu spalania, a szczególnie według temperatury wody.

Wyliczone w ten sposób zużycie opału nie jest najoszczędniejsze i przy dobrej obsłudze kotłów można jeszcze z tak wyliczonego opału dość pokaźną ilość zaoszczędzić.

Celem wyliczenia zużycia opału dla całej zimy (trzech miesięcy = 90 dni), względnie dla całego przeciętnego pełnego okresu ogrzewania (od połowy października do połowy kwietnia = 180 dni) wstawia się w powyższy wzór średnie temperatury okresów, które wynoszą w dostatecznym przybliżeniu:

Dla nizin środkowej i południowej Polski	dla 90 dni — 3° C	dla 180 dni + 2° C
Dla okolic nadbrzeż- nych Pomorza . . .	0° C	+ 4° C
Dla okolic górzystych, jak Krynica, Zakopane	— 4° C	0° C

Dla specjalnych wypadków, jak np. schroniska na wysokich górach, zachodzi potrzeba szczegółowego \*) obliczenia średnich temperatur.

---

\*) Patrz tabele do obliczania pieców kaflowych, gazowych a zarazem tabele pomocnicze dla obliczania centralnego ogrzewania. Inż. R. Dawidowski. Kraków 1929. Str. 61.

Dla okresu opalania 180 dni, np. w Warszawie i podanego powyżej przykładowo urządzenia o stracie cieplnej 200.000 Kal/godz oblicza się:

$$\epsilon = \frac{3 \cdot 2 - 20 + 2^0 \text{ C}}{45 - 3 \cdot 2} = 0 \cdot 3542 \text{ względnie}$$

$$\epsilon = 0 \cdot 402 - 0 \cdot 0239 (+ 2) = 0 \cdot 402 - 0 \cdot 0478 = 0 \cdot 3542$$

Ilość koksu =

$$= \frac{1 \cdot 1 \times 200.000 \times 180 \times 16 \times 0 \cdot 3542}{3500} =$$

= 64.120 kg, t. j. 6 wagonów dziesięcotonowych koksu na całą zimę, jesień i wiosnę.

Dla kociołków gazowych, które posiadają kilka palników (ilość palników = p) dla najniższej temperatury =  $t_{\text{min. zewn.}}$ , wylicza się dla każdego dnia ilość palników  $p_1$  według wzoru:

$$p_1 = \epsilon p$$

Jeśli więc mamy dla  $\epsilon$  te same dane co poprzednio ( $t_{\text{min. zewn.}} = -25^0 \text{ C}$ ,  $\Delta t_{\text{min. zewn.}}^{\text{wewn.}} = 45$ , względnie  $t_m = +20^0 \text{ C}$ ), a ilość palników wynosi 10, wówczas:

dla zewnętrznej temperatury  $+10^0 \text{ C}$ :

$$p_1 = 0 \cdot 1628 p \cong 2 \text{ palniki}$$

dla zewnętrznej temperatury  $-10^0 \text{ C}$ :

$$p_1 = 0 \cdot 6412 p \cong 7 \text{ palników}$$

Dla podanego na str. 31 ustalenia ilości kotłów, które w danym dniu mają być opalane, miarodajny jest współczynnik wydajności kotła. Zależność współczynnika wydajności kotła od obciążenia powierzchni ogrzewalnej widoczna jest z rys. 13, z którego powziąć można, że najkorzystniejsza jest sprawność kotła przy obciążeniu netto 6000—9000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, co odnosi się prawie do wszystkich używanych obecnie systemów kotłów centralnego ogrzewania. Przebieg bowiem krzywej współczynnika wydajności zależy od stosunku powierzchnia ogrzewalna

powierzchnia rusztów, a ten stosunek w prze-  
ważnej ilości systemów kotłów centralnego  
ogrzewania wynosi 35—45.

Jeżeli urządzenie posiada tylko jeden kocioł, wówczas najlepiej jest obliczyć kocioł tak, ażeby przy najniższej temperaturze był nawet trochę przeciążony, t. j. w czasie stosunkowo krótkich okresów silnych mrozów wydajność tego kotła jest mniej ekonomiczna, jednak przez przeważny okres opalania pracuje taki kocioł z najwyższą wydajnością. Skoro urządzenie składa się z dwóch lub z baterji kotłów, to można sumę kotłów dla najniższej temperatury zimowej tak obliczyć, ażeby i w tym okresie kotły były obciążone

netto tylko optymalnie, t. j. do 8000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, ponieważ przy mniejszej ilości zużytego koksu można zawsze część kotłów wyłączyć, tak, ażeby pozostałe kotły były obciążone tylko do 8000 Kal/m<sup>2</sup>/godz.

Ta tendencja wynika też z dat cennikowych większych firm, które dla swych kotłów od 1 do 2 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej podają obciążenia 12.000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, podczas gdy dla kotłów 2 do 25 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej w cennikach podane są obciążenia 8000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, ponieważ przy kotłach od 2 do 25 m<sup>2</sup> przyjmuje się, że kotły złożone zostaną najmniej z dwóch jednostek.

Co do wyrażenia » obciążenie kotła w Kal/m<sup>2</sup>/godz«, używa się tego terminu w potrójnem zrozumieniu, a mianowicie, jeśli oznaczymy:

K = ilość koksu w kg/godz,

F = powierzchnia ogrzewalna kotła w m<sup>2</sup>,

S = straty cieplne, pokryte przez grzejniki,

otrzymujemy:

$$1) \text{ Obciążenie brutto} = \frac{7000 K}{F} = \frac{1.1 S}{0.5 F}$$

Kal/m<sup>2</sup>/godz, które wynosi optymalnie 11.000—  
— 12.000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, maksymalnie około  
16.000 Kal/m<sup>2</sup>/godz.

2) Podane w rys. 13

$$\text{obciążenie netto} = \frac{4900 \text{ K}}{F} = \frac{1'1 \text{ S}}{0'7 F}$$

które jest optymalne przy 8.000 Kal/m<sup>2</sup>/godz, oraz wynosi maksymalnie przy 11.000 – 12.000 Kal/m<sup>2</sup>/godz.

3) Obciążenie kotła wydajnością ciepłą

$$\text{urządzenia} = \frac{3500 \text{ K}}{F} = \frac{1'1 \text{ S}}{F}$$

i wynosi optymalnie 5.600 Kal/m<sup>2</sup>/godz

maksymalnie 8.000 „ „ „

Trzeba dokładnie rozróżnić te trzy wypadki używania wyrazu »obciążenie«, ponieważ do obliczenia sumarycznej powierzchni kotłów, potrzebnej dla urządzenia, zazwyczaj bierze się pod rozwagę obciążenie kotła wydajnością ciepłą urządzenia, podczas gdy dla ekonomicznego przydziału opału dla poszczególnych kotłów uwzględnia się obciążenie kotła netto.

Dla spalanej np. w 16 godzinach ilości 560 kg koksu i dwóch kotłów o powierzchni ogrzewalnej po 20 m<sup>2</sup> wylicza się:

	dla opału jednego kotła	dla opału dwóch kotłów
Obciążenie brutto	12.250	6.125 Kal/m <sup>2</sup> .godz
„ netto	8.575	4.287
„ wydajnością urządzenia	6.125	3.062

Z tego wynika, że w danym wypadku byłoby mniej korzystne przy ilości  $\frac{560}{16} = 35 \text{ kg/godz}$  koksu palenie w dwóch kotłach, ponieważ przy obciążeniu netto  $4.287 \text{ Kal/m}^2/\text{godz}$  według rys. 13 odczytujemy  $\eta_1 = 0.75$ , a dla obciążenia  $8.575$  współczynnik ten wynosi prawie  $0.77$ .

Z powyższych wywodów wynika zarazem, że przy projektowaniu urządzenia o dwóch lub więcej kotłach ważną rzeczą jest, ażeby sumaryczna powierzchnia kotłów była odpowiednio rozdzielona na poszczególne kotły, t. j. ażeby dla każdej ilości spalanego koksu można było dobrać ilość kotłów korzystną pod względem obciążenia. Wielokrotnie spotyka się w urządzeniach rozdział powierzchni ogrzewalnej na poszczególne kotły tak nieporęczny, że w żaden sposób nie można dobrać korzystnego obciążenia powierzchni ogrzewalnej.

Wspomnieć należy, że istnieje także skuteczny sposób przyśpieszenia spalania przy małych obciążeniach, a więc sposób podwyższenia współczynnika wydajności przy małych dawkach koksu. Tym sposobem jest częściowe nakrycie powierzchni rusztów, o czym będzie mowa w następnym rozdziale.

### Wpływ temperatury kominowej.

Temperatura kominowa jest funkcją obciążenia kotła i przenikliwości cieplnej ścian kotła według wzoru :

$$\begin{aligned}
 & \frac{W \times K}{Q_1 = \text{ciepło dostarczone}} = \\
 & = \underbrace{Fk(t_{sp} - t_k) + F_p c \left[ \left( \frac{t_p + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{t_k + 273}{100} \right)^4 \right]}_{Q_2 = \text{ciepło przenikające do kotła}} + \\
 & + \underbrace{K \times b}_{\text{ciepło popiołu}} + \underbrace{V \times K \times s \times t}_{Q_3 = \text{ciepło gazów komin}}
 \end{aligned}$$

$W$  = wartość opałowa koksu

$K$  = ilość w kg koksu spalonego na godz

$F$  = powierzchnia ogrzewalna kotła w  $m^2$

$F_p$  = opromieniowana część powierzchni  $F$  w  $m^2$

$k$  = współczynnik konwekcyjnego przenikania ciepła (styczne przenikanie)

$c$  = współczynnik promieniowania

$t_{sp}$  = temperatura średnia spalin

$t_k$  = temperatura kotła

$t_p$  = temperatura żaru koksu (przy węglu temperatura płomienia)

$t$  = temperatura kominowa (końcowa spalin)

$b$  = współczynnik ciepła przepadu koksu do popiołu

$V$  = ilość spalin w  $m^3$  z 1 kg koksu

$s$  = ciepło właściwe 1  $m^3$  spalin.

Ze wzoru widać, że jeśli przez powiększenie ilości koksu  $K$  podniesiemy ilość doprowadzonego ciepła, to i druga strona równania musi wzrosnąć.

W tym wypadku wzrasta  $k$  proporcjonalnie do 0,8 potęgi szybkości przepływu spalin \*), a więc z powodu zwiększonej ilości spalin i ich przepływu przenikanie ciepła w kotle wzmaga się. Następnie z powodu żywszego spalania podnosi się  $t_{sp}$  i  $t_p$ , a więc i promieniowanie, jednak (pomijając ciepło popiołu  $K \cdot b$  jako nieznaczne) człon  $Q_2$  nie tak szybko wzrasta jak  $Q_1$ , czyli reszta doprowadzonego ciepła powoduje wzrost ciepła  $Q_3$ . Nadmiar ciepła ponad proporcjonalny do  $K$  przyrost ilości spalin uwydatnia się w  $Q_3$  przez wzrost temperatury kominowej  $t$ .

Dając mało koksu ( $K = \text{małe}$ ), obniżamy  $t_{sp}$ ,  $t_p$ ,  $k$ , a więc uzyskujemy współczynnik wydajności kotła  $\eta = \frac{Q_2}{Q_1}$  mały. Następnie przez

---

\*) Według Nusselta.

zwiększenie ilości koksu wzrastają trochę szybciej wartości  $t_{sp}$ ,  $t_p$  i  $k$ , otrzymujemy zatem maksymalne  $\eta$ , poczem — przy dalszym wzroście  $Q_1$  — według str. 57, znowu wartości  $t_{sp}$ ,  $t_p$  oraz  $k$  podnoszą się powolniej, a więc nadmiar ciepła z  $Q_1$  przenosi się na człon  $Q_3$ .

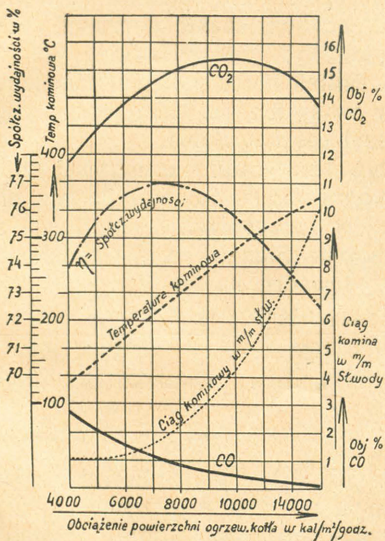
Współczynnik wydajności kotłów ma więc według rys. 13\*) wygląd krzywej, której maksimum przy stosunku  $\frac{\text{powierzchnia ogrzewalna}}{\text{powierzchnia rusztów}} = 35 - 45$ , stosowanym w kotłach centralnego ogrzewania — leży przy obciążeniu około  $8.000 \text{ Kal/m}^2/\text{godz}$ .

Umniejszając ruszt w stosunku do powierzchni ogrzewalnej przesunęlibyśmy maksimum współczynnika wydajności kotła ku niższym obciążeniom, ale zarazem ograniczylibyśmy możliwość większego obciążenia kotła, podczas gdy zwiększając ruszt rozszerzylibyśmy zakres wielkiego obciążenia rusztu na niekorzyść współczynnika wydajności małego obciążenia.

Wysoka temperatura kominowa i jej szkodliwy wpływ są w okresie opalania kotłów

\*) Z pomiarów prof. P. Schlöpfera, Monats-Bulletin Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, 1930, str. 86.

w dwóch wypadkach zależne od palacza, a to: jeśli według poprzedniego rozdziału (str. 72)



Rys 13. Zależność współczynnika wydajności kotła, temperatury kominowej i składu spalin od obciążenia kotła.

ilość kotłów wybranych w danym dniu do opalania jest za mała i kotły są wskutek tego

przeciążone, lub też gdy palacz według str. 35 i 41 przeciąża chwilowo kocioł, przyśpieszając czasowo niepotrzebnie spalanie. Ta druga ewentualność zachodzi często w czasie podpalania i początkowego podgrzewania wody, kiedy palacz wskutek nieosiągnięcia pożądanej temperatury wody nie ma dostatecznej orientacji co do szybkości spalania.

Wpływ temperatury kominowej czyli t. zw. straty kominowe =  $S_K$  ujął po raz pierwszy cyfrowo w procentach jednolitym skróconym wzorem Siegert, wyprowadzając z poprzedniego wzoru na str. 76:

$$S_K = \frac{Q_3 \times 100}{Q_1} = \frac{K \times V \times s \times t \times 100}{W \times K}$$

w którym według przypisku na stronie 51

$$V = \frac{1'86 C}{[CO_2]}; s = 0'32, W = 8100 \times C \times$$

$\times 1'15 \times 0'01$  dla węgla, ponieważ wartość opałową węgla podnosi przeciętnie o 15<sup>0</sup>/<sub>10</sub> wartość cieplna spalanego wodoru. Ponadto temperatura kominowa t = temperatura w kominie  $t_{(kom)}$ , umniejszona o temperaturę otoczenia ( $t_{ot}$ ), a więc wzór Siegerta otrzymuje formę uproszczoną:

$$S_K = \frac{0'65 [t_{kom} - t_{ot}]}{[CO_2]}$$

Wzór Siegerta uzupełnił Hassenstein, włączając także wypadek niezupełnego spalania przez uwzględnienie procentowej zawartości [CO] w spalinach, wobec czego wzór ten brzmi :

$$S_K = \frac{0'65 (t_{kom} - t_{ot})}{[CO_2] + [CO] + 0'33}$$

Wpływ temperatury kominowej w łączności z ilością spalin, wyprowadzoną z analizy, przedstawia obliczony według powyższej formułki wykres 14. Straty te odnoszą się do węgla kamiennego i powinny być dla koksu zwiększone o 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (pomnożone przez 1'15), ponieważ koks zawiera tylko ślady wodoru.

O ile w spalinach znajduje się jeszcze inny gaz spalny, np. wodór lub metan, należy procentową zawartość tych gazów dodać do wartości CO w mianowniku.

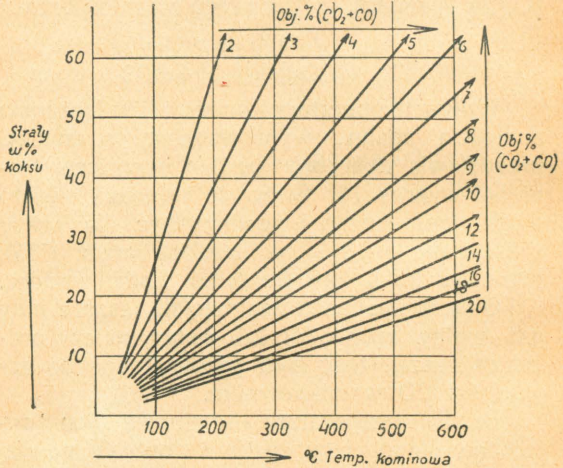
Pewna temperatura kominowa jest potrzebna dla odciągu spalin i dopływu powietrza pod ruszt i ta użyteczna wysokość temperatury kominowej zależy od wysokości warstwy koksu i od sorty koksu (pokonanie oporów \*) warstwy).

Przeważnie temperatura kominowa, potrzebna dla odciągu spalin i zassania powietrza,

---

\*) Opór różnych gatunków węgla przy spalaniu na ruszcie. Inż. R. Dawidowski. Warszawa 1926.

nie jest wysoka\*), a w każdym razie temperatura ta tylko do pewnej wysokości przyczynia się do zassania powietrza, ponieważ



Rys. 14. Straty kominowe w zależności od temperatury i składu spalin.

ponad 273<sup>0</sup> C objętość właściwa gazów w kominie pod wpływem temperatury wzrasta silniej, aniżeli ciąg się wzmacnia, a zatem komin tylko

\*) Zależy od wysokości i przekroju komin, oraz jego oporów.

objętościowo odciąga więcej spalin, natomiast wagowo po przekroczeniu temperatury kominowej  $273^{\circ}\text{C}$  przepuszcza komin coraz mniej spalin. O ile zatem aż do  $273^{\circ}\text{C}$  każda podwyżka temperatury kominowej podnosi stratę ciepłą t. zw. kominową, ale zarazem wzmacnia odciąg spalin, to ponad  $273^{\circ}\text{C}$  każda podwyżka temperatury kominowej przynosi nam podwójną stratę, t. j. w postaci pokaźnej straty ciepłej ulatniających się gorących gazów oraz w postaci umniejszenia motorycznej działalności komina.

Często zachodzi potrzeba opalania kotła przy niskim obciążeniu, co według wykresu 13 połączone jest z małym współczynnikiem wydajności. W takim razie założenie części rusztu podnosi znacznie współczynnik wydajności, ponieważ spalanie koncentruje się na mniejszej powierzchni rusztu, czyli powiększamy sztucznie stosunek  $\frac{\text{powierzchnia ogrzewalna}}{\text{powierzchnia rusztów}}$  przez co podnosimy w podanym na początku rozdziału wzorze  $t_{sp}$  oraz  $t_p$ . W takim razie wzrost współczynnika wydajności dochodzi do  $10\%$  i wyżej. Ruszt założyć można najdogodniej cegłami, układając cegły w środku rusztu przez całą długość rusztu i do wysokości warstwy koksu.

### Analiza gazów spalinowych.

Niezawodną kontrolą dobrego spalania i racjonalnej obsługi kotłów jest tylko analiza gazów spalinowych, a więc stwierdzenie ilości  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  oraz  $\text{O}_2$  w spalinach. Tą drogą stwierdzić można, jak wielkie ilości koksu spala się w centralnych ogrzewaniach bezużytecznie, o czym wspominają znawcy tej miary, jak prof. Schlöpfer \*) i De Grahl \*\*).

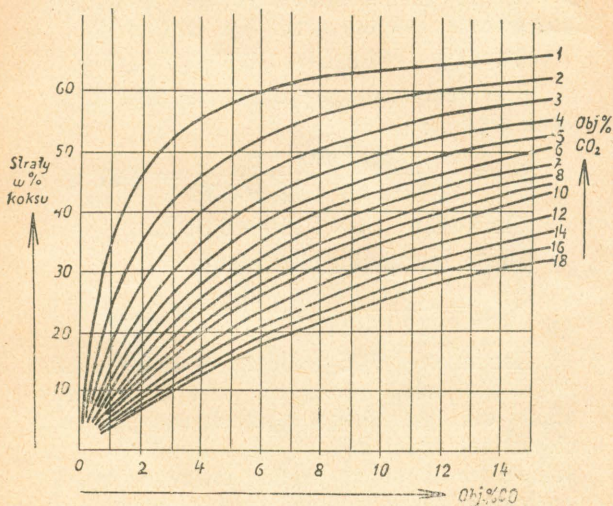
Obok zastosowania wyników analizy do obliczania strat kominowych według wzoru poprzedniego rozdziału (rys. 14), służy analiza gazów także do obliczenia dalszych strat t. zw. niedoskonałego spalania =  $S_g$  w % ilości spalanego koksu. Ze stosunku  $S_g = \frac{100 \times \text{wartość opałowa niespalonych gazów}}{\text{wartość opałowa koksu}}$  wyliczona została analogicznie, jak poprzednio podany wzór Hassensteina, uproszczona formułka Brauss'a:

$$S_g = \frac{70 [\text{CO}]}{[\text{CO}_2] + [\text{CO}]}$$

\*) Monats-Bulletin Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, 1930, str. 56.

\*\*) Zur Wirtschaftlichkeit d. Zentralheizung. Gesundheitsingenieur, 47, str. 245.

Wyniki tej formułki przedstawione są graficznie w wykresie 15.



Rys. 15. Straty niedoskonałego spalania w zależności od  $\% \text{CO}_2$  i CO.

O ile w spalinach znajdują się jeszcze inne spalne gazy jak wodór, metan i t. p., należy ich procentową zawartość dodać do [CO] tak w liczniku, jak i w mianowniku.

Wielkość strat, wydedukowanych z analizy gazów i temperatury kominowej, wykazuje np. przeciętna analiza spalin kotłów centralnego ogrzewania, podana przez De Grahla \*):

$$12\cdot1 \text{ CO}_2 \quad 11\cdot8 \text{ CO} \quad 0\cdot8 \text{ O}_2 \quad 1\cdot2 \text{ H}_2$$

Przy temperaturze kominowej 300° C wylicza się:

$$S_k = \frac{0\cdot65 (300 - 0)}{12\cdot1 + 11\cdot8 + 1\cdot2 + 0\cdot33} = 7\cdot87\%_0$$

$$\text{Dla koksu: } S_k \times 1\cdot15 = 9\cdot05\%_0.$$

Strata niezupełnego spalania:

$$S_g = \frac{70 (11\cdot8 + 1\cdot2)}{12\cdot1 + 11\cdot8 + 1\cdot2} = 36\cdot25\%_0$$

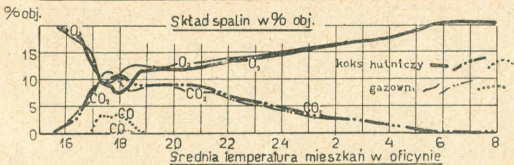
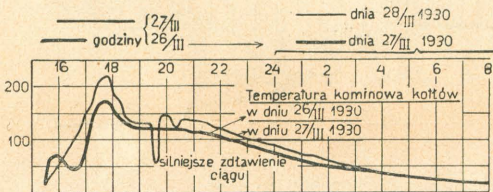
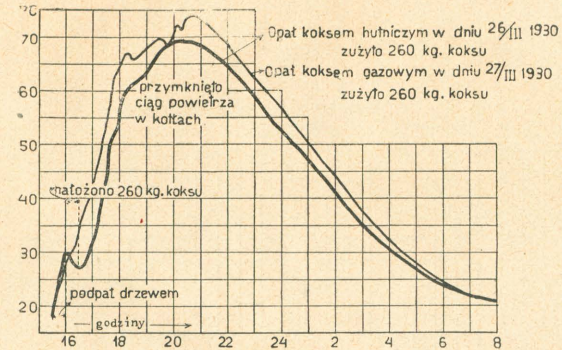
Razem więc  $9\cdot05 + 36\cdot25 = 45\cdot30\%_0$  całej ilości spalonego koksu nie zostało wykorzystane dla centralnego ogrzewania, ponieważ ciepło tej ilości koksu uszło kominem, częściowo w postaci ciepła jawnego spalin, częściowo zaś w postaci gazów niespalonych.

Jako dalszy przykład korzyści właściwego systemu opału przeciwstawione są na rys. 16 i 17 wyniki pomiaru jednego i tego samego urządzenia w Krakowie, przy wspomnianym na str. 28 systemie szczytowego palenia

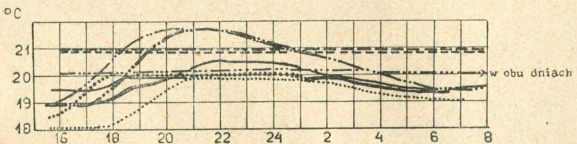
\*) Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe. (Oldenburg, 1921) str. 469.

temperatura wody w kotłach cent. ogrzewania

kamienicy

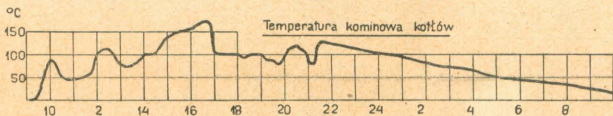
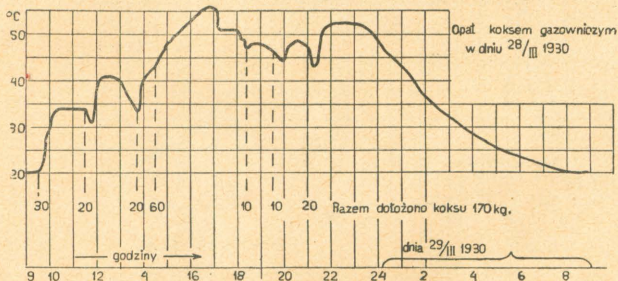


dnia 26/III	dnia 27/III	lewa strona	prawa strona	dnia 26/III	dnia 27/III
—	—		parter	—	—
---	---		II piętro	---	---
.....	.....		III »	.....	.....



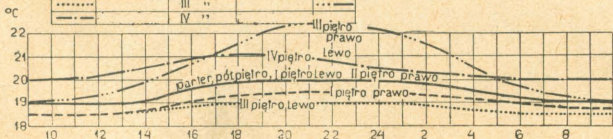
Rys. 16.

Temperatura wody w kotłach centr. ogrzewania  
kamenicy



Lewa strona		prawa strona	
—	parter	—	stróż
—	półpiętro	—	
—	I piętro	—	
· · · · ·	II "	—	
— · — · —	III "	—	
— · — · —	IV "	—	

Średnia temperatura mieszkań  
w oficynie



Rys. 17.

(rys. 16) oraz przy zastosowaniu systemu racjonalnego, równomiernego opału (rys. 17).

Z porównania obu wykresów wynika, że mimo jednakowej temperatury zewnętrznej w obu wypadkach — ogrzewanie według rys. 17 było daleko lepsze, centralne ogrzewanie dostarczało ciepła równomiernie przez cały dzień, a nie, jak z rys. 16 wynika, tylko w krótkim popołudniowym okresie czasu i mimo to spalono według rys. 17 przez cały dzień tylko 170 kg koksu, podczas gdy w dniu poprzednim według rys. 16 zużycie koksu wynosiło

260 kg czyli o  $\frac{(260-170) 100}{170} = 53\%$  wię-

cej. Także palacz w drugim dniu, t. j. w czasie racjonalnego palenia według rys. 17, miał mniej do roboty, ponieważ musiał dołożyć do kotła tylko 8'5 koszy koksu, podczas gdy w pierwszym dniu wsypać musiał do kotła 13 koszy koksu. Co prawda musiał palacz w drugim dniu dokładać koks co dwie godziny po koszu, podczas gdy w pierwszym dniu nałożył całą ilość 13 koszy naraz. Nie jest to jednak wielką ulgą dla palacza, ponieważ i tak powinien on w okresie opalania kotłów co jakiś czas zaglądać do kotłowni.

# KOKS

do celów kowalskich,  
do motorów na gaz  
ssany i do central-  
nego ogrzewania  
w różnych sortymentach

poleca

GAZOWNIA MIEJSKA  
W WARSZAWIE

# TABELE

**do obliczania rozmiarów pieców kaflo-  
wych i gazowych, a zarazem tabele  
pomocnicze do obliczania centralnych  
ogrzewañ**

Prof. inż. R. Dawidowskiego. — Kraków 1929.

**Cena Zł 9·50.**

Do nabycia we wszystkich większych księgarniach.

**Skład główny: Dom Książki Polskiej  
Warszawa, Plac Trzech Krzyży 8.**

**BIURO TECHNICZNE**

**„INSTALATOR“**

**E. BOBER-MILEWSKI i Ska**

(Zjednocz. Technicy)

**WARSZAWA, NOWY ŚWIAT 34 i 36.**

**Telefony: Zarząd 74-06. — Biuro i magaz. 264-98.**

**OGRZEWANIA CENTRALNE** wszelkich systemów,  
Przewietrzania, Kuchnie parowe, Suszarnie, Ciepłarnie itp.  
Urządzenia sanitarne.

**KANALIZACJA, WODOCIĄGI,** Kąpiele, Natryski,  
Łaźnie, Stacje biologiczne, Pompy, Filtry, Zakłady lecznicze,  
i. t. p. Urządzenia sanitarne.

**Nowe urządzenia, Gruntowne reperacje, Konser-  
wacje, Projekty, Kosztorysy, Plany, Ekspertyzy.**

# GÓTOBUR

## GÓRNOŚLĄSKIE TOWARZYSTWO — BUDOWY RUROCIĄGÓW —

Ska z ogr. odp.

TARNOWSKIE GÓRY (G. ŚL.)

Adres telegr: GÓTOBUR, Tarnowskie Góry.

TELEFON 1111 i 84.

### **Radjatory stalowe (Specjalność)**

do centralnych ogrzewań — rury żebrów kute, łuki do połączeń spawanych, rury blaszane, maszty rurowe do oświetlenia i przewodów elektrycznych, maszty kratowe rurowe, beczki żelazne, wężownice wszelkiego rodzaju.

### **Rurociągi dla nowoczesnych kotłowni na wysokie ciśnienie (Specjalność).**

Kształtki stalowe i blaszane, konstrukcje żelazne, elektrycznie spawane, zbiorniki i aparaty dla  
■ ■ przemysłu chemicznego i naftowego. ■ ■

TOW. AKC. BUDOWY MASZYN  
I URZĄDZEŃ SANITARNYCH

## Drzewiecki i Jeziorański

Centrala:

Warszawa, Al. Jerozolimskie 71, tel. 7-74.

ODDZIAŁY:

Kraków, Szpitalna 7, tel. 123-70

Poznań, Wały Zygmunta Augusta 2,  
tel. 15-51

Łódź, Nawrot 85, tel. 210-30

Wilno, Wilkomiarska 3, tel. 7-48

Lwów, Łyczakowska 89, tel. 77-87

Ogrzewanie centralne, Gazociągi, Wo-  
dociągi i Kanalizacje. — Wentylacje.  
Pralnie mechaniczne, Suszarnie, Kuchnie  
:..... parowe i gazowe. :.....



TOWARZYSTWO AKCYJNE

**J. JOHN**

W ŁODZI, UL. PIOTRKOWSKA L. 217.

Znak ochronny

**Oryginalne kotły Strebel'a  
i Radjatory**

— do ogrzewań centralnych. —

30 m<sup>2</sup> 650 J

195,000

6.500.06

4000

40 4/100. 12







BIBLIOTEKA  
GŁÓWNA



AKADEMII  
GÓRNICZO  
HUTNICZEJ

462



AC

*Nie  
wypożycza się*  
**NZB 545**

BOOKKEEPER 2006



1000000505