

GAZ, WODA  
TECHNIKA  
SANITARNA  
— *miesięcznik* —



WYDAWNICTWA



ROK XXV

KWIECIEŃ 1951

Nr 4

---

NAKŁADEM NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ



# GAZ, WODA i TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ę C Z N I K

## KOMITET REDAKCYJNY:

REDAKTOR NACZELNY: MGR INŻ. HENRYK JANCZEWSKI

REDAKTOR DZIAŁU GAZOWNICTWA: MGR INŻ. ROMUALD KIEŁKIEWICZ

REDAKTOR DZIAŁU WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI: MGR INŻ. JÓZEF LIEBFELD

REDAKTOR DZIAŁU TECHNIKI SANITARNEJ: DR INŻ. JAN JUST

REDAKTOR DZIAŁU INSTALACJI: MGR INŻ. STEFAN KOŁODZIEJCZYK

SEKRETARZ REDAKCJI: ZOFIA KLIMASZEWSKA

ROK XXV

KWIECIEŃ 1951

NR 4

## T R E Ś Ć

- |                                                                                   |                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr Inż. Romuald Rosłoński — „Opad i odpływ w sieci kanalizacyjnej miast“.   | Inż. Emil Winter — „Zagadnienie wody przemysłowej w Polsce“. |
| Inż. Aleksander Szpilewicz — „Techniczne i gospodarcze znaczenie paliw gazowych“. | Wiadomości praktyczne.<br>Z prasy zagranicznej.              |

## СОДЕРЖАНИЕ

- |                                                                                 |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Проф. Др. инж. Р. РОСЛОНСКИ — «Осадки и сток в городской канализационной сети». | Инж. Э. ВИНТЕР — «Проблема промышленной воды в Польше». |
| Инж. А. ШПИЛЕВИЧ — «Техническое и хозяйственное значение газовых топлив».       | Сообщения из практики.<br>Из зарубежной печати.         |

## S O M M A I R E

- |                                                                                                                     |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr Ing. R. Rosłoński — „Précipitation atmosphériques et écoulement dans le raseau de canalisation des cités“. | Ing. E. Winter — Problème de l'eau industrielle en Pologne“. |
| Ing. A. Szpilewicz — „Signification technique et économique des combustibles gazeux“.                               | Informations pratiques.<br>Presse étrangère.                 |

## I N T H I S I S S U E

- |                                                                        |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr Inż. R. Rosłoński — „Rainfall and Outlet in Town Sewers“.     | Inż. E. Winter — „The Problem of Water Supply to Industry in Poland“. |
| Inż. A. Szpilewicz — „Technical and Economical Value of Liquid Fuels“. | Field news.<br>From foreign press.                                    |

ADMINISTRACJA CZASOPISMA „GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA“ UPRZEJMIE PROSI O UREGULOWANIE ZALEGŁYCH NALEŻNOŚCI ZA PRENUMERATĘ W R. 1950 NA KONTO P.K.O. I-1133/113  
w WARSZAWIE.



Prof. Dr inż. ROMUALD ROSŁOŃSKI  
Kraków



## Opad i odpływ w sieci kanalizacyjnej miast

*Autor omawia jedno z bardzo ważnych zagadnień, jakie następuje budowa sieci kanalizacyjnej miejskiej, dotyczących obciążenia kanału opadem i dąży do jednoznacznego jego określenia.*

*Z uwagi na zamierzenia Planu 6-letniego, artykuł posiada duże znaczenie, dając projektantowi wytyczne do celowego i ekonomicznego planowania sieci.*

Każdy inżynier, który zetknął się z zagadnieniem obliczenia sieci kanalizacyjnej wie o tym, że najprostsza najszybciej do celu wiodąca metoda polega na spożytkowaniu odmiany starej formułki Bürkli Zieglera, udoskonalonej ostatecznie przez Lindley'a w postaci:

$$q = \varphi A \frac{C}{\sqrt{A}} \text{ litr / sek. ha} \quad (1)$$

gdzie  $q$  odpływem w litrach sek na hektar,  $\varphi$  współczynnikiem spływu,  $C$  mianem intensywności opadu na 1 hektar, a  $m$  liczbą stałą równą — jak przyjęto —  $m = 8$  przy dużych spadkach zlewni i jego wachlarzowatej postaci,  $m = 4$  przy małych spadkach i wydłużonej postaci zlewni, wreszcie  $m = 6$  dla warunków pośrednich. Pisząc:

$$\frac{C}{\sqrt{A}} = p \text{ litr/sek.ha, otrzymujemy natężenie deszu}$$

czy odpowiednie wielkości zlewni  $A$  (ha). Jest to zatem metoda zmierzająca do redukcji intensywności opadu w miarę wzrostu dorzecza. Zasluga Lindley'a jest to, że pokazał jak ze znanych dwóch lub wyrównanych graficznie kilku różnych i znanych wartości  $p$  i  $q$ , naniesionych w podziałce logarytmicznej, obliczyć miano  $C$  i wykładnik  $m$  dla kolektora zlewni.

Nie każdy jednak przykładą wagę do tego, że przeciw stosowaniu tej formułki, ściślej przeciw stosowaniu dla czasu współczynnika redukcyjnego

$$\epsilon = \frac{1}{\sqrt{A}}, \quad \text{podniósł zarzuty Frühling, Imhoff}$$

i in. streszczające się głównie w tym, że nie wiadomo, jak na podstawie tej formułki liczyć natężenia lub odpływy w węzle kanałów, że formułka jest błędna, bo nie uwzględnia spadku kanału. To też w Ameryce przekształcono ją na stosowany

tam powszechnie wzór Mac — Math'a:  $q = \varphi R \sqrt[5]{JA}$  gdzie  $R$  natężeniem opadu w stopach kub. na 1 akr i sekundę,  $J$  spadkiem terenu na tysiąc metrów,  $A$  powierzchnią zlewni w akrach,  $q$  odpływem w stopach kub. na sekundę (stopa kub. = 28'3 litr, akr = 0'403 ha).

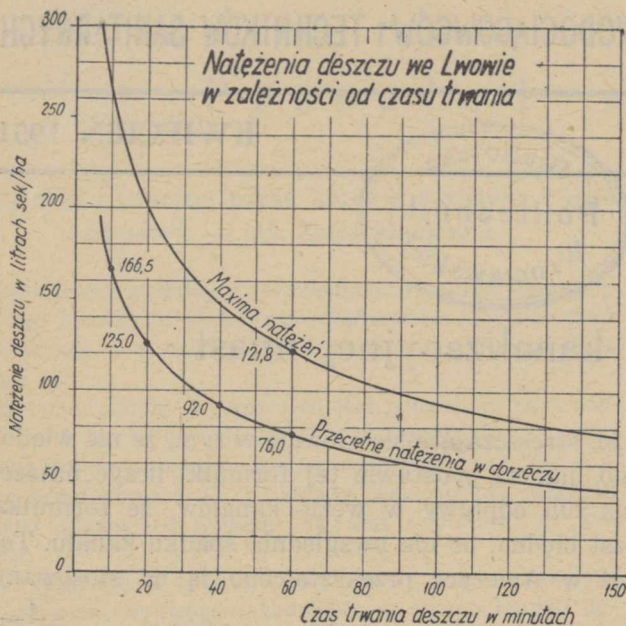
Aby nie szukać dalekiego przykładu niewystarczalności metody redukcyjnej odpływu z powierzchni zlewni warto nadmienić, że austr. Ministerstwo Robót Publicznych, które finansowało budowę sieci kanalizacyjnej lwowskiej z tytułu regulacji górnych dopływów rzeczki Pełtwi (odwadniającej m. Lwów) odrzuciło wzór, jaki Lindley zalecił stosować dla Lwowa:

$$q = \varphi 300 \frac{1}{\sqrt[6]{A}} \text{ litr / sek. ha}$$

na którym projektodawcy Pomianowski i Howard oparli projekt sieci kanalizacyjnej i poleciło przeleżyc sieć na podstawie minutowych przeciętnych natężeń w dorzeczu, niemal identycznych z tymi natężeniami, jakie pokazano na rys. 1, obliczonymi przeze mnie z pomiarów maksymalnego odpływu w Pełtwi — gdy okazała się potrzeba ich sprawdzenia do obliczeń innych kolektorów dla Wielkiego Lwowa, poza Pełtwią leżących.

I jeszcze jeden przykład. Pomianowski, przystępując do projektu sieci kanalizacyjnej Wielkiej Warszawy, badał odpływy w poszczególnych kolektorach na podstawie znanego opadu,  $s$   $t$   $a$   $n$   $u$  odpływu, mierzonego w wodościekach, zaniwelowanego i naniesionego w profile podłużne, jakimi Dyrekcja Wodociągów i Kanalizacji m. Warszawy dysponowała. Na podstawie tychże ustalił





Rys. 1.

empirycznie związek między natężeniem deszczu (zredukowanym na 90%) a obszarem dorzecza większym niż 70 ha, dla zwoły ch deszczów nawalnych na:\*)

$$q = \frac{213}{\sqrt{A}}, \text{ więc } q = \frac{237}{\sqrt{A}} \text{ litr / sek. ha}$$

dla niezredukowanego natężenia deszczu.

Zatem  $m = 3$ , więc ani 4, ani 6 ... które w wzorach stosujemy.

Gdy sposób redukcji natężenia opadu podług wielkości zlewni jest zatem mało dokładny i pozostawia projektantowi za dużą dowolność w obiorze odpowiedniego pierwiastka należałoby ze stosowania tego zrezygnować i obliczać sieć kanalizacyjną drugą, możliwą metodą, tj. stosować redukcję opadu w miarę czasu trwania deszczu ze wzoru:

$$p = \frac{C}{t^n} \text{ litr / sek. ha} \quad (2)$$

przy znanym założeniu, że największy odpływ w kanale daje deszcz trwający tyle minut ( $t$ ), ile wynosi czas przepływu wody kanałem. (We wzorze powyższym jest  $p$  intensywnością opadu w litrach/sek na hektar,  $C$  mianem intensywności deszczu dla  $t = 1$ , lub w układzie logarytmicznym dla  $t = 0$ , a  $n < 1 = \tan \alpha$  gdzie  $\alpha$  oznacza kąt pochylenia prostej  $p = f(t)$  do poziomu w układzie logarytmicznym).

Na tak postawione twierdzenie odpowie każdy czytelnik — i słusznie — że i ta metoda nie

będzie dokładniejsza, bo przecież nie znamy za-  
wyczaj ani wielkości ani rozkładu opadu w cza-  
sie, w tych miastach, które zamierzamy kana-  
lizować.

Istnieje jednak możliwość zbadania tychże w  
dużym trójkącie Lwów — Warszawa — Kraków  
i użycia ich jako wzorowych, pod tym jednak wa-  
runkiem, że zdołamy ustalić j e d n o z n a c z n i e  
związek zachodzący między intensywnością  
opadu a czasem w tych miejscowościach. To  
uproszczyłoby znacznie kwestię wyboru natężeń,  
wzgl. dałoby możliwość przystosowania się z na-  
tężeniami opadów w miastach kanalizowanych do  
wzorcowych, tym bardziej, że sprawa różnej wiel-  
kości opadu rocznego — tu i ówdzie — nie posiada  
dla natężeń opadu zasadniczego znaczenia. Więk-  
sze lub mniejsze opady roczne świadczą tylko o  
większej lub mniejszej częstotliwości opadu w da-  
nej miejscowości, lecz nie o jego natężeniu, które  
zależy w pierwszym rzędzie — poza wyjątkowym  
wpływem warunków topograficznych — tylko od  
warunków meteorologicznych. Gdy zmienność tych  
ostatnich na stosunkowo małym obszarze Polski  
jest nieznaczna, opady o większym natężeniu róż-  
nią się w rozmaitych miejscowościach tylko cza-  
sem ich trwania przy mało zmiennej ich bez-  
względnej intensywności.

Wobec tego ustalenie związku między czasem  
trwania opadów o większym natężeniu a ich in-  
tensywnością nie przedstawiałoby żadnych trud-  
ności w miejscowościach dysponujących pomi-  
arami ombrometrycznymi i nie istniałyby przes-  
zkody dla spożytkowania tychże w miejscowo-  
ściach pozbawionych tych danych. Łatwo jest bo-  
wiem obliczyć intensywność opadu w funkcji cza-  
su, posługując się sposobem Lindley'a. I tak, po-  
siadając kilka spostrzeżeń o różnym czasie trwa-  
nia i różnej intensywności opadów, wnosimy je  
w układ logarytmiczny i wyrównujemy prostą.  
Jeśli ta przechodzi przez dwa punkty, o znanych  
parach spostrzeżeń  $t_1$  i  $p_1$  oraz  $t_2$  i  $p_2$  ( $p_1 > p_2$   
a  $t_2 > t_1$ ), piszemy na podstawie równania (2)

$$p = \frac{C}{t^n}$$

$$\log p_1 = \log C - n \log t_1$$

$$\log p_2 = \log C - n \log t_2$$

$$\log p_1 - \log p_2 = n(\log t_2 - \log t_1)$$

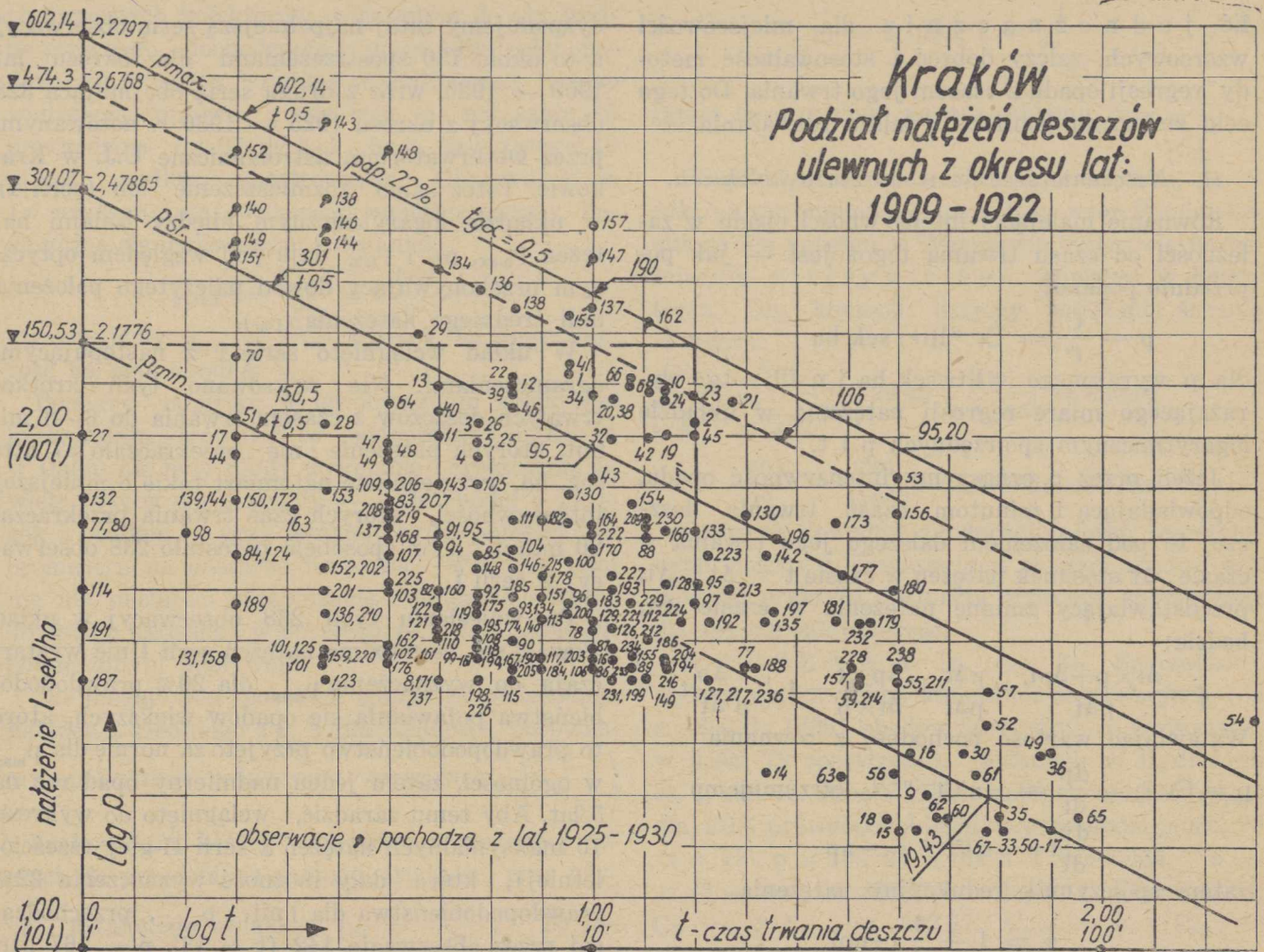
$$\text{stad } n = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log t_2 - \log t_1}$$

$$\log C = \log p_1 + n \log t_1$$

Lecz sieci kanalizacyjnej nie liczy się na pod-  
stawie maksymalnych opadów, bo te doprowadzi-  
łyby do nadmiernych przekrojów kanałowych na-

\*) Pomianowski, Rybczyński, Wóycicki. Hydrologia  
I. Warszawa 1933, str. 213.





Rys. 2.

wet wówczas, gdy zastosujemy zasadę dopuszczającą przepełnienie sieci wzgl. kolektora raz na 3, lub 5, lub 8 lat, co odpowiada prawdopodobieństwu pojawienia się większych — niż przyjęto — opadów raz na rok, wynoszącemu: 33% — 20% — 12,5%. Na przykład: jeżeli wykres, sporządzony dla okresu 15 lat obserwacji, wykaże ponad prostą wyrównującą maksymalne opady (w układzie logarytmicznym) 5 punktów, to nadmierny opad i przepełnienie kolektora nastąpi raz na  $\frac{15}{5} = 3$  lata a prawdopodobieństwo wynosi  $\frac{100}{3} = 33\%$ .

Ale i takie ograniczenie zależności  $p_{\max} = f(t) = \frac{C_{\max}}{t^n}$  nie daje nam właściwej miary natężenia opadu, jaką należy liczyć kolektor, bo nie uwzględnia opóźnienia opadu do kolektora dochodzącego oraz zmniejszonej skutkiem tego intensywności opadu z opóźnienia wynikłego, jednym słowem nie jest tą miarą zależności, jaką nazywamy **średnim** natężeniem opadu w dorzeczu, tj. w zlewni kolektora. I tu powstaje do rozwiązania

we wzorcowych układach natężeń deszczu problem zasadniczy i najważniejszy.

Jeżeli wyobrazimy sobie grupę opadów z pewnego okresu lat, najmniej ponad 10, wniesioną w układ logarytmiczny, to powstanie obraz tychże i ich zależności, przedstawiony na rys. 2.

Prosta  $p_{\max}$  (górna) jest wyznaczona dla pożądanego prawdopodobieństwa w sposób powyżej opisany. Lecz gdzie położyć prostą  $p_{\text{sr}}$  (miarodajnych natężeń w dorzeczu), która powinna leżeć gdzieś między  $C_{\max}$  a również nieznanym  $C_{\min}$ , przy założeniu równoległości prostych, jako warunku koniecznego, opartego na dobrze wyznaczonym  $p_{\max}$ . Gdybyśmy nawet przyjęli jako zasadę że prosta  $p_{\min}$  musi pokrywać pewne minimalne opady o określonym natężeniu i czasie trwania opadu, to z tego nie wynika bynajmniej, że prosta  $p_{\text{sr}}$  musi połowić odstęp między  $p_{\max}$  i  $p_{\min}$ , czyli że  $\frac{\log C_{\max} + \log C_{\min}}{2} = \log C_{\text{sr}}$  będzie tylko przypadkiem sporadycznym. Od rozwiązania tego zagadnienia, czym jest natężenie średnie w dorzeczu, związane z  $p_{\max}$  i jak je usta-



lic jednoznacznie dla miejscowości wzorcowych, zależy dobroć i stosowność metody regresji opadu z czasem jego trwania. Do tego celu zmierzają poniższe i dalsze rozważania.

## II. Natężenie średnie w dorzeczu kolektora.

Równanie malejącej intensywności opadu w zależności od czasu trwania tegoż jest — jak poprzednio podano:

$$p = \frac{C}{t^n} = Ct^{-n} \text{ litr / sek. ha}$$

dla  $p$  wyrażonego w litr/sek. ha i  $n < 1 = \operatorname{tg} \alpha$  wyrażającego miarę regresji natężenia w układzie logarytmicznym współrzędnych  $p$  i  $t$ .

Jeżeli przez  $p$  oznaczmy intensywność opadu, odpowiadającą  $t$  minutom czasu trwania deszczu, to pod założeniem dalszego jego trwania w czasie  $\Delta t$  stosunek natężeń w czasie  $t + \Delta t$  i  $\Delta t$ , przedstawiający zmianę natężenia w czasie  $\Delta t$ , będzie:

$$\varphi = \frac{\Delta t \times p + \Delta p t}{p \Delta t} = \frac{p \Delta t}{p \Delta t} + \frac{\Delta p \times t}{\Delta t \times p} = 1 + \frac{1}{p} \frac{\Delta p}{\Delta t} t$$

Wstawiając wartość pochodnej z równania

$$p = Ct^{-n}, \quad \frac{dp}{dt} = -n Ct^{-(n+1)}, \quad \text{otrzymujemy}$$

$$\frac{dp}{dt} t = -n Ct^{-n} = -np$$

zatem współczynnik redukcyjny natężenia

$$\varphi = 1 + \frac{1}{p} (-np)$$

czyli  $\varphi = (1 - n)$ , lub  $\varphi + n = 1$  (3)

zatem  $(1 - n) + (1 - \varphi) = 1$ , lub  $(1 - n)(1 - \varphi) = n\varphi$  (3a)

Ponieważ wartość  $n = \operatorname{tg} \alpha$  jest znana z wykresu przeto wartość współczynnika redukcyjnego jest

także znana. Kładąc  $\frac{p_{sr}}{p_{max}} = \varphi$ ,  $p_{sr} = \varphi p_{max}$

musimy konsekwentnie przyjąć:  $\frac{p_{min}}{p_{sr}} = n$

Wówczas będzie:  $\varphi p_{max} = \frac{p_{min}}{n}$ , albo  $p_{min} = n\varphi p_{max}$ , jak tego wymaga równanie (3a).

Te założenia sprawdzimy na podstawie wykresów intensywności opadu dla miast posiadających dobre obserwacje ombrometryczne poza tym skontrolujemy znanym odpływem w kolektorze przy znanym czasie odpływu, lub czasie trwania deszczu tam, gdzie obserwacje na to pozwolą. Jeżeli podstawowe założenia:  $p_{sr} = \varphi p_{max}$ , oraz  $p_{min} = n\varphi p_{max}$  okażą się słuszne i przydatne, to sposób jednoznacznego wyznaczenia średniego natężenia dla kolektorów w różnych miejscowościach będzie tym samym ustalony.

K R A K Ó W \*) (p. rys. 2). Rozpatrywanie podziału natężeń deszczów w myśl powyżej ustalonych zasad rozpoczynamy od Krakowa, ponieważ

dysponujemy tutaj najpełniejszą serią obserwacji a to około 730 spostrzeżeniami dla okresu lat 1909 — 1920, wraz z drugą serią obejmującą 328 obserwacji z okresu 1925 — 1930 r. notowanymi przez Obserwatorium astronomiczne U.J. w Krakowie. Toteż samo rozmieszczenie ich (serii I) w układzie logarytmicznym między liniami natężeń  $p_{max}$ ,  $p_{sr}$  i  $p_{min}$  daje pod względem optycznym przekonywujący dowód należytego położenia linii średniego natężenia ( $p_{sr}$ ).

W układ wciągnięto serię I z następującymi ograniczeniami. Nie wrysowano tych krótkotrwałych deszczów z czasem trwania do 6—8 minut, których natężenie nie przekraczało 37 litr/sek. ha, uwzględniono natomiast takie o mniejszej intensywności, których czas trwania przekraczał 20 minut. Tym sposobem pozostało 238 obserwacji w serii I.

Po wniesieniu tych 238 obserwacji w układ okazało się, że maxima natężeń serii I nie wystarczają do wyznaczenia  $p_{max}$  dla 20% prawdopodobieństwa pojawiania się opadów większych, które to prawdopodobieństwo przyjęto za normę dla  $p_{max}$  w ogólności, zatem jeden nadmierny opad raz na 5 lat. Aby temu zaradzić, wciągnięto do wykresu 10 maksymalnych natężeń z serii II-giej (sześcioltniej), które dały możność wyznaczenia 22% prawdopodobieństwa dla linii  $p_{max}$ , przechodzącej przez obserwację 142 ( $t = 13'$ ,  $p = 167$  litr/sek. ha) z nachyleniem  $\operatorname{tg} \alpha = n = 0.5$ . Wobec tego będzie:  $C_{max} = 602.14$ ,  $C_{sr} = 0.5 C_{max} = 301.07$ ,  $C_{min} = 0.5 \times 0.5 C_{max} = 150.53$  litr/sek. ha i obchodzące nas równanie  $p_{sr} = \frac{301}{t^{0.5}}$  litr/sek. ha.

Ponad prostą  $p_{max}$  — jak widać z rysunku — pozostało 4 obserwacje dla okresu 12 (seria I) + 6 (seria II) = 18 lat, zatem nadmierny opad pojawi się raz na  $\frac{18}{4} = 4.5$  lat, więc z prawdopodobieństwem  $\frac{100}{4.5} = 22\%$ . Obserwacje wzięte z serii II-giej opadów oznaczono w rysunku kółkiem z kreską.

Możliwości sprawdzenia ustawionych wzorów — jakkolwiek skromne — istnieją. I tak w sprawozdaniu technicznym,\*\*) tyczącym się budowy

\*) Obserwacje, o których mowa, zawdzięczam tut. Oddziałowi Państw. Instytutu Hydrol.-Meteorologicznego, który zdołał je uzyskać w r. zeszłym i oddał je uprzejmie do spożytkowania.

\*\*) Direktion für den Bau der Wasserstrassen. Hydrotechnischer Bericht zum Projekte der Sammelkanäle an den beiden Ufern der kanalisierten Weichselstrecke (druk str. 2. Kraków 1906.



obubrzejnych kolektorów, włączonym do akt wodno-prawnego dochodzenia z maja 1906 roku, podano, że przelewy burzowe w kolektorach liczono wielkością dopływu z deszczu o natężeniu 35 mm/godzina (= 97 litr/sek. ha.), trwającego 40 minut, podług spostrzeżenia Obserwatorium (w użytych tutaj wykazach nieistniejącego). Posługując się ustawionym równaniem:

$$p_{\max} = \frac{C_{\max}}{t^n} = \frac{602}{40^{0.5}},$$

otrzymujemy  $p_{\max} = 95,20$  litr/sek. ha, więc wartość na ogół zgodną.

Pomiary odpływu w lewobrzeżnym kolektorze krakowskim (również w podgórskim) u ujścia w Dąbiu nie były nigdy wykonane i zresztą nie na wiele byłyby się przydały — o ile chodzi o związek z opadem — przy istnieniu tylko jednego ombrometru na obszarze Krakowa. Wskutek tego nie ma możliwości sprawdzenia obliczonego tutaj średniego natężenia w dorzeczu ( $p_{\text{sr}}$ ) jakimkolwiek pomierzonym odpływem.

Nie mogąc tym sposobem sprawdzić obliczonego natężenia średniego ( $p_{\text{sr}}$ ) dla Krakowa, porównamy współczynnik redukcyjny warszawski  $\left(\frac{1}{\frac{3}{\sqrt{A}}}\right)$

z krakowskim, którego obliczenie w podobnej postaci nie przedstawia żadnych trudności przy uży-

ciu ustalonego związku:  $p_{\text{sr}} = \frac{C_{\text{sr}}}{t^n}$ . To porównanie współczynników redukcyjnych jest uzasadnione tym, że charakterystyki natężeń deszczów w Warszawie i Krakowie są podobne (ob. zestawienie tabelaryczne w rozdziale III). Chcąc otrzymać współczynnik redukcyjny  $\frac{1}{\frac{m}{\sqrt{A}}}$  (lind-

leyowski), odpowiedni znanemu  $\frac{1}{t^n}$  (i odwrotnie) piszemy, zakładając równą objętość odpływu:

$$\frac{Q}{\sqrt{A}C} = \frac{1}{t^n} = \frac{1}{\frac{m}{\sqrt{A}}} = \varepsilon$$

$$\text{zatem } \frac{m}{\sqrt{A}} = t^n$$

Dla krakowskiego kolektora lewobrzeżnego ustaliła Dyrekcja Dróg Wodnych zlewnię w Dąbiu (u ujścia)  $A = 1462$  ha. Podług moich obliczeń do projektu kolektora końcowego Wlk. Krakowa (niepublikowanego) czas przepływu od początku przesklepionej Starej Rudawy do ujścia w Dąbiu wynosi  $t = 110'$ , a obliczony z wykresu natężeń wykładnik potęgowy  $n = 0.5$ . Po podstawieniu tych wartości jest:

$$\frac{1}{m} \log 1462 = 0.5 \log 110$$

$$m = 3.1008, \varepsilon = \frac{1}{\frac{3.1}{\sqrt{A}}}$$

$$\text{zatem bardzo bliski warszawskiemu } \varepsilon = \frac{1}{\frac{3}{\sqrt{A}}}$$

Waga tego stwierdzenia polega na tym, że — jak już wspomniano — powyższy wzór Pomianowskiego dla natężeń w Warszawie opiera się na pomiarach rzeczywistego odpływu w kolektorze. Dla kontroli liczymy natężenia średnie ze wzoru:

$$\frac{C}{\frac{3.1}{\sqrt{A}}} = \frac{301}{\frac{3.1}{\sqrt{1462}}} = 29.49 \frac{\text{litr}}{\text{sek. ha}}, \text{ ze wzoru}$$

$$\frac{301}{t^n} = \frac{301}{110^{0.5}} = 28.7 \text{ litr/sek. ha.}$$

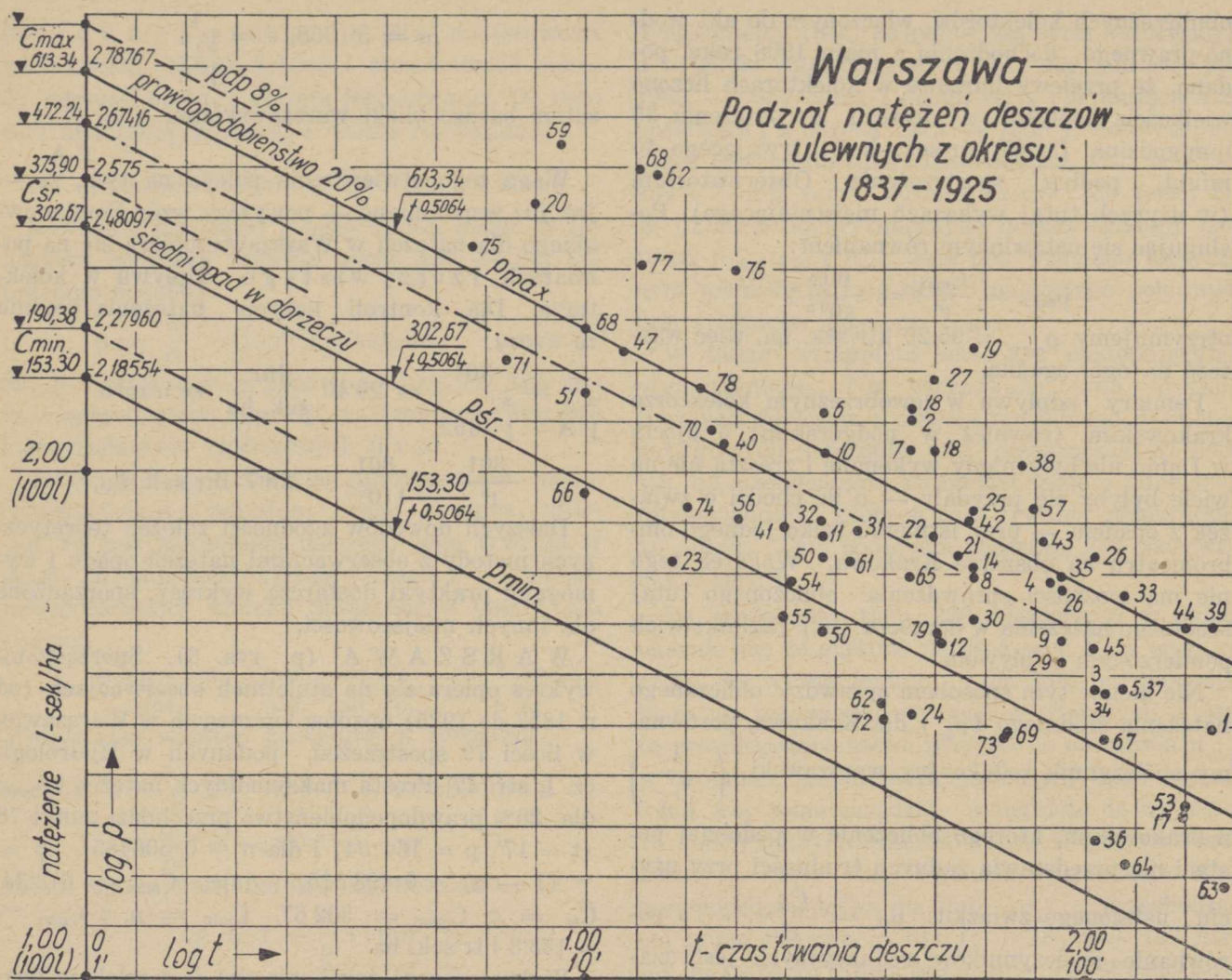
Dalszych dowodów zgodności założeń teoretycznych metody z obserwacjami natężeń opadu i wymogami praktyki dostarczą wykresy, sporządzone dla innych miejscowości.

W A R S Z A W A (p. rys. 3). Sporządzony wykres opiera się na stuletnich obserwacjach (od r. 1837 do 1925) opadów burzowych w Warszawie, w ilości 79 spostrzeżeń, podanych w Hydrologii cz. I, str. 47. Prosta maksymalnych natężeń ( $p_{\max}$ ) dla 20% prawdopodobieństwa przechodzi punkt 78 ( $t = 17'$ ,  $p = 164.04$ ) i dla  $n = 0.506485$ ,  $\varphi = (1 - n) = 0.493515$ , daje:  $C_{\max} = 613.34$ ,  $C_{\text{sr}} = \varphi C_{\max} = 302.67$ ,  $C_{\min} = n \cdot \varphi C_{\max} = 153.3$  litr/sek. ha.

Wykres poucza jak konieczna jest selekcja opadów burzowych przez stosowanie granicy prawdopodobieństwa ich pojawiania się, wykluczająca w danym przypadku takie anormalne opady, jak Nr 59 ( $t = 9'$ ,  $p = 437.7$  litr/sek. ha), Nr 58 ( $13'$  i  $393.3$ ), Nr 62 ( $14'$  i  $385$ ), Nr 19 ( $60'$  i  $177.56$ ). Poza tym wykres cenny jest dlatego, ponieważ orientuje, z jakimi natężeniami należy się liczyć przy deszczach długotrwałych, 3-godzinnych i dłuższych. Na ogół proste  $p_{\max}$ ,  $p_{\text{sr}}$  i  $p_{\min}$  przebiegają zgodnie z krakowskimi z powodu małej różnicy wykładników czasu ( $n$ ) dla współczynników redukcyjnych.

Pomianowski liczył dla Warszawy — jak wiadomo — natężenia maksymalne opadu dla prawdopodobieństwa 8%-go, t. j. dla spodziewanego większego opadu raz na 12.5 lat i podał w Hydrologii str. 215 wielkości tych natężeń (zawarte w poniższej tabelce 1), zaznaczając, że te nie dają się ująć w prostoliniowy związek w podziałce logarytmicznej. To jednak nie przeszkadza, abyśmy w naszym wykresie natężeń, podających  $p_{\max}$  i  $p_{\text{sr}}$  dla 20% prawdopodobieństwa — ogólnie dla jednoznaczności w celach porównawczych stosowanego





Rys. 3.

— nie mogli wyznaczyć prostej 8%-go prawdopodobieństwa i na tej podstawie wyciągnąć porównawcze wnioski, dotyczące się stosowności naszej metody do obliczeń sieci warszawskiej.

Otóż prosta dla prawdopodobieństwa 8%-go przebiega w wykresie przez obserwacje: Nr 7 —  $t = 45'$  i  $p = 110.8$  litr/sek. ha oraz Nr 13 —  $t = 390'$  i  $p = 37.12$ .

Z tych znanych sposobem otrzymuje się  $n = 0.506485$  (identyczne z poprzednim) i  $\varphi = (1-n) = 0.493515$ , oraz  $C_{\max} = 761.68$ ,  $p_{\max} = \frac{761.68}{t^{0.506}}$  równ. a)

$$C_{\text{sr}} = \varphi C_{\max} = 375.90, \quad p_{\text{sr}} = \frac{375.9}{t^{0.506}} \text{ równ. b)}$$

$$C_{\min} = n \varphi C_{\max} = 190.37 \text{ litr/sek. ha}$$

Zestawienie natężeń z tych wzorów obliczonych oraz podanych przez Pomianowskiego  $p_{\max}$  zawiera następująca tablica 1).

Z tablicy widać, że podane przez Pomianowskie obliczenia natężeń maksymalnych są zgodne z obliczonymi z wykresu tylko w granicach mniej więcej od 30' do 120' i np. dla 45' identyczne. Po-

Tablica 1

| $t'$                        | 15'    | 30'    | 45'   | 60'   | 90'   | 120'  | 180'  |              |
|-----------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Pomian. $p_{\max}$ 8%       | 160.7  | 133.0  | 110.8 | 97.0  | 74.8  | 60.9  | 44.30 | litr/sek. ha |
| równ. a) $p_{\max}$ 8%      | 193.27 | 136.05 | 110.8 | 97.30 | 78.0  | 67.62 | 54.91 |              |
| równ. b) $p_{\text{sr}}$ 8% | 95.38  | 67.15  | 54.68 | 47.27 | 38.50 | 33.27 | 27.10 |              |

nieważ jednak teoretyczne maxima natężeń dla opadów krótkotrwałych nie odgrywają przy obliczeniach odpływu kanalizacyjnego żadnej roli (ob. Imhoff i stosowane przez niego maxima, do 15' czasu trwania deszczu równe 100 litr/sek. ha) a opady długotrwałe także nie są miarodajne przy obliczeniach kanałów II-go i III-cio rzędnych nie będziemy dochodzić przyczyny powyżej ustalonej niezgodności dla  $t < 30'$  i dla  $t > 120'$ . Kwestią ważniejszą jest, czy obliczone przez nas  $p_{\text{sr}} =$

$$= \frac{375.9}{t^{0.506}} \text{ litr/sek. ha znajduje przy obliczeniu ko-}$$

lektorów sieci warszawskiej swoje uzasadnienie. Na stronie 216 Hydrologii podał Pomianowski tabelaryczne zestawienie obliczeń poszczególnych od-



cińków kolektora „C“, uchodzącego do kolektora „A“. To zestawienie pozwoli nam na stwierdzenie w kilku odcinkach obliczonego przez Pomianowskiego wielkości odpływu, w stosunku

do tego, jaki wynika ze wzoru:  $p_{\text{sr}} = \frac{375 \cdot 9}{t^{0.506}}$ ,

oraz empirycznego  $p = \frac{237}{\sqrt[3]{A}}$  (Pomianowskiego)

dla zwykłych deszczów nawalnych i  $A > 70$  ha.

Przykład 1). W wierszu 8-ym tabeli Pomianowskiego podano:  $A = 90.52$  ha,  $\varphi A = 34.42$  ha, ( $\varphi = 0.38025$ ), czas przepływu kolektorem do danego przekroju:  $\Sigma(\Delta t) = 2775'' = 46.25'$  ma odpowiadać czasowi trwania deszczu  $t$ .

Ze wzoru:  $\frac{237}{\sqrt[3]{90.52}}$  wynika  $p = 52.78$  litr/sek. ha.

Ze wzoru naszego  $p_{\text{sr}} = \frac{375 \cdot 9}{46.25^{0.506}}$  jest  $p = 53.93$  litr/sek. ha.

Przykład 2). W wierszu 13-tym tabeli podano:  $A = 126.78$  ha,  $\varphi A = 50.80$  ha, ( $\varphi = 0.4$ ),  $\Sigma(\Delta t) = 3506'' = 58.43' = t$ .

Ze wzoru  $p = \frac{237}{\sqrt[3]{126.78}}$  otrzymujemy  $p = 47.18$  litr/sek. ha.

Ze wzoru  $p_{\text{sr}} = \frac{375 \cdot 09}{58.43^{0.506}}$  . . . . .  $p_{\text{sr}} = 47.91$  litr/sek. ha.

Przykład 3). W wierszu 23 tabeli podano  $A = 301.25$  ha,  $\varphi A = 209.86$  ha, ( $\varphi = 0.6966$ ),  $\Sigma(\Delta t) = 5228'' = 87' = t$ .

Ze wzoru  $p = \frac{237}{\sqrt[3]{301.25}}$  jest  $p = 35.354$  litr/sek. ha.

Ze wzoru  $p_{\text{sr}} = \frac{375 \cdot 9}{87.0^{0.506}}$  jest  $p = 39.18$  litr/sek. ha.

Przykład 4). Przepływ końcowy. Podług tabeli jest w ostatnim wierszu:  $A = 432.80$  ha,  $\varphi A = 314.24$ , ( $\varphi = 0.726$ ),  $\Sigma(\Delta t) = 6836'' = 113.93' = t$ .

Ze wzoru  $p = \frac{237}{\sqrt[3]{432.8}}$  jest  $p = 31.33$  litr/sek. ha.

Ze wzoru  $p_{\text{sr}} = \frac{375}{113.93^{0.506}}$  jest  $p_{\text{sr}} = 34.16$  litr/sek. ha.

Na podstawie tych porównawczych obliczeń stwierdzamy, że obliczona przez nas wartość średniego natężenia deszczu w dorzeczu (kolektora) jest zgodna ze wzorem empirycznym Pomianowskiego

skiego  $p = \frac{237}{\sqrt[3]{A}}$ , a większe ilości odpływu podane

w tabeli dla poszczególnych odcinków kolektora są wynikiem przyjętych przez Pomianowskiego większych natężeń opadu, niżby to ze wzorów

$p_{\text{sr}} = \frac{375 \cdot 9}{t^n}$  i  $\frac{237}{\sqrt[3]{A}}$  wynikało. \*)

L W Ó W (p. rys. 4). Wykaz opadów burzowych, jakimi posługiwał się Zarząd wodociągów i kanalizacji m. Lwowa obejmuje 43 spostrzeżeń, w tym 8 spostrzeżeń pochodzących z lat 1881 do 1888 tj. za okres 8-mio letni oraz 35 obserwacji, pochodzących z lat 1907—1940, zatem za okres 33-letni, co czyni w sumie 43 obserwacji w ciągu 41 lat. Te obserwacje, wniesione w układ logarytmiczny, pozwalają na wyznaczanie prostej  $p_{\text{max}}$  dla 20%-wego prawdopodobieństwa pojawiania się opadów o większym natężeniu, jako normalnego w naszych dociekaniach.

Prowadząc mianowicie prostą przez spostrzeżenia:

Nr 38 dla  $t_1 = 20'$  ...  $p_1 = 205$  litr/sek. ha  
oraz przez Nr 41 dla  $t_2 = 40'$  ...  $p_2 = 153$  litr/sek. ha

otrzymujemy ze wzorów  $n = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log t_2 - \log t_1}$

i  $\log C_{\text{max}} = \log p_1 + n \log t_1$ ,  
 $n = 0.422092$ ,  $\varphi = (1-n) = 0.5777908$ ,  
 $n \varphi = 0.24393$ ,  $C_{\text{max}} = 725.964$ ,  $C_{\text{sr}} = \varphi C_{\text{max}} = 419.547$  i  $C_{\text{min}} = n \varphi C_{\text{max}} = 177.088$ .

Poza obrębem prostej pozostaje 8 obserwacji deszczów, z okresu 41 lat, co oznacza możliwość pojawienia się jednego deszczu większego raz na  $\frac{41}{8} \sim 5$  lat, zatem prawdopodobieństwo  $\frac{100}{5} = 20\%$ .

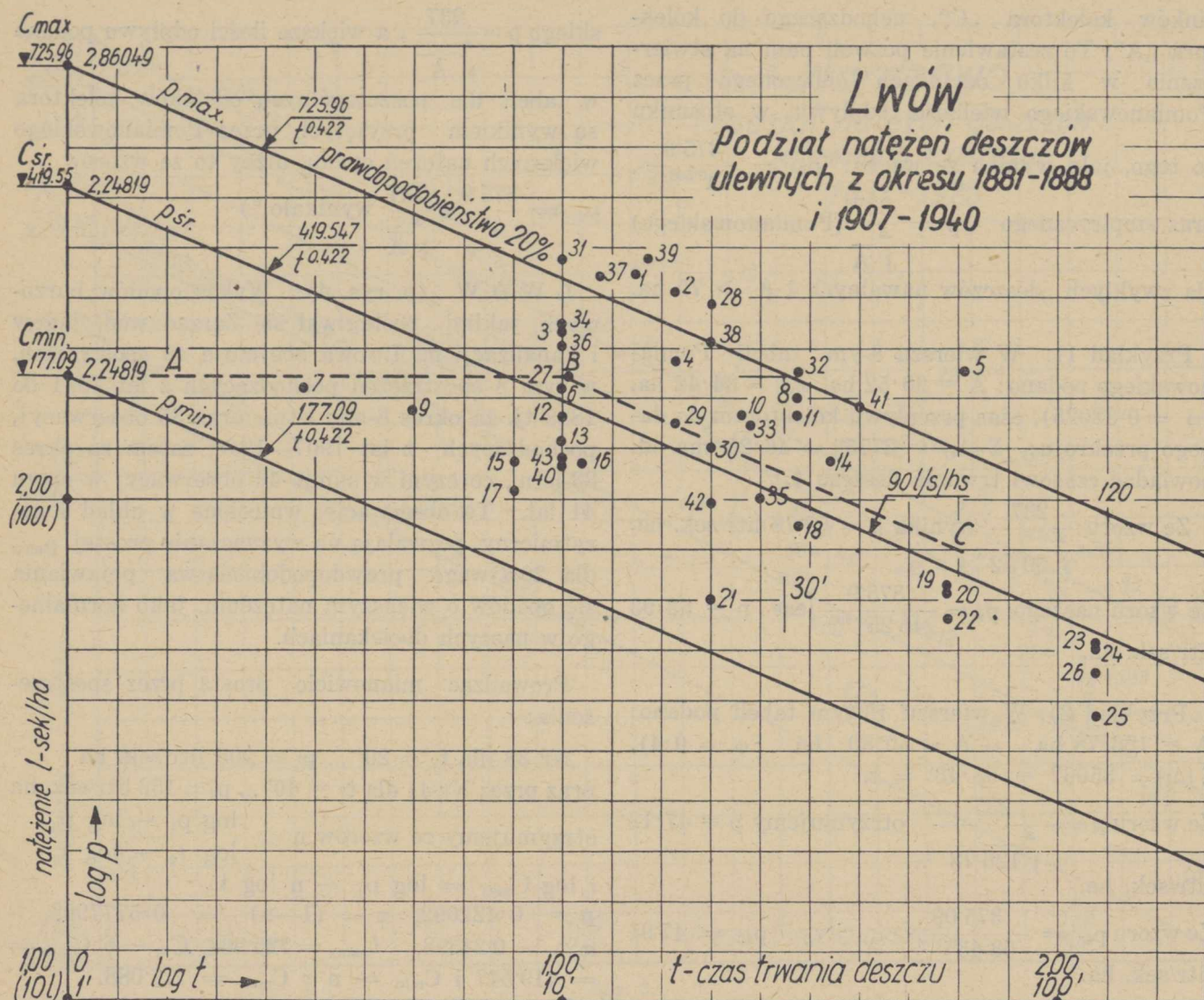
Wykres lwowski natężeń opadów i wyniki z niego ustalenie  $p_{\text{sr}}$  w dorzeczu, jakim należy obciążyć kolektor — we Lwowie jest nim przesklepiona rzeczka Pełtew — jest ważny i cenny z tego powodu, ponieważ daje wyjątkową sposobność sprawdzenia nim objętości odpływu wezbranej Pełtewi, największej ze znanych, poza tym sprawdzenia wzoru Lindley'a dla dorzecza lwowskiego

$p = \frac{300}{\sqrt[6]{A}}$  litr/sek. ha.

Podług zapisków Urzędu budowlanego we Lwo-

\*) Łatwo sprawdzić, że Pomianowski liczył także kolektor nie średnim natężeniem opadu w dorzeczu, lecz maksymalnym, odpowiadającym górnej krzywej, pokazanej tutaj w rys. 6 (w tekście).





Rys. 4.

wie\*), wezbrana w czerwcu 1896-go Pełtew dała 90'75 m<sup>3</sup>/sek odpływu, z dorzecza A = 2224'2 ha, dla czasu przepływu od krańców dorzecza  $t = 38'3''$  przy obliczonym, ważonym współczynniku spływu  $\varphi = 0'4825$ . Kładąc czas przepływu korytem Pełtewi równy czasowi trwania deszczu w celu uzyskania maximum odpływu, otrzymujemy na podstawie poprzednich obliczeń:

$$p_{sr} = \frac{419'55}{38'3''^{0.422}} = 90'058 \text{ litr/sek. ha,}$$

czyli w przeliczeniu na natężenie godzinne = 32'5 mm/godz. Podług obliczeń Pomianowskiego\*\*) dla tegoż przypadku wynosi natężenie ś r e d n i e 33'62 mm/godz., jest zatem niemal równe.

Na podstawie tego objętość przepływu powinna wynosić:

$$Q = \varphi A p_{sr} = 0'4825 \times 2224'2 \times 90'058 = 96648 \text{ litr/sek.} = 96'65 \text{ m}^3/\text{sek}$$

jest więc wyższą od pomierzonej o 5'90 m<sup>3</sup>/sek, czyli o 6'5%. Przyczyna może tkwić w za wysoko oszacowanym współczynniku spływu  $\varphi$ . W ten sposób dowód stosowności  $p_{sr}$  w dorzeczu (dla kolektorów) został przeprowadzony.

Pozostaje stwierdzić, czy zalecony przez Lindley'a wzór dla natężeń deszczu w dorzeczu lwowskim  $p = \frac{300}{\sqrt{A}}$ , które — rzecz jasna — należy uważać za średnie w dorzeczu, jest słuszny.

$$\text{Pisząc } Q = \varphi AC \frac{1}{\sqrt{A}} = \varphi AC \times \frac{1}{t^n},$$

$$\text{lub } \frac{Q}{\varphi AC} = \frac{1}{\sqrt{A}} = \frac{1}{t^n}$$

dla jednoznacznie określonego  $C_{sr}$  w obu przypadkach, otrzymujemy:

\*) Rosłoński R. Kanalizacja miasta. Podręcznik Inżynierski. Str. 1609 Lwów 1928.

\*\*) Pomianowski K. Obliczenie wód burzowych w małych dorzeczach. Przegląd Techniczny. Warszawa.



$\sqrt[m]{A} = t_n = 38 \cdot 3^{0.422}$ , jak poprzednio, zatem:

$$\frac{1}{m} = \frac{0.422 \log 38.3}{3.3471738}, \quad \text{gdzie mianownik} =$$

$$= \log A = \log 2224.2 \text{ czyli } m = \frac{3.3471738}{0.668257} =$$

$$= 4.9973 \sim 5.$$

$$\text{Zatem wzór powinien mieć postać } p_{sr} = \frac{419.55}{\sqrt[5]{A}}$$

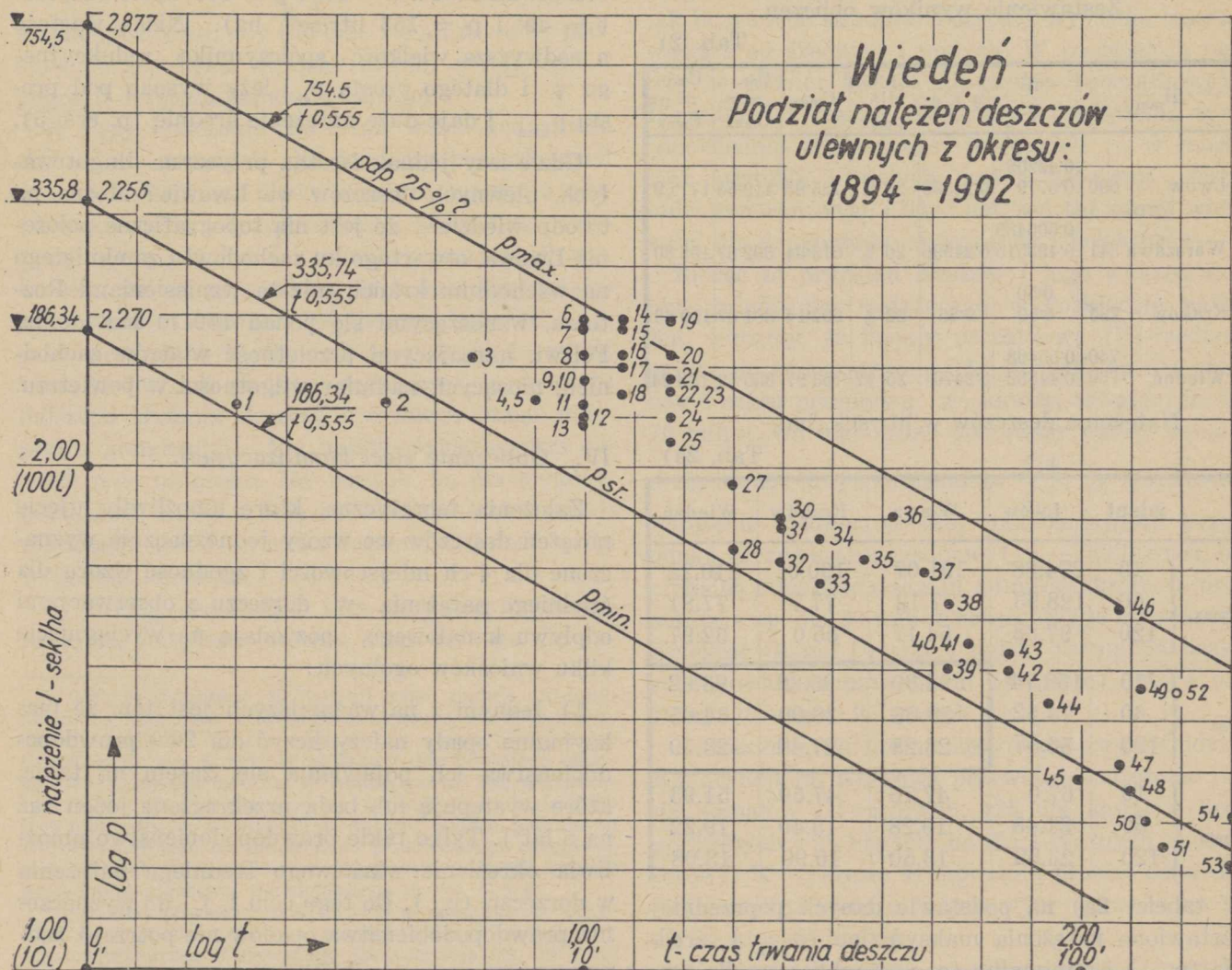
$$\text{lecz nie } \frac{300}{\sqrt[5]{A}}$$

czyli, że wzór Lindley'a redukuje za intensywnie natężenia w miarę wzrostu dorzecza we Lwowie i potwierdza na początku wyrażone zapatrywanie o wadach metody redukcji natężenia opadu podług wielkości dorzecza.

przebiegu natężeń we Wiedniu na podstawie materiału ombrometrycznego podanego przez Voita\*). Wynik tego studium nie doprowadził do zgodności zasad teoretycznych przez Voita w tytule jego pracy określonych. Powodem tego niewątpliwym jest za krótki okres obserwacji opadów, bo tylko ośmioletni, rozłożenie natężeń na takie, występujące w okresie od 10 do 70 minut i na takie pojawiające się w czasie od 1 godziny do 7 godzin, obliczone poza tym starą formułą:  $p = \frac{a}{b+t}$ , gdzie a i b

są stałymi, różnymi dla deszczów krótko i długotrwałych, t czasem trwania deszczu w godzinach.

Wykres dał wysokie miano  $C_{max} = 754$  litrów/sek. ha (dla  $t = 1'$ ) i dużą regresję opadów  $n = 0.55468$ , zatem  $\varphi = 0.44532$ ,  $n\varphi = 0.247$ ,  $C_{sr} = 335.8$ ,  $C_{min} = 186.24$ , a prawdopodobieństwo dla  $p_{max}$ , tylko przypuszczalne, około 25% wynoszące.



Rys. 5.

W I E D E Ń (p. rys. 5). Chęć zbadania przydatności metody w odmiennych warunkach meteorologicznych skłoniła autora do przestudiowania

\*) Voit W. Über Sammelkanäle und deren Höchstbeanspruchung. Zeitschrift des oesterr. Ingenieur — u. Architekten Vereines. Wiedeń 1909. Nr. 20.



Deszczów o małym natężeniu w wykresie nie pokazano, ich rozkład podaje inna praca autora\*).

Niezależnie od różnic metodycznych rozkład opadów i ich natężeń we Wiedniu stanowi cenne uzupełnienie wyników w innych miejscowościach uzyskanych, a jego znaczenie końcowe, tabelaryczne zestawienie obliczonych natężeń i ich interpretacja.

### III. Wyniki obliczeń.

W dwóch tablicach 2) i 2a), poniżej umieszczonych, zestawiono wyniki obliczeń, uzyskane dla Lwowa, Krakowa, Warszawy i Wiednia, dotyczące stopnia regresji natężeń określonego symbolem  $n$ , dla 20% prawdopodobieństwa i wynikających stąd  $C_{\max}$ ,  $C_{\text{sr}}$ ,  $C_{\min}$ . Symbol  $H_{\text{mm}}$  w pierwszej kolumnie tabelki 2) podaje przeciętny opad roczny w wymienionych obok miejscowościach.

Zestawienie wyników obliczeń.

Tab. 2)

| $H_{\text{mm}}$ | $n$<br>$\varphi$     | $n \times \varphi$ | %pdp<br>dla<br>$p_{\max}$ | $C_{\max}$ | $C_{\text{sr}} = \varphi$<br>$C_{\max}$ | $C_{\min} = n\varphi$<br>$C_{\max}$ |
|-----------------|----------------------|--------------------|---------------------------|------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| Lwów 690        | 0.42209<br>0.5779    | 0.24399            | 20 %                      | 725.96     | 419.55                                  | 177.09                              |
| Warszawa 541    | 0.506485<br>0.493515 | 0.24996            | 20 %                      | 613.34     | 302.67                                  | 153.30                              |
| Kraków 735      | 0.50<br>0.50         | 0.25               | 22 %                      | 602.14     | 301.07                                  | 150.63                              |
| Wiedeń 740-760  | 0.55468<br>0.44532   | 0.24701            | 25 %?                     | 753.97     | 335.79                                  | 186.24                              |

Natężenia deszczów w litr/sek. ha.

Tab. 2a)

| $t$<br>minut                      | Lwów                      | W-awa                    | Kraków                  | Wiedeń                   |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| $p_{\max}$ { 10<br>60<br>120      | 274.68<br>128.93<br>97.88 | 191.07<br>77.12<br>54.17 | 190.0<br>77.7<br>55.0   | 210.22<br>77.81<br>52.97 |
| $p_{\text{sr}}$ { 10<br>60<br>120 | 158.74<br>74.52<br>56.57  | 94.30<br>38.06<br>23.28  | 95.20<br>38.90<br>27.48 | 93.62<br>34.65<br>23.59  |
| $p_{\min}$ { 10<br>60<br>120      | 67.0<br>31.45<br>23.89    | 47.76<br>19.28<br>13.50  | 47.60<br>19.40<br>10.90 | 51.93<br>19.22<br>13.08  |

W tabelce 2a) na podstawie danych poprzedniej zestawiono natężenia maksymalne ( $p_{\max}$ ), średnie ( $p_{\text{sr}}$ ) i minimalne ( $p_{\min}$ ), obliczone dla czasu trwania deszczu 10, 60 i 120 minut zarazem

\* Rosłowski R. Założenia hydrologiczne u podstaw kanalizacji m. Krakowa. Czasopismo Techniczne Nr. 3/4. Kraków 1947.

odpływu jednostkowego z hektara dla  $\varphi = 100$ . Otóż ta tabelka a w szczególności dane, dotyczące się  $p_{\text{sr}}$  stanowią najważniejszy wynik dociekań. Okazuje się bowiem, jak z wyników w ramkę ujętych wynika, że  $p_{\text{sr}}$  we wszystkich miejscowościach z wyjątkiem Lwowa są prawie równe, co stanowi ważną wskazówkę dla obliczeń sieci kanałów.

Natomiast  $p_{\text{sr}}$  dla Lwowa przekraczają obramowane o 60% do 50%. Gdzie leży przyczyna tego zjawiska, jeżeli chodzi tylko o rachunkowe ujęcie tego zagadnienia. Nietrudno zauważyć w danych w pierwszej tabelce zawartych, że Lwów posiada najmniejszy stopień regresji opadów, bo tylko  $n = 0.422$  w stosunku do wszystkich innych, gdzie  $n$  wynosi od 0.50 do 0.55 (Wiedeń), i to jest oznaką długiego czasu trwania deszczów ulewnych (p. natężenia, objęte prostą 20% prawdopodobieństwa, Nr 32...  $t = 30'$  i  $p = 179$  także Nr. 41...  $t = 40'$  i  $p = 153$  litr/sek. ha). Niską wartość  $n$  podwyższa wielkość współczynnika redukcyjnego  $\varphi$  i dlatego prosta  $p_{\text{sr}}$  leży wysoko pod prostą  $p_{\max}$  i daje duże natężenie średnie (p. rys. 5).

Gdzie leży jednak istotna przyczyna długotrwałych, ulewnych deszczów we Lwowie? Można na to odpowiedzieć, że jest nią topograficzne położenie Lwowa, otwartego ku zachodowi i zamkniętego na wschodnim krańcu miasta wzniesieniami Roztocza, wznoszącymi się ponad 150 m nad doliną Pełtwi, hamującymi przelotność wiatrów zachodnich, niosących nadmiar wilgotności w powietrzu.

### IV. Obliczanie sieci kanalizacyjnej.

Założenia teoretyczne, które umożliwiły ujęcie natężeń deszczów we wzory jednoznacznie wyznaczone dla 4-ch miejscowości i zgodność wzoru dla średniego natężenia w dorzeczu z obserwacjami odpływu kanałowego, pozwalają na wyciągnięcie kilku wniosków ogólnych:

1) Jednym z najważniejszych jest ten, że maksymalne opady należy liczyć dla 20% prawdopodobieństwa ich pojawienia się, zatem na takie, które występują lub będą przekroczone jeden raz na 5 lat\*). Tylko takie prawdopodobieństwo umożliwia określenie właściwego średniego natężenia w dorzeczu ( $p_{\text{sr}}$ ). Do tego celu t. j. do wyznaczenia prawdopodobieństwa opadów nie potrzeba żad-

\* Twierdzenie Wóycickiego (Kanalizacje str. 10), „że na ogół obiera się, jako górną granicę deszcze, trafiające się raz na trzy lata, jako dolną co roku“, nie ma żadnego uzasadnienia, bo daje przy tym 33%-towym prawdopodobieństwie natężenia deszczu i odpływu za małe.



nych finezyjnych obliczeń\*), wystarczy eliminacja kilku wyjątkowych (anormalnych) opadów, na wykresie logarytmicznym przeprowadzona — a to także z powodów pod 5) wyłuszczonych.

2) Sieć kanalizacyjną należy liczyć tylko natężeniami opadów, odpowiadających czasowi trwania deszczu, równego czasowi przepływu kanałem od początku tegoż do badanego punktu w kanale, dla uzyskania maksymalnego odpływu, na podstawie tego koniecznego warunku. Liczymy zatem objętość wody w kanale wzorem  $p = \frac{C}{t^n}$ , mnożąc  $p$  przez powierzchnię i odpowiedni współczynnik spływu  $\varphi$ . Stąd  $Q = \varphi A \frac{C}{t^n}$ . Warunki, określające dobór natężenia ( $p$ ), podano poniżej.

3) Liczenie natężenia deszczu i jego redukcja wzorem Lindleya  $p = \frac{C}{\frac{m}{\sqrt{A}}}$ , jak pokazano na przykładach, zawodzi, gdy nie ma realnych podstaw do określenia związku między  $p$  i  $A$ , od topografii dorzecza kanału zależnego,

4) Przy obliczeniu sieci nie wolno redukować nadmiernie natężenia dla kanałów początkowych w sieci, bo centrum ulewy o dużym natężeniu uderza także w kanały początkowe, które temu zalewowi muszą podołać. Jak wynika ze wszystkich wykresów, należy przyjąć dla tych kanałów natężenie deszczu co najmniej 150 litrów/sek. ha ( $C = \min$ ), jako niezmiennie w ciągu pierwszych 10-ciu minut trwania deszczu, po czym redukować je w miarę dalszego trwania deszczu i równego czasu przepływu kanałem\*\*). Nie należy wahać się przy doborze tego natężenia 150 litr/sek. ha dla kanałów początkowych, bo te leżą zwykle na dalekich przedmieściach, gdzie  $\varphi$  małe, zatem i objętość wody w kanale nie duża.

5) Należy pamiętać o tym, że nawet precyzyjne ujęcie natężenia deszczu miarodajnego dla ka-

nałów nie ustrzeże od błędu grubszego, powodowanego nieodpowiednim doбором współczynnika spływu ( $\varphi$ ), którym obliczone, czy też zastosowane natężenie należy zredukować. Ponieważ wielkość tego ostatniego, pomimo wielu zaleceń, jak go dobrać, jest mniej więcej dowolna, należy w myśl zasady, że dokładność rachunku, nie powinna być większa od dokładności założeń, przyjmować  $p$  wyrównane, z równania  $p = \frac{C}{t^n}$  wynikające, poza tym nie stosować dalszej redukcji z powodu opóźnienia przepływu kanałem, bo ta redukcja jest już zawarta w równaniu charakteryzującym t. zw. średnie natężenie w dorzeczu kanału (kolektora)  $p_r = \frac{C_{sr}}{t^n}$ , stanowiącym podstawę dla wszelkich modyfikacji odpływu kanałem.

Mając powyższe na uwadze, można rozważyć, jak liczyć sieć kanałów. Potrzeba wyróżnić miasta większe od średnich i małych. W pierwszych należy wyróżnić: kanały III-rzędne (początkowe), II-rzędne i I-rzędne (kolektory) i natężenia tym odpowiednio zróżnicować; w drugich tj. w miastach średnich i małych można natężenia deszczów generalizować i użyć natężeń tej samej wielkości dla drugorzędnych kanałów i kolektorów.

Biorąc za przykład Kraków i jego wykres, dobrze orientujący patrzącego w rozkładzie natężeń, widzimy, że kanały początkowe (III-rzędne) należy liczyć natężeniem 150 litr/sek. ha dla opadów i czasu przepływu w kanale, trwających do 10 minut. Od tego czasu począwszy należy kanały drugorzędne liczyć natężeniem  $\frac{474}{t^{0.5}}$ , t.j. redukować natężenia podług prostej przebiegającej przez punkt skrzyżowania poziomej  $C_{\min} = 150$  litr/sek. ha z rzędną odpowiadającą 10 minutom, która to prosta daje np. dla 20 minut natężenie 106 litr/sek. ha. Kolektor (kanał I-rzędny) należy natomiast liczyć zredukowanym natężeniem (średnim), które dla 10 minut wynosi 95 litr/sek. ha.

Zaznaczam, że normy stosowane przez Oddział Kanalizacji m. Krakowa przewidują natężenie 138 dla kanałów III-rzędnych, 125 dla kanałów drugorzędnych i 95 litr/sek. ha dla I-rzędnych (kolektorów). W wykresie krakowskim proste, odpowiadające natężeniom obliczeniowym wyznaczono liniami kreskowanymi.

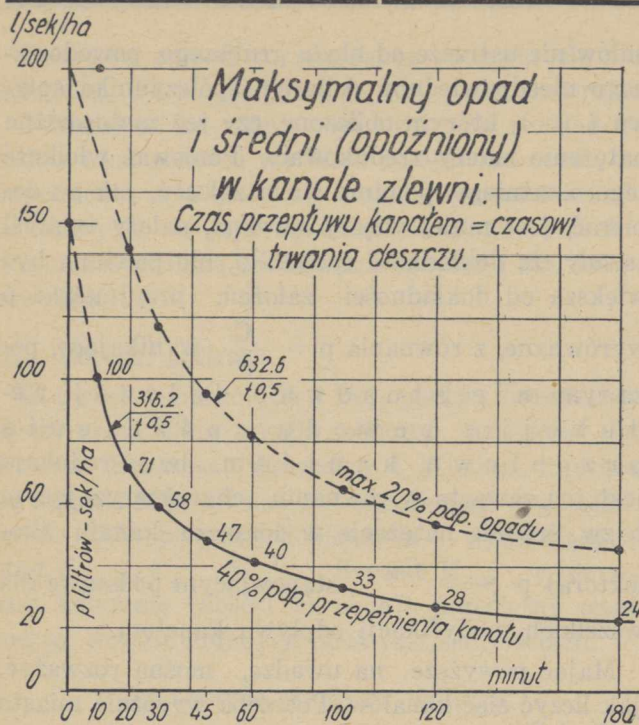
W Warszawie gdzie — jak z tabeli 2) wynika — stosunki natężeń i odpływu układają się zupełnie podobnie jak w Krakowie, natężenia dla poszczególnych kategorii kanałów liczyćby należało analogicznie pod założeniem 20% prawdopodobień-

\*) Wykres deszczów w funkcji czasu podaje aktualne natężenia deszczów, w tabelce 2a) zawarte, dla 20% prawdopodobieństwa. Wykres sporządzony przez Wóycickiego (Kanalizacje str. 9, rys. 4), podający dla 5-letniego okresu (20% pdp) dla deszczu 15 minut,  $p_{\max}$  249, dla deszczu 60 minut—110, dla deszczu 120 minut—64 litr/sek./ha jest niezgodny z wyliczeniami autora, podaje nadmierne wartości natężeń, nie może mieć praktycznego znaczenia, podobnie jak wyedytkowane na podstawie tegoż krzywe prawdopodobieństwa, przedstawione w rys. 5) i 6).

\*\*) Z tych powodów pod 3) i 4) wymienionych, przykład liczenia sieci dla m. Łowicza podany jako jedyny i wzorowy przez Wóycickiego (Kanalizacje str. 14 i 15) jest zupełnie nieodpowiedni, raz z powodu zastosowanej metody liczenia natężeniem zredukowanym podług wielkości zlewni, po drugie z powodu bardzo małego i niedopuszczalnego natężenia początkowego:

$$p = \frac{63}{\frac{s}{\sqrt{A}}} \quad (\text{dla } \varphi = 1).$$





Rys. 6.—Krzywa wzorcowa\* maks. natężeń opadu (górna) dla 20% prawdopodobieństwa i krzywa zredukowanego średniego natężeniu w dorzeczu kanału.

stwa, a wyniki nie różniłyby się niczym od krakowskich. Proste odpowiadające natężeniom obliczeniowym zaznaczono liniami kreskowanymi i punktowanymi. Jak wzrosłyby natężenia przy przyjęciu 8% prawdopodobieństwa (Pomianowskiego) pokazują linie kreskowane, na początku układu natężeń zaznaczone.

Należy poza tym rozważyć, jakimi normami natężeń należy posługiwać się w miastach, które żadnych danych podstawowych do obliczeń kanalizacji nie posiadają, prócz profilów podłużnych ulic. Można by, przypatrując się wykresom Krakowa lub Warszawy snuć na podstawie tychże wnioski, jakie natężenia dobrać, lecz na ogół nie będą to dane konkretne, bo tam gdzie nie ma podstaw doboru, specjalizacja natężeń będzie tym mniej odpowiednia. Wyniki obliczeń w tabli 2a) zawarte pozwalają na uogólnienie i uproszczenie tego zagadnienia, skoro za podstawę przyjmiemy średnie natężenie w dorzeczu kanałów.

Dla tego przypadku podaje rys. 6 wzorcową krzywą natężeń, obliczoną dla 20% prawdopodobieństwa i normalną krzywą (dolną) średnich zredukowanych na 50% natężeń, którą można obliczać wszystkie kanały z wyjątkiem początkowych, które muszą być obciążone 150 litr/sek. ha dla pierwszych 10 minut czasu trwania deszczu lub przepływu w kanale. Równanie krzywej górnej jest  $\frac{632.5}{t^{0.5}}$ , dolnej  $\frac{316.2}{t^{0.5}}$  litr/sek. ha, przystosowane do wyników w tabeli 2) i 2a) podanych.

Krzywa dolna nie wyraża prawdopodobieństwa natężeń o p a d u, lecz prawdopodobieństwo opóźnionego odpływu, liczonego teoretycznym współczynnikiem spływu  $\psi = 1.00$  dla rozmaitych czasów trwania opadu lub przepływu. Taki odpływ będzie osiągnięty i przekroczony raz na  $2\frac{1}{2}$  lat, bo prawdopodobieństwo przepełnienia kanału wynosi  $20 : 0.5 = 40\%$ . Licząc przekrój kanału mnożymy teoretyczne odpływy z krzywej dolnej wynikające, przez właściwe  $\psi < 1$ , wskutek czego stosujemy zmniejszony, rzeczywistemu odpływowi odpowiadający, przekrój kanału, co jednak nie zmienia prawdopodobieństwa jego przepełnienia, tj. 40-procentowego.

Posługując się krzywą dolną zredukowanego odpływu do obliczenia kanałów, należy pamiętać, że i dla tej czas przepływu kanałem jest równy czasowi trwania opadu, oraz że — jak, to już w punkcie 5) zaznaczono — nie należy dalej redukować odpływu z powodu opóźniania się tegoż w kanale, bo to opóźnienie jest już w równaniu dla  $p_{sr}$  zawarte, zatem w krzywej dolnej uwzględnione.

Jeżeli sieć odwadnia teren płaski i jeżeli schemat sieci kanalizacyjnej na to pozwala, to dalsza redukcja odpływu może nastąpić skutkiem uwzględnienia retencji kanałowej. Taka będzie wchodziła w rachubę z reguły tam, gdzie długim kanałem końcowym, pozbawionym przelewów burzowych, odprowadzamy odpływ z deszczu ulewnego do oczyszczalni lub do ujścia. Sposób liczenia retencji sieci kanałowej podano szczegółowo w Podręczniku Inżynierskim lwowskim.\*)

Kończąc na tym analizę opadu i odpływu w sieci kanalizacyjnej, pragnę zaznaczyć, że osiągnięte wyniki nie uważam bynajmniej za ostateczny wynik dociekań w tej kwestii, bo materiał podstawowy jest oparty tylko na 4-ech wykresach dla środkowej Polski opracowanych. Dają one jednak pełnię wskazówek, jak poczynąć sobie z materiałem ombrometrycznym dla spożytkowania go do celów kanalizacji miast. Nie wykluczam możliwości rozszerzenia badań na inne miasta i miejscowości, które odpowiedni materiał, zebrany w dłuższym okresie lat, powinny posiadać Szkoły i Instytuty rolnicze. Może być, że na tej rozszerzonej podstawie badań okaże się potrzeba zrejonowania krzywych opadu w funkcji czasu dla poszczególnych prowincyj Polski.

Roskoński R. Kanalizacja miasta. Podręcznik inżynierski, Lwów 1928.

Cipoletti, Fanteli, Ioldati. Le acque di piena nelle rete delle fognature di Milano. Mediolan 1904 (w bibliotece U.J.).



Inż. ALEKSANDER SZPILEWICZ

# Techniczne i gospodarcze znaczenie paliw gazowych

Referat wygłoszony na Konferencji Naukowo-Technicznej w grudniu 1951 r. w Krakowie

- I. Paliwa gazowe na tle statystycznych zasobów oraz wykorzystania innych nośników energii.
- II. Własności paliw gazowych oraz kryteria ich technicznej oceny.
- III. Ocena użyteczności gospodarczej paliw gazowych na tle innych nośników energii oraz kryteria dla ustalenia taryfy gazowej.
- IV. Zagadnienia rewizji sposobu rozliczeń na gaz.  
Rozważania zachowują swą moc dla wszystkich rodzajów paliw gazowych. Przykłady liczbowe odnoszą się jednakowoż głównie do gazu koksowniczego lub miejskiego, jako pozycji kluczowej dla gazyfikacji naszego kraju.

## Ad. I.

Ktokolwiek zechce, na podstawie statystyki, uchwycić znaczenie paliw gazowych, dozna niechybnie silnego rozczarowania. Może on natknąć się na interesujące liczby, oparte na przybliżonych szacunkach.

Tablica 1.  
Światowe zasoby paliw naturalnych

| Rodzaj paliwa | Pierwotne ilości                   |                                   |              | Dotychczas zużyć % |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------|
|               | Ilość ton lub m <sup>3</sup>       | poj. ciep. 10 <sup>15</sup> kcal. | %-owy udział |                    |
| Węgiel        | 6,3.10 <sup>12</sup> t             | 46,0 *)                           | 92,2         | 1,3                |
| Ropa naftowa  | 160.10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> | 1,5                               | 3,0          | 5,7                |
| Gaz ziemny    | 64.10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> | 0,6                               | 1,2          | 5,7                |
| Łupki bitum.  | 190.10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> | 1,8                               | 3,6          | —                  |
| R a z e m i   |                                    | 50.10 <sup>15</sup>               | 100,0        | 1,5                |

Liczby statystyczne, obojętnie czy odnoszą się do zasobów produkcji lub zużycia, odtwarzają stan statyczny i dlatego tak często pobudzają do wyciągania niewłaściwych wniosków. Życie jest stanem dynamicznym, a proces dynamiczny charakteryzuje się nie współrzednymi środka geometrycznego, a wektorem, wyrażającym szybkość i kierunek ruchu. Decydującym jest, czy iloraz różniczkowy jest dodatni, zerowy czy ujemny, czemu odpowiada rosnąca, pozioma, albo opadająca krzywa rozwoju. Zróżniczkowanie krzywej rozwoju gospodarki gazowej, jak i elektrycznej, daje wyrażenie

\*) W tym szacunkowo tylko ca 10% nadających się do eksploatacji przemysłowej.

wysoce dodatnie, przy czym bardziej dodatnie dla krzywej zaopatrzenia gazu niż dla krzywej jego podaży.

Jest to naturalny proces, związany z rozwojem technicznym, który w technice spalania wyraża się zdecydowanym odejściem od prymitywnego etapu paliw stałych, do bardziej doskonałego etapu paliw gazowych z zachowaniem ogniwa pośredniego w postaci paliw ciekłych.

Wobec braku danych dla stosunków radzieckich, nie będzie może od rzeczy zilustrować stosunki panujące w U.S.A., najbardziej uprzemysłowionym państwie kapitalistycznym. Eksploatuje tam się 95% ogólnie światowej produkcji gazu ziemnego, co stanowi ok. 100.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>, w czym:

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| grzejnictwo przemysłowe | — 75% |
| grzejnictwo domowe      | — 20% |
| przemysł kauczukowy     | — 10% |
| (produkcja sadzy)       |       |

Prócz gazu ziemnego (wartość kaloryczna 8—9 000 kcal/Nm<sup>3</sup>) produkuje się tam w koksowniach i gazowniach 30.10<sup>9</sup>/Nm<sup>3</sup> gazu świetlnego, wskutek czego jednostkowe zużycie gazu na głowę ludności i rok — jest 6—10 krotnie wyższe niż w uprzemysłowionych krajach Europy.

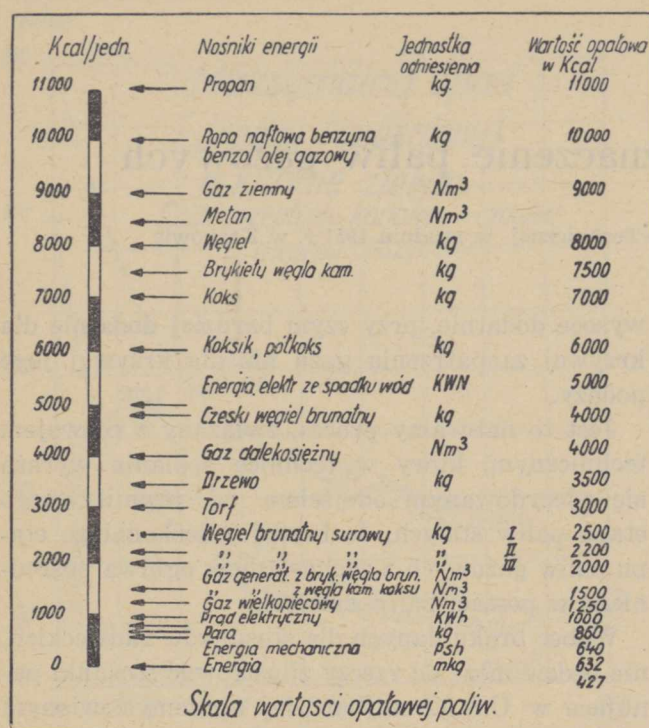
Przejście od prymitywnej do uszlachetnionej formy energii jest uzasadnione naukowymi prawami chemii fizycznej i technologii ciepła. Chemik charakteryzuje tę drogę, jako przejście od cząsteczek wielkich (paliwa stałe) do cząsteczek małych (paliwa gazowe). Technolog nazywa je przejściem od niskiej do wysokiej koncentracji ciepła.

## Ad. II.

Każde paliwo jest pospolicie definiowane wartością opałową. Według niej uszeregować można wszystkie znane nośniki i rodzaje energii, co uczyniono na wykresie (rys. 1), przyjmując wartości opałowe paliw w przeliczeniu na pospolicie stosowane jednostki: kg, Nm<sup>3</sup>, kWh.

Na wykresie tym paliwa gazowe są rozsiane w różnych miejscach skali, rozpoczynając od gazu wielkopieczowego (900 — 1000 kcal/Nm<sup>3</sup>) poprzez





Rys. 1.

gaz generatorowy (1200 kcal/Nm<sup>3</sup>), gaz koksowniczy i miejski (4000 kcal/Nm<sup>3</sup>), a kończąc na gazie ziemnym i propanie.

Wartość opałowa, jako jedno z podstawowych kryteriów oceny paliwa decyduje o:

- 1) ilości paliwa, potrzebnego w określonym procesie energetycznym,
- 2) kosztach jego transportu na jednostkę ciepła i zasięgu działania,
- 3) wysokości sprawiedliwej taryfy.

Nie jest ono jednakowoż czynnikiem wyłącznie decydującym dla zakresu zastosowalności i możliwości wykorzystania paliwa.

Paliwa gazowe mają obok innych zalet, przed paliwami stałymi i ciekłymi, tak ważną dla procesu spalania zaletę identycznego stanu skupienia, jak drugi partner uczestniczący w spalaniu, jakim jest powietrze względnie tlen. Można je spalać praktycznie bez nadmiaru powietrza, czyli z minimalnym balastem azotu, z minimalną ilością niewykorzystanego tlenu, a więc z wytworzeniem minimalnych ilości produktów spalania.

Koncentracja ciepła na jednostkę objętościową produktów spalania jest wówczas najniższa spośród możliwych do osiągnięcia, co wynika z prawa zachowania energii:

$$W = i \cdot V \text{ kcal/Nm}^3, \text{ albo } i = \frac{W}{V}, \text{ gdzie:}$$

$W$  = wartość opałowa gazu grzewczego kcal/Nm<sup>3</sup>,

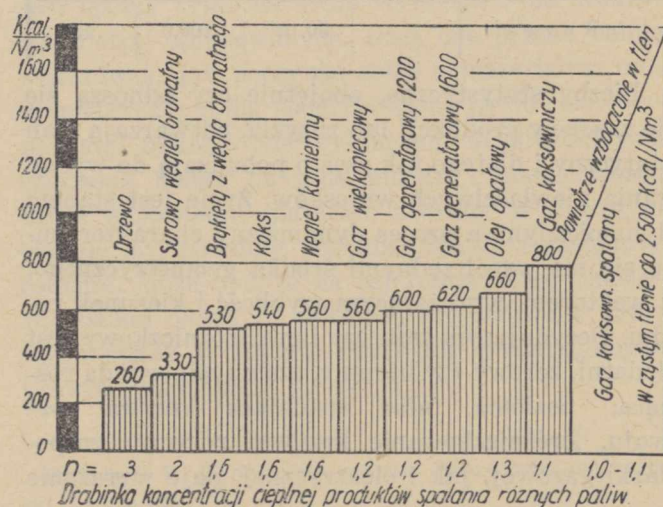
$V$  = objętość produktów spalania z jednego Nm<sup>3</sup> paliwa gazowego, Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup>,

$i$  = pojemność cieplna (koncentracja ciepła) na jednostkę objętościową produktów spalania kcal/Nm<sup>3</sup>.

Na wykresie (rys. 2) przedstawiona została schematycznie drabinka koncentracji ciepła, zależna od:

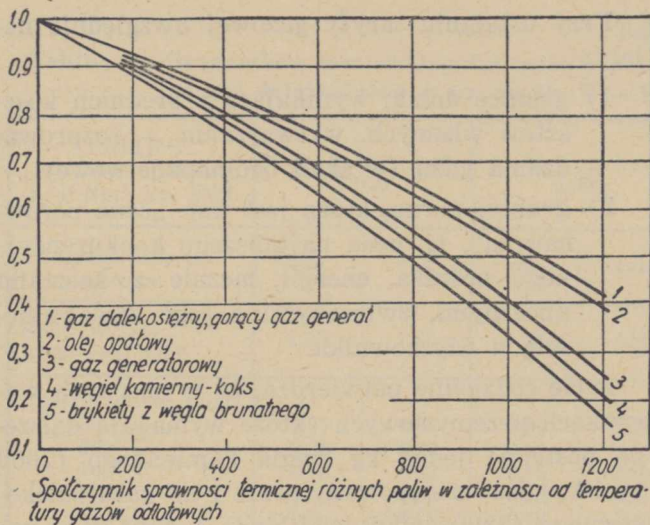
- 1) wartości opałowej paliwa,
- 2) ilości powietrza, doprowadzonego dla całkowitego spalania (spółczynnik nadmiaru powietrza),
- 3) ilości produktów spalania.

Gaz koksowniczy (miejski) wysuwa się na czoło z koncentracją 800 kcal/Nm<sup>3</sup>, z powodu stałości wartości opałowej, ciężaru właściwego, ciśnienia i łatwości regulacji dopływu. Przez zastosowanie powietrza, wzbogaconego w tlen, lub czystego tlenu, można tę koncentrację podwyższyć jeszcze bardziej. Wyrażenie  $i$  określa zarazem stopień wykorzystania energetycznego paliwa, jeśli jako straty ciepła przyjąć pojemność cieplną spalin odlotowych, którą zwykle oblicza się dla temperatury 600° C. W temperaturze tej pojemność cieplna spalin wynosi ok. 200 kcal/Nm<sup>3</sup>. W instalacji przemysłowej może być więc wykorzystana tylko różnica między pojemnością cieplną gazów spalinowych w temperaturze spalania, a pojemnością cieplną gazów odlotowych (kominowych) w temperaturze 600° C. Nadwyżka ta w przypadku spalania drzewa stanowi 60 kcal/Nm<sup>3</sup> w stosunku do liczby 260 kcal/Nm<sup>3</sup>, co odpowiada współczynnikowi termicznego wykorzystania paliwa 23%. W przypadku gazu koksowniczego (miejskiego) nadwyżka wyniesie 600 kcal/Nm<sup>3</sup> w stosunku do 800 kcal/Nm<sup>3</sup>, co oznacza współczynnik wykorzystania 75%.



Rys. 2.





Rys. 3.

Wykres (rys. 3) ilustruje współczynniki wykorzystania termicznego spalin w zależności od przyjętej temperatury gazów kominowych. Przoduje gaz koksowniczy (miejski) oraz gorący gaz generatorowy, w tym przypadku, gdy jest on należycie oczyszczony, co nie zawsze ma miejsce.

Produkcja gazu generatorowego przez użytkownika ciepła, stanowi pierwszy krok od prymitywnego etapu bezpośredniego spalania węgla do uszlachetnionej formy paliwa gazowego. Obciąża ona producenta wszystkimi konsekwencjami stosowania paliwa stałego natury technicznej i społecznej, a uzasadnienie znajduje w tych przypadkach, gdy:

- 1) zastosowanie paliwa gazowego jest koniecznością, w celu uzyskania odpowiednio wysokich temperatur,
- 2) paliwo gazowe nie może być doprowadzone do odbiorców, albo może być doprowadzone tylko częściowo z istniejącej sieci gazowej.

Twierdzenie, jakoby koszty ciepła w gazie generatorowym były niższe od kosztów ciepła „Dalgazu” — jest słuszne tylko wówczas, gdy temu ostatniemu odbiera się szansę wykazania przewagi, przedstawiając się na „Dalgaz” w przypadkach:

- 1) jeśli piece są przestarzałe,
- 2) gdy brak aparatury pomiarowej dla prowadzenia należytej kontroli procesów spalania,
- 3) gdy powietrze zasysa się przez komin, zamiast doprowadzać je dmuchawami w ściśle kontrolowany sposób,
- 4) gdy personel nie jest przeszkolony w obsłudze płomienia o innej charakterystyce.

Wymownymi są pod tym względem głosy przedstawicieli hutnictwa żelaznego, którzy na obecnym

etapie nie uważają za celowy ani możliwy powrót do gazu generatorowego dla prowadzenia pieców Siemens-Martenowskich, pędzonych na gazie koksowniczym, zarówno z uwagi na jakość produkcji, jak utrzymanie wskaźników techniczno-ekonomicznych na właściwym poziomie.

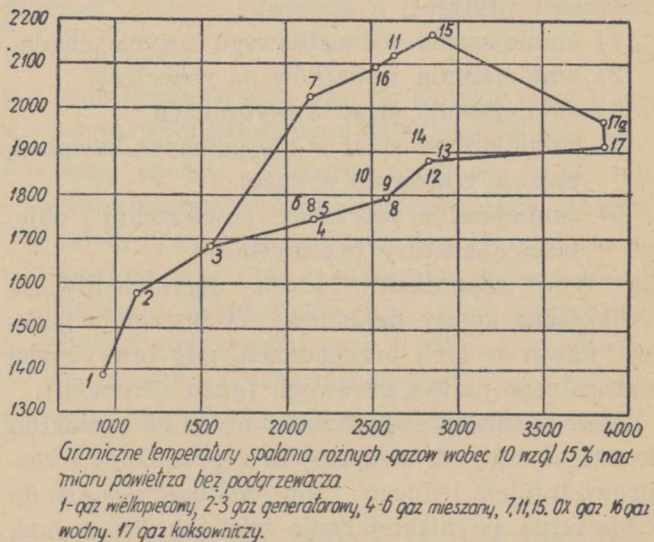
Z literatury wynika, że przestawienie się z gazu generatorowego na koksowniczy stwarza w procesach hutniczych poważne ułatwienia w pracy, wzrost wydajności pieców, poprawę jakości stali oraz oszczędności jednostkowego zużycia pieca, rzędu 20—40%.

Koncentracja ciepła określa zarazem maksymalną temperaturę płomienia. Regułą jest, że temperatury powyżej 1300, są osiąganymi wyłącznie przy użyciu paliw gazowych. Podgrzanie powietrza, względnie gazu i powietrza, pozwala uzyskać temperatury płomienia znacznie wyższe, niż przy spalaniu zimnej mieszanki powietrzno-gazowej, przy czym zmniejszają się znakomicie straty ciepła w gazach odlotowych.

O temperaturze spalania decyduje nie wartość opałowa paliwa, a stosunek wartości opałowej do objętości gazów spalinowych.

Pośród wszystkich gazów technicznych, najwyższą temperaturę płomienia (2100°) osiąga gaz wodny mimo stosunkowo niskiej wartości opałowej (2600 kcal/Nm<sup>3</sup>). Patrz rys. 4.

Identyczne temperatury, a nawet wyższe dają się osiągnąć przez spalanie gazów nisko-kalorycznych w powietrzu wzbogaconym w tlen. Tzw. „oksy-gazy” (gaz generatorowy, wyprodukowany na powietrzu wzbogaconym do 45, 70, 95% O<sub>2</sub>) nie ustępują wysokością temperatury płomienia gazowi wodnemu. Ich wartość opałowa wynosi odpowiednio 2158—2618—2833 kcal/Nm<sup>3</sup>. Wzrost tem-



Rys. 4.



peratury płomienia prowadzi do przyspieszenia wymiany ciepła, wzrostu wydajności agregatów przemysłowych i skrócenia czasu operacji technologicznych. Mieszanki gazowo-tlenowe znalazły sobie prawo obywatelstwa, nie tylko w dziedzinie spalania i cięcia metali, lecz rozszerzyły zasięg na powierzchniowe hartowanie konstrukcji stalowych.

### Ad. III.

Podkreślone zalety techniczne paliw gazowych (wysoka koncentracja ciepła, współczynnik wykorzystania ciepła, temperatura spalania) nie decydowałyby jeszcze o skali i rozmachu praktycznego zastosowania, gdyby im nie towarzyszyły zalety natury gospodarczej.

Jest oczywistym, że 1000 kcal uszlachetnionego nośnika energii musi kosztować więcej, niż 1000 kcal nośnika nie uszlachetnionego. Żaden przemysł i żaden użytkownik nie zniesie jednakowoż na trwałe zwiększonych kosztów energii, jeśli nie powetuje ich bezpośrednimi lub pośrednimi korzyściami przez zmniejszenie wydatków na innych stanowiskach powstawania kosztów produkcji lub zwiększonych wpływami wskutek wzrostu jakości produktów.

Sam postęp natury technicznej, wyrażony czystością miejsca pracy, eliminacją ręcznych zabiegów przy usuwaniu dymu, popiołu i sadzy, jakkolwiek ważny, winien być poparty realnymi wskaźnikami obniżki kosztów własnych i poprawą jakości wyrobów.

Okres, w którym wymagano, by 1000 kcal w gazie koksowniczym kosztowało nie więcej niż 1000 kcal w węglu lub gazie generatorowym, należy definitywnie do przeszłości. Wyżej wspomniane oszczędności z tytułu:

- 1) zmniejszenia jednostkowego zużycia ciepła,
- 2) zmniejszenia wydatków na robociznę,
- 3) zmniejszenia strat w wybrakach,
- 4) zmniejszenia strat w niespalonych kawałach paliwa, traconych w żużlu,
- 5) zmniejszenia potrzebnej powierzchni i objętości aparatury przemysłowej,

są tymi czynnikami, które usprawiedliwiają zwiększone koszty nakładowe na instalacje gazowe, nawet w tych przypadkach, gdy brak źródeł naturalnego paliwa gazowego (gazu ziemnego).

Małe i średnie gazownie, pracując wysokimi kosztami stałymi, związanymi z produkcją i rozprowadzaniem jednego  $\text{Nm}^3$ , nie były skłonne do oddawania po niskiej cenie wielkich ilości gazu dla odbiorców przemysłowych.

Przy ustalaniu taryfy gazowej uwzględnić należy:

- 1) granicę dolną, wynikającą z średnich kosztów własnych, wytwarzania + rozprowadzania gazu (w skali ogólnopaństwowej),
- 2) granicę górną, którą jest tzw. „cena porównawcza“, tj. cena najtańszego konkurencyjnego nośnika energii, łącznie z kosztami ubocznymi, związanymi z jego stosowalnością u użytkownika.

Życie codzienne potwierdza, że w obecnych warunkach przemysłowych (które wymagają dalszego postępu) jeden kg węgla kamiennego (7000 kcal/kg) jest zastępowany przez 1  $\text{m}^3$  gazu dalekosieźnego (3800—4000 kcal/ $\text{Nm}^3$ ) 1  $\text{Nm}^3$  gazu winien więc kosztować najwyżej tyle, co 1 kg węgla, lecz nie loco kopalnia lub loco zakład przemysłowy, a łącznie ze wszystkimi dodatkowymi kosztami, tj. wyładunkiem, transportem wewnątrz-zakładowym; kosztami usuwania żużla, utrzymania bocznicy, stratami przez rozkrusz, dodatkowymi kosztami robocizny i świadczeń socjalnych oraz dodatkiem, uwzględniającym korzyści fabrykacyjne z tytułu przejścia na paliwo gazowe w postaci wzrostu ilości oraz jakości produkcji.

W tabeli drugiej — zestawione współczynniki wartościowości technicznej paliwa gazowego  $W$ , wyrażające ilość potrzebnego gazu grzewczego (Dalgazu) przy przestawieniu się odbiorców z innych nośników energii na gaz dalekosieźny w przeliczeniu na kg paliwa stałego, albo kWh energii elektrycznej.

$$W = W_0 \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot W_4, \text{ gdzie:}$$

$W_0$  = „wskaźnik wartości opałowej“, wyrażający stosunek wartości opałowej paliwa zastępczego do wartości opałowej gazu dalekosieźnego.

$W_1$  = „wskaźnik cieplny“, uwzględniający stosunek strat termicznych w urządzeniach pracujących różnymi temperaturami, zakładając, iż temperatury do 1300° uzyskuje się drogą podgrzania powietrza, lecz bez podgrzewania gazu, zaś temperatury powyżej 1300°, są uzyskiwane przez łączne podgrzewanie powietrza i gazu.

$W_2$  = „wskaźnik piecowy“, uwzględniający stan i nowoczesność pieca.

$W_3$  = „wskaźnik ruchowy“, uwzględniający ruch periodyczny z niskim wykorzystaniem paleniska oraz ruch ciągły i pełne wykorzystanie paleniska.



Tablica 2

Tablica współczynników wartościowości technicznej gazu przy przestawianiu się z innych nośników energii na gaz dalekosiężny w przemyśle  $W = W_0 W_1 W_2 W_3 W_4$  Nm<sup>3</sup> kg względnie Nm<sup>3</sup>/kWh

| PALIWO<br>wartość opałowa<br>kcal Nm <sup>3</sup> , kg, kWh | Węg kam. — koks<br>70,0 |      | bryk. węg. brun.<br>4,800 |      | olej opałowy<br>10,000 |      | pal. stałe przez gaz gen.<br>1,250 |       |        | en. elek.<br>860 |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|------|---------------------------|------|------------------------|------|------------------------------------|-------|--------|------------------|
|                                                             | nie                     | tak  | nie                       | tak  | nie                    | tak  | zimny                              | zimny | gorący |                  |
| Podgrzewanie powietrza                                      | nie                     | tak  | nie                       | tak  | nie                    | tak  | nie                                | tak   | tak    | —                |
| Spół. $W_0$ /gaz<br>3,800 kcal/Nm <sup>3</sup>              | 1,83                    | 1,83 | 1,26                      | 1,26 | 2,63                   | 2,63 | 1,83                               | 1,83  | 1,83   | 0,226            |
| Spół. $W_1$ /temp. pieca                                    |                         |      |                           |      |                        |      |                                    |       |        |                  |
| 300° C                                                      | 0,97                    | 0,97 | 0,96                      | 0,96 | 0,99                   | 0,99 | 0,97                               | 0,97  | 1,00   | 1,10             |
| 500° C                                                      | 0,93                    | 0,93 | 0,91                      | 0,91 | 0,98                   | 0,98 | 0,94                               | 0,94  | 1,00   | 1,22             |
| 700° C                                                      | 0,78                    | 0,88 | 0,75                      | 0,84 | 0,86                   | 0,97 | 0,79                               | 0,90  | 1,00   | 1,22             |
| 900° C                                                      | 0,70                    | 0,81 | 0,65                      | 0,76 | 0,82                   | 0,95 | 0,71                               | 0,83  | 1,00   | 1,38             |
| 1100° C                                                     | 0,55                    | 0,72 | 0,49                      | 0,64 | 0,71                   | 0,92 | 0,65                               | 0,74  | 1,00   | 1,48             |
| 1300° C                                                     | 0,41                    | 0,57 | 0,28                      | 0,43 | 0,58                   | 0,88 | 0,38                               | 0,58  | 1,00   | 1,60             |
| 1500° C*)                                                   | —                       | —    | —                         | —    | —                      | 0,80 | —                                  | 0,93  | 1,00   | 1,93             |
| Spół. $W_2$                                                 |                         |      |                           |      |                        |      |                                    |       |        |                  |
| piec typu<br>starego                                        | 0,75                    | 0,75 | 0,75                      | 0,75 | 0,75                   | 0,75 | 0,75                               | 0,75  | 0,75   | 1,00             |
| zły stan techn.<br>piec nowoczes.<br>dobry stan tech.       | 0,90                    | 0,90 | 0,90                      | 0,90 | 0,90                   | 0,90 | 0,90                               | 0,90  | 0,90   | 1,30             |
| Spół. $W_3$                                                 |                         |      |                           |      |                        |      |                                    |       |        |                  |
| ruch period.<br>niski stop wyk.                             | 0,80                    | 0,80 | 0,80                      | 0,80 | 1,00                   | 1,00 | 0,90                               | 0,90  | 0,90   | 1,00             |
| ruch ciągły<br>wysoki stop<br>wykonania                     | 1,00                    | 1,00 | 1,00                      | 1,00 | 1,00                   | 1,00 | 1,00                               | 1,00  | 1,00   | 1,00             |
| Spół. $W_4$                                                 |                         |      |                           |      |                        |      |                                    |       |        |                  |
| ruch ciągły<br>instal. wielka                               | 1,00                    | 1,00 | 1,00                      | 1,00 | 1,00                   | 1,00 | 0,80                               | 0,80  | 0,80   | 1,00             |
| ruch period.<br>instal. mała                                | 1,00                    | 1,00 | 1,00                      | 1,00 | 1,00                   | 1,00 | 0,70                               | 0,70  | 0,70   | 1,00             |

Uwaga: dla brykietów węgla brunat. przerabianych na gaz generatorowy  $W_0 = 1,26$ , dla antracytu  $W_0 = 2,00$ .

\*) jednoczesne podgrzewanie powietrza i gazu grzewczego.

$W_4$  = „wskaźnik generatorowy“, uwzględniający rodzaj ruchu i rozmiary instalacji generatorowej.

Wskaźnik  $W$  obliczony został przy założeniach, że instalacja przestawiana na gaz jest:

- 1) należycie wykonana pod względem technicznym,
- 2) wyposażona w urządzenia do podgrzewania powietrza, gdy rozwija się temperaturę spalania powyżej 600°,
- 3) palniki gazowe są należycie wyregulowane, by współczynnik nadmiaru powietrza nie przekraczał 1,1,
- 4) gaz dalekosiężny ma wartość opałową minimum 3800 kcal/Nm<sup>3</sup>.

Mając wartości  $W$  z tablicy 2 — łatwo znaleźć wyrażenie:

$V = \frac{1}{W}$ , tj. „stosunek zużycia“, który wyraża ilość konstrukcyjnego nośnika energii w kg, lub kWh zastępowaną przez 1 Nm<sup>3</sup> Dalgazu.

W następnym zestawieniu (tabl. 3) podano wartości współczynnika  $u$ , wyrażającego „współczynnik wartościowości handlowej“ paliwa gazowego i będącego podstawą dla obliczenia „ceny porównawczej“ paliwa gazowego  $a$  z wzoru:

$a = b \cdot u$ , gdzie:

$a$  = cena porównawcza gazu w złotych (Nm<sup>3</sup>) gazo-wartości kalorycznej 3800 kcal (Nm<sup>3</sup>),

$b$  = cena energii konkurencyjnej w zł/kg lub zł/kWh, przy czym w przypadku paliw stałych należy liczyć cenę loco odbiorca, łącznie z transportem wewnątrz zakładowym, wyładunkiem, kosztami składowania itp., a w przypadku energii elektrycznej cenę 1 kWh, loco odbiorca, łącznie z opłatą zasadniczą,

$u$  = współczynnik wartościowości handlowej, dający się określić wzorem:

$u = v \cdot z \cdot f$  gdzie:

$v = \frac{1}{W}$  = stosunek zużycia, tj. ilość konkurencyjnego nośnika energii w kg lub



Tablica 3

Tablica współczynników wartościowości handlowej gazu dla obliczenia ceny porównawczej gazu dalekosiężnego w kalkulacji z innymi rodz. paliwa

| P A L I W O                                 | węg.kam.-koks |     |     |      | bryk.węg.brun. |     |     |     | olej opałowy |     |     |      | energia elektr. |     |     |     |
|---------------------------------------------|---------------|-----|-----|------|----------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|------|-----------------|-----|-----|-----|
|                                             | v             | z   | f   | u    | v              | z   | f   | u   | v            | z   | f   | u    | v               | z   | f   | u   |
| <b>1. GOSPODARSTWA DOMOWE</b>               |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 11 gotowanie . . . . .                      | 2,8           | 1,2 | 1,1 | 3,70 | 4,1            | 1,2 | 1,1 | 5,4 | —            | —   | —   | —    | 2,8             | 1,0 | 1,0 | 2,8 |
| 12 kąpiel . . . . .                         | 1,2           | 1,2 | 1,2 | 1,73 | 1,8            | 1,2 | 1,2 | 2,5 | —            | —   | —   | —    | 4,0             | 1,0 | 1,0 | 4,0 |
| 13 gotowanie i kąpiel . . . . .             | 2,0           | 1,2 | 1,2 | 2,88 | 2,9            | 1,2 | 1,2 | 4,2 | —            | —   | —   | —    | 3,4             | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 14 ogrzewanie indywidualne . . . . .        | 1,4           | 1,2 | 1,2 | 2,02 | 2,0            | 1,2 | 1,2 | 2,9 | —            | —   | —   | —    | 4,0             | 1,0 | 1,0 | 4,0 |
| 15 ogrzewanie zbiorowe . . . . .            | 0,7           | 1,3 | 1,2 | 1,10 | 1,0            | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 0,4          | 1,1 | 1,0 | 0,45 | —               | —   | —   | —   |
| 16 pełne zapotrzebowanie . . . . .          | 1,0           | 1,3 | 1,2 | 1,56 | 1,5            | 1,3 | 1,2 | 2,3 | —            | —   | —   | —    | —               | —   | —   | —   |
| 17 pełne zaop. z ogrzew. indyw. . . . .     | 1,5           | 1,3 | 1,2 | 2,34 | 2,2            | 1,3 | 1,2 | 3,4 | —            | —   | —   | —    | —               | —   | —   | —   |
| <b>2. SZPITALA</b>                          |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 21 gotowanie . . . . .                      | 2,0           | 1,2 | 1,1 | 2,64 | 2,9            | 1,2 | 1,1 | 3,8 | —            | —   | —   | —    | 2,8             | 1,0 | 1,0 | 2,8 |
| 22 gorąca woda . . . . .                    | 0,9           | 1,3 | 1,2 | 1,40 | 1,3            | 1,3 | 1,2 | 2,0 | 0,4          | 1,1 | 1,0 | 0,45 | 4,0             | 1,0 | 1,0 | 4,0 |
| 23 gotowanie i kąpiel . . . . .             | 1,4           | 1,3 | 1,2 | 2,20 | 2,0            | 1,3 | 1,2 | 3,1 | —            | —   | —   | —    | 3,4             | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 24 ogrzewanie . . . . .                     | 0,7           | 1,3 | 1,2 | 1,10 | 1,0            | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 0,4          | 1,1 | 1,0 | 0,45 | —               | —   | —   | —   |
| 25 pełne zaopatrzenie . . . . .             | 0,8           | 1,3 | 1,2 | 1,25 | 1,2            | 1,3 | 1,2 | 1,9 | —            | —   | —   | —    | —               | —   | —   | —   |
| <b>3. ZAKŁADY ZBIOROWEGO POMIESZCZENIA</b>  |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 31 ogrzewanie zbiorowe . . . . .            | 0,7           | 1,3 | 1,2 | 1,10 | 1,0            | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 0,4          | 1,1 | 1,0 | 0,45 | 4,0             | 1,0 | 1,0 | 4,0 |
| 32 żywienie zbiorowe . . . . .              | 2,5           | 1,2 | 1,1 | 3,30 | 3,6            | 1,2 | 1,1 | 4,8 | —            | —   | —   | —    | 2,8             | 1,0 | 1,0 | 2,8 |
| 33 hotele . . . . .                         | 1,7           | 1,2 | 1,1 | 2,20 | 2,5            | 1,2 | 1,1 | 3,3 | —            | —   | —   | —    | 3,4             | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| <b>4. RZEMIOSŁO</b>                         |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 41 piekarnie . . . . .                      | 1,4           | 1,2 | 1,1 | 1,85 | 2,0            | 1,2 | 1,1 | 2,6 | —            | —   | —   | —    | 3,2             | 1,0 | 1,0 | 3,2 |
| 42 cukiernie . . . . .                      | 1,7           | 1,2 | 1,1 | 2,30 | 2,5            | 1,2 | 1,1 | 3,3 | —            | —   | —   | —    | 3,4             | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 43 masarnie . . . . .                       | 2,0           | 1,2 | 1,1 | 2,64 | 2,9            | 1,2 | 1,1 | 3,8 | —            | —   | —   | —    | 3,5             | 1,0 | 1,0 | 3,5 |
| 44 pralnie . . . . .                        | 1,5           | 1,2 | 1,1 | 1,98 | 2,2            | 1,2 | 1,1 | 2,9 | —            | —   | —   | —    | 3,3             | 1,0 | 1,0 | 3,3 |
| 45 różne . . . . .                          | 1,5           | 1,2 | 1,1 | 1,98 | 2,2            | 1,2 | 1,1 | 2,9 | —            | —   | —   | —    | 2,6             | 1,0 | 1,0 | 2,6 |
| <b>5. DROBNY PRZEMYSŁ</b>                   |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 51 ruch ciągły . . . . .                    | 1,0           | 1,2 | 1,2 | 1,40 | 1,5            | 1,2 | 1,2 | 2,2 | 0,5          | 1,2 | 1,1 | 0,66 | 2,0             | 1,0 | 0,9 | 1,8 |
| 52 ruch przerywany . . . . .                | 1,5           | 1,2 | 1,2 | 2,20 | 2,2            | 1,2 | 1,2 | 3,2 | 0,5          | 1,2 | 1,1 | 0,66 | 2,0             | 1,0 | 0,9 | 1,8 |
| <b>6. WIELKI PRZEMYSŁ</b>                   |               |     |     |      |                |     |     |     |              |     |     |      |                 |     |     |     |
| 61 wielkie urząd. ruch ciągły . . . . .     | 1,0           | 1,1 | 1,2 | 1,30 | 1,5            | 1,1 | 1,1 | 2,0 | 0,5          | 1,1 | 1,1 | 0,61 | 2,0             | 1,0 | 0,9 | 1,8 |
| 62 średnie urząd. ruch przerywany . . . . . | 1,5           | 1,1 | 1,2 | 2,00 | 2,2            | 1,1 | 1,1 | 2,9 | 0,5          | 1,1 | 1,1 | 0,61 | 2,0             | 1,0 | 0,9 | 1,8 |

U w a g a: pozycje 5 i 6 zależne dodatkowo od temp. gazów odlotowych, specyfiki przemysłu itd.

kWh, odpowiadającą 1 Nm<sup>3</sup> gazu dalekosiężnego,

$z$  = „współczynnik kosztów ubocznych“ uwzględniający koszty uboczne, związane z zastosowaniem innych nośników energii,

$f$  = „współczynnik korzyści fabrykacyjnych“, uwzględniający źródło dodatkowych wpływów z tytułu wyższych wskaźników jakościowych i technicznych, procesu technologicznego, względnie stopnie wygody przy zastosowaniu gazu w gospodarstwach domowych.

Powyższe dane oparte są na doświadczeniu i wielokrotnych pomiarach zachodnio-europejskich instytutów energetycznych.

Z przyczyn zrozumiałych, nie należy ich uważać za bezwzględnie ściśle, lecz stanowią one dostatecznie pewne punkty zaczepienia oraz podstawę dla ustalania taryf.

#### Ad. IV.

Na wstępie zaznaczono, iż wartość opałowa paliw gazowych obejmuje szeroki zakres 900—9000 kcal/Nm<sup>3</sup>, przy czym obraz stanie się jeszcze bar-



dziej różnorodny, gdy do rozważań włączone zostaną gazy do syntezy, gazy posyntetyczne, propan, butan itd.

Wiadomo ponadto, że wartość opałowa gazu dalekosieijnego często odbiega od wytycznych (4000 kcal/Nm<sup>3</sup>) dochodząc na niektórych koksowniach do 4500 kcal/Nm<sup>3</sup>, a spadając w małych gazowniach do 3500 kcal/Nm<sup>3</sup> i niżej. Jest oczywiste, że przy tego rodzaju odchyleniach wartości opałowej, wyłącznie operowanie objętością gazu — nie odtwarza właściwej sytuacji. Porównywanie taryf, współczynników zużycia i współczynników ruchowych, staje się tak samo niedoskonałe i błędne, jak wówczas, gdy miesza się pojęcie ciepła spalania z wartością opałową lub gdy Nm<sup>3</sup> utożsamia się z m<sup>3</sup> ruchowym.

Każdy technik i użytkownik niewątpliwie przywita z zadowoleniem inicjatywę przejścia od objętościowej do termicznej statystyki. Wskazaniem jest wprowadzić handlową jednostkę ciepła 1 term = 100 kcal.

Konsekwencje tego będą następujące:

- 1) po dawnemu będzie mierzona u odbiorców objętość gazu,
- 2) dla odbiorców wielkich będą określone co miesiąc średnie wartości ciepła spalania, ciśnienia gazu oraz temperatury, a z iloczynu ciepła spalania przez objętość gazu sprowadzoną do warunków normalnych, obliczana będzie ilość rzeczywiście dostarczonej energii cieplnej w termach,
- 3) dla odbiorców drobnych wprowadzono by z góry ustalone stałe: roczne i miesięczne barometrycznego stanu miejscowości, ciśnienia gazu i temperatury. Współczynnik przeliczeniowy dla drobnych odbiorców określonego terenu administracyjnego byłby raz na zawsze wielkością niezmienną, podczas gdy gazownia albo dystrybutor byłby zobowiązany podawać za okres sprawozdawczy średnią wartość opałową. Taryfy i rachunki opiewałyby nie na 1 m<sup>3</sup>, lecz na jedną termę.

**P r z y k ł a d :**

W określonej strefie zaopatrywania zarejestrowano następujące średnio-roczne wskaźniki:

- ciśnienie barometryczne — 755 torr
- średnie ciśnienie gazu na gazomierzu u odbiorcy — 65 „
- temperatura gazu — 12° C
- prężność pary wodnej w gazie — 10 torr

wówczas wskaźnik przeliczeniowy dla sprowadzenia roboczej objętości gazu na objętość normalną, wynosi:

$$\frac{273}{273 + 12} \cdot \frac{755 + \frac{65}{13,6} - 10}{760} = 0,944$$

Jeśli średnie ciepło spalania wyniosło przykładowo 4220 kcal/Nm<sup>3</sup>, wówczas każdy m<sup>3</sup> dostarczanego gazu byłby równoważny 422 · 0,944 = 3990 kcal = 3,99 term.

Współczynniki obliczeniowe winny być obliczane dla wielkich odbiorców co miesiąc, dla drobnych odbiorców co rok.

Gdyby wartość opałowa wykazała w średniej ważonej za okres roczny odchylenia większe niż 3% od wartości gwarantowanej, wówczas można by uwzględnić wyliczony niedobór, względnie nadwyżkę przez odpowiednią korekturę wskaźnika przeliczeniowego na rok następny.

Pod względem naukowo-technicznym, propozycja ta jest najbardziej ścisłym sposobem rozwiązania, gdyż:

- 1) uwypukli się wyraźnie zadanie gazownictwa, które ma dostarczać energię, a nie substancję materialną,
- 2) zagwarantowane będzie rzetelne zaopatrzenie odbiorcy w energię,
- 3) wszelkie obliczenia, wyniki w przedmiocie zużycia wskaźników technicznych i cyfr gwarancyjnych, będą postawione na jednolitej płaszczyźnie.

Wychodząc z teoretycznego zapotrzebowania ciepła dla gospodarstw domowych (w kcal/głowę ludności i rok) patrz tabl. 4 — winno być możliwym odnalezienie w każdym indywidualnym przypadku

T blica 4

Wzorcowe zapotrzebowanie energii w gospodarstwach domowych na mieszkańca i rok

| a) Zapotrzeb. teoretyczne         | jedn. m.             | ogrze- wan. | kąpiel | gotowa- wan. | zmy- wan. | ra- zem      |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|--------|--------------|-----------|--------------|
|                                   | 10 <sup>6</sup> kcal | 2,1         | 0,3    | 0,2          | 0,05      | 2,65         |
| b) Zapotrzeb. rzeczywiste         |                      |             |        |              |           |              |
| 1. węgiel                         | kg                   | 553         | 86     | 190          | 17        | 846          |
| 2. gaz                            | m <sup>3</sup>       | 684         | 95     | 108          | 19        | 906          |
| 3. koks wzgl. węgiel gaz          | kg m <sup>3</sup>    | 507 —       | — 95   | — 108        | 17 —      | 524 203      |
| 4. prąd elektryczny               | kWh                  | 2440        | 388    | 310          | 82        | 3220         |
| 5. koks wzgl. węgiel prąd elektr. | kg kWh               | 522 —       | — 388  | — 310        | 17 —      | 539 698      |
| 6. koks wzgl. węgiel propan.      | kg kg                | 507 (238)   | — 34   | — 36         | 17 (6)    | 524 70 (314) |



właściwego wariantu pokrycia niniejszego zapotrzebowania ciepła gazem w kombinacji z węglem, energią elektryczną lub paliwem ciekłym.

Cyfry w nawiasach oznaczają pełne zaopatrzenie w propan.

W świetle przedstawionych dowodów, staje

przed polskim gazownictwem wielkie zadanie rozbudowy sieci i urządzeń rozdzielczych dla pozyskania nowych odbiorców paliwu gazowemu, którego szerokie zastosowanie we wszystkich dziedzinach przyniesie poważne oszczędności gospodarce narodowej.

Inż. EMIL WINTER

## Zagadnienie wody przemysłowej w Polsce

Sprawa wody przemysłowej była w Polsce zawsze bardzo ważnym zagadnieniem, dlatego też przemysł osiedlał się zawsze nad płynącymi wodami, które stanowiły główne źródło zaopatrzenia przemysłu w wodę. Ponieważ jednak przemysł był w rękach prywatnych, a władze państwowe nie prowadziły żadnego planowania gospodarczego w terenie i nie interesowały się polityką lokalizacji przemysłu, doprowadziło to do tego, że w wielu dzielnicach Polski mamy skupiska zakładów przemysłowych, które należy jak najrychlej zaopatrzyć w wodę, gdyż istniejące rzeczki nie wystarczają na potrzeby rozwijającego się gwałtownie przemysłu. Poza to, przemysł, modernizując się, potrzebuje coraz lepszej wody, podczas gdy istniejące rzeczki, z powodu zagęszczania się zakładów przemysłowych, dostarczają wody gorszej.

W wielu miejscach rozrastające się zakłady przemysłowe wybudowały — każdy dla siebie — własne ujęcia wodne. Ujęcia te są przez zakłady eksploatowane najczęściej w sposób egoistyczny, niejednokrotnie ze szkodą dla sąsiedniego zakładu przemysłowego, albo gminy miejskiej lub wiejskiej.

Posiadamy miasta, a nawet całe dzielnice kraju, które są pomnikami nieracjonalnej polityki wodnej zaborców i kapitału. Nieracjonalne, a często egoistycznie wykorzystane zasoby wód płynących i wgłębnych, bezplanowo zaprojektowane sieci rurociągów, pokutujące w jezdniach dróg i ulic wielu miast i stanowiące przeszkodę w rozbudowie urządzeń komunalnych, zanieczyszczone rzeki, których „woda” nie nadaje się do żadnych celów z powodu jej niezwykle silnego zanieczyszczenia i składu chemicznego — oto skutki chaotycznego gospodarowania zasobami wodnymi.

Rząd Odrodzonej Polski, wychodząc z założenia, że woda jest podstawowym elementem, bez którego nie można sobie wyobrazić racjonalnego rozwoju życia gospodarczego, od początku otoczył

sprawę dostawy wody dla przemysłu specjalną opieką.

W roku 1948 została powołana instytucja Delegata dla spraw wody przemysłowej, która bada, zbiera dane, opiniuje wnioski inwestycyjne, mające na celu budowę urządzeń dostarczających wodę dla przemysłu, pomaga zainteresowanym zakładom przemysłowym w realizowaniu ich zamierzeń, konsultuje i t. p.

Powołane do życia Komitety Ochrony Rzek przed zanieczyszczeniem, wyręczając Urzędy Wojewódzkie w ciężkiej i żmudnej pracy rejestrowania stanu zanieczyszczenia wód powierzchniowych, wydawania opinii i badania zanieczyszczeń — dają podstawę do wydawania słusznych zarządzeń przez odpowiednie władze wodne w terenie.

Cały szereg zarządzeń wszystkich resortów przemysłowych, wydawanych dla zakładów przemysłowych, przez tworzenie komórek wodnych w zakładach, stawia sprawę gospodarki wodą przemysłową na odpowiednim poziomie. Urządzenia wodne w zakładach przemysłowych są modernizowane, wprowadza się wszędzie kontrolę racjonalnego zużycia wody i jej oszczędzanie, wprowadza się tak zwane obiegi zamknięte, pozwalające na wielokrotne używanie wody. Wydano również zarządzenia nakładające na zakłady przemysłowe obowiązek odpowiedniego oczyszczania odpływów przemysłowych przed spuszczeniem ich do rzek.

Nowe zakłady przemysłowe, które mają powstać, muszą uzyskać zatwierdzenie lokalizacji. Przy zatwierdzeniu wstępnych założeń budowy, względnie rozbudowy zakładów przemysłowych, P. K. P. G. wymaga gruntownego naświetlenia sprawy zaopatrzenia w wodę projektowanych inwestycji.

Powoli, ale systematycznie wprowadza się ład w gospodarce wodnej zakładów przemysłowych, które sprawę wody coraz lepiej opanowują, stawia-



jąc gospodarkę wodną w rzędzie najważniejszych zagadnień produkcji.

Chciałbym poruszyć tylko najistotniejsze zagadnienia i potrzeby zakładów przemysłowych w dziale gospodarki wodnej.

Przemysł energetyczny i hutniczy w Polsce należy do zakładów przemysłowych najbardziej czułych na regularność w dostawie wody, przy czym spotrzebowują ogromne ilości wody.

W niektórych wypadkach jakość wody dostarczanej na potrzeby przemysłu hutniczego i energetycznego jest wysoce zła i porównać ją można jedynie z wodą ściekową.

Plan Sześcioletni w gospodarce wodnej i wodociągowej w Polsce musi być zharmonizowany z potrzebami przemysłu, co jest najbardziej istotną sprawą w zagadnieniu zaopatrywania przemysłu w wodę. Jeśli warunek ten nie będzie dotrzymany, to uruchomienie wielkich zakładów przemysłowych, znajdujących się w budowie, może być narażone na opóźnienie, a rozwój produkcji zahamowany.

Inwestycje wodne i wodociągowe muszą być w ten sposób przeprowadzane, ażeby gwarantowały ciągłość dostawy wody, a więc winny stworzyć możliwość połączenia każdego większego zakładu przemysłowego z dwoma niezależnie od siebie pracującymi ujęciami wody, dostarczającymi wodę do zakładu dwoma oddzielnymi rurociągami, albo siecią rurociągów, pozwalającą na wyłączanie uszkodzonych odcinków rurociągów bez przerwy w dostawie wody. Poza tym winna być stworzona odpowiednia rezerwa wodna w zbiornikach, w urządzeniach maszynowych i t. p.

Inwestycje w dziedzinie gospodarki wodnej muszą być planowane na dłuższą metę. Musi też być zagwarantowana pewność dostawy wody dla przemysłu nie tylko w okresie planu 6-cioletniego, ale i na dalsze lata.

Wszystkie nieodpowiednie wody, dostarczane dla przemysłu, winny być wyeliminowane. Eliminacja ta winna nastąpić przed upływem najbliższych 6-ciu lat.

Zasadniczo, wodę potrzebną dla przemysłu można sklasyfikować w/g jej przeznaczenia w przemyśle, a mianowicie:

1. Woda do picia i łaźni dla załogi zakładu przemysłowego.
2. Woda potrzebna do bezpośredniej produkcji, będąca niejako surowcem. Jakość zależy od rodzaju produkcji (przemysł spożywczy — woda pitna, przemysł papierniczy, tekstylny — woda bez żelaza, miękka i t. p.).

3. Woda służąca do zasilania kotłów parowych.
4. Wody służące do płuczek węgla, do zamulania, do chłodzenia agregatów hutniczych (dolne części wielkich pieców, górne części pieców martenowskich i t. d.), do flotacji i t. p.
5. Woda służąca do chłodzenia obiegów zamkniętych i innych zmodernizowanych czułych urządzeń przemysłowych.

Woda, która znajdzie zastosowanie w przemyśle, w klasyfikacji przewidzianej w punktach 1 i 2, to zwykła woda do picia, której jakość określają odpowiednie przepisy i zarządzenia o charakterze ogólnopaństwowym. Każda woda, która odpowiada tym przepisom, a w szczególności Rozporządzeniu Ministrów Opieki Społecznej i Spraw Wewnętrznych z dn. 27. VIII. 1933 roku o wodzie do potrzeb gospodarczych i do picia (Dz. U. R. P. Nr. 79 poz. 562) będzie tutaj odpowiednią.

Wody, sklasyfikowane w punkcie 4, nie potrzebują być pierwszorzędnej jakości, jednak — zwłaszcza dla celów chłodniczych — powinny posiadać odpowiednią temperaturę, oraz muszą być wolne od wszelkich zanieczyszczeń mechanicznych (osady, zawiesiny i t. p.), które mogłyby osiąść na powierzchniach chłodzących.

Oczywiście zmodernizowane urządzenia nowoczesnego przemysłu i tutaj mogą stawiać specjalne warunki, a wtenczas wymagania te będą zbliżone do wymagań ujętych w punkcie 5-tym przytoczonej klasyfikacji.

Chciałbym omówić bliżej wymagania stawiane przez przemysł wodzie przeznaczonej do zasilania kotłów i do chłodzenia obiegów zamkniętych.

Twardość wody w tym wypadku jest sprawą bardzo ważną, zwłaszcza dla potrzeb energetyki. Koszta zmiękczenia wody są wielkie, tym większe, im woda jest twardsza.

Nasze zakłady przemysłowe w działach energetycznych instalują coraz nowsze i coraz doskonalsze urządzenia do zmiękczenia wody. Utrzymanie tych urządzeń w ruchu wymaga wielkich ilości chemikaliów, które są bądź artykułem deficytowym, bądź muszą być sprowadzane z zagranicy za cenę dewizy.

Jak przedstawiają się koszty eksploatacji tego rodzaju urządzeń w naszych zakładach przemysłu węglowego, uwidacznia załączone zestawienie przykładowe. (Tablica 1)

Zestawienie to obejmuje typowe urządzenia, którymi dysponują większe zakłady przemysłowe, produkujące energię elektryczną dla własnych potrzeb, a posiadające do dyspozycji wodę twardą.



Tablica 1.

**KOSZT PREPAROWANIA WODY DODATKOWEJ DO KOTŁÓW**  
w złotych przed reformą walutową

| 1. Nazwa kopalni                                                                                                                         | E. S. J.                                           | Wuj.                                               | K-ce                                               | Jo.                                                | Kn.                                                 | X                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 2. Ilość preparowanej wody<br>m <sup>3</sup> /mies.<br>m <sup>3</sup> /godz.                                                             | 15.000<br>24                                       | 14.000<br>24                                       | 26.000<br>42                                       | 7.000 — 8.000<br>13                                | 55.000<br>90                                        | 25.000<br>40                                       |
| 3. Wartość instalacji w złotych                                                                                                          | 10.000.000                                         | 12.000.000                                         | 15.000.000                                         | 10.000.000                                         | 35.000.000                                          | 15.000.000                                         |
| 4. Chemikalia stosowane    ług            kg<br>do prepar. wody            soda           kg<br>wapno           kg<br>sól             kg | 2.800<br>750<br>—<br>—                             | 320<br>—<br>—<br>40.000                            | 1.500<br>500<br>—<br>10.000                        | —<br>—<br>2.300<br>5.000                           | 5.000<br>—<br>—<br>32.000                           | —<br>—<br>—<br>7.000                               |
| 5. Analiza wody            ♂ tw. całk.    0 n<br>♂ tw. węgl.    0 n<br>♂ tw. niewęgl. 0 n                                                | 8<br>3,4<br>4,6                                    | 28,6<br>3,2<br>25,4                                | 12,3 30,2<br>6,7 14,6<br>5,6 15,6                  | 14,0 43,5<br>10,9 18,2<br>8,1 25,6                 | 7,9 9,2<br>6,04 7,55<br>1,86                        | 4                                                  |
| 6. Koszt chemikalii            ług 47 zł/kg<br>soda 22 zł/kg<br>wapno 1,9 zł/kg<br>sól 3,5 zł/kg                                         | 131.000<br>16<br>—<br>—                            | 15.000<br>—<br>—<br>140.000                        | 71.000<br>11.00<br>—<br>35.000                     | —<br>—<br>4.400<br>17.500                          | 23.500<br>—<br>—<br>112.000                         | —<br>—<br>—<br>24.500                              |
| 7. S u m a                                                                                                                               | 148.500                                            | 155.000                                            | 117.000                                            | 22.000                                             | 135.500                                             | 24.500                                             |
| 8. Chemikalia w zł/m <sup>3</sup>                                                                                                        | 10                                                 | 11                                                 | 4,5                                                | 2,8                                                | 2,4                                                 | 1                                                  |
| 9. Koszt robocizny w zł                                                                                                                  | 110.000                                            | 170.000                                            | 150.000                                            | 56 000                                             | 120.000                                             | 50.000                                             |
| 10. Robocizna w zł/m <sup>3</sup>                                                                                                        | 7,3                                                | 12                                                 | 5,8                                                | 7,0                                                | 2,2                                                 | 2,0                                                |
| 11. Amortyzacja w zł/m <sup>3</sup> na 15 lat                                                                                            | $7600 \times 24 \times 15 =$<br>= 2.800.000<br>3,6 | $7600 \times 22 \times 15 =$<br>= 2.500.000<br>4,8 | $7600 \times 42 \times 15 =$<br>= 4.800.000<br>3,1 | $7600 \times 13 \times 15 =$<br>= 1.480.600<br>6,7 | $7600 \times 90 \times 15 =$<br>= 10.300.000<br>3,4 | $7600 \times 40 \times 15 =$<br>= 4.350 000<br>3,3 |
| 12. Suma kosztów w zł/m <sup>3</sup>                                                                                                     | 20,9                                               | 27,8                                               | 13,4                                               | 16,5                                               | 8,0                                                 | 3,3                                                |



Widzimy, że kosztą zmiękczenia wody są bardzo poważne, bo wynoszą 8 do 28 zł za 1 m<sup>3</sup> w zależności od twardości wody.

W ostatniej rubryce zestawienia podano przybliżone koszty zmiękczenia wody miękkiej o całkowitej twardości 4° niem., które wynoszą około 6 zł za 1 m<sup>3</sup> wody.

Woda z ujęć rzecznych posiada twardość od 4° niem. do 8° niem., podczas, gdy woda węglna wodociągowa około 14° niem., a kopalniana 30 — 50° niem.

Jeśli różnica kosztów zmiękczenia wody miękkiej i twardej wynosi przynajmniej 15 zł za 1 m<sup>3</sup>, to staje się jasnym, że woda miękka jest dla przemysłu bardziej korzystna i wszędzie, gdzie to możliwe, powinna zastąpić wodę twardą.

Że sprawa zmiękczenia wody zaprzęta umysły naszych fachowców, którzy chcieliby dać jak najlepsze warunki pracy swym kotłom, dowodzi artykuł ob. Józefa Gułowskiego p. t. „Zwalczanie kamienia kotłowego i namułu kotłowego“, który ukazał się w miesięczniku „Przegląd Techniczny“ Nr. 9 — 10.

W artykule tym autor rzuca myśl zasilania parowozów w rejonie przemysłowym Górnego Śląska wodą destylowaną, co przedłużyłoby życie parowozu i dało duże oszczędności w zużyciu paliwa. Zbędnym również byłoby płukanie i odmulanie parowozów, oraz stosowanie chemikaliów, dzięki czemu w rezultacie osiągnięto by zmniejszenie kosztów tak w materiale, jak i robociźnie.

Mówiąc o twardości wody, przeznaczonej dla zakładów energetycznych, nie można przy zakwalifikowaniu jej mieć na uwadze jedynie twardości całkowitej. Przy zmodernizowanych urządzeniach zakładów energetycznych woda, która krąży w obiegu cieplnym, podgrzana do temperatury 30 — 40° nie może wytrącać twardości węglanowej w postaci kamienia na przewodach kondensatora, nie może również zawierać soli, która sprzyjałaby powstawaniu zjawiska elektrolizy w przewodach obiegu chłodzącego.

Należy się starać, ażeby woda, przeznaczona do obiegu chłodzącego, posiadała możliwie niską twardość węglanową, przy utlenialności 50 mg/litr KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> i pozostałości po wyparowaniu 1000 mg/litr.

Z danych, otrzymanych z Delegatury dla Spraw Wody Przemysłowej, dowiadujemy się, że dla celów energetycznych zużywa nasz przemysł w chwili obecnej ok. 1.300.000.000 m<sup>3</sup> wody na rok, a w latach najbliższych zużywać będzie około 3.000.000.000 m<sup>3</sup>. Gdyby przez odpowiednie inwestycje wodocią-

gowe i wodne można było zastosować wszędzie wodę miękką, to dałoby to w ciągu roku wielomiliardowe oszczędności.

Wynika z tego, że przemysł potrzebuje wody miękkiej i zakłady wodociągowe powinny to mieć na uwadze przy projektowaniu swych inwestycji, mających na celu rozbudowę istniejących, czy budowę nowych ujęć wodociągowych.

Poruszając kwestię zaopatrzenia przemysłu polskiego w wodę, należy rozpatrzyć również sprawę odprowadzania przez przemysł zużytej wody. Na tym polu zrobiono już wiele od czasu odzyskania niepodległości.

Wiele zakładów przemysłowych uporządkowało swoją gospodarkę wodną, uruchomiło zaniedbane w czasie wojny urządzenia do oczyszczania, neutralizowania i utylizowania pofabrycznych odpływów. Pozostaje jednak jeszcze bardzo wiele do wykonania. Kredytów na budowę urządzeń oczyszczających ścieki fabryczne po zakładach nie braknie. W większości wypadków i materiały na budowę tych oczyszczalni znajdują się w kraju. Najgorzej wygląda sprawa dokumentacji, to znaczy projektowania, jak również wykonawstwa tych urządzeń. Jak wszędzie, tak i tu najwięcej deficytowym materiałem przy wykonywaniu tych prac jest materiał ludzki. Brak dostatecznej liczby fachowców do projektowania i brak fachowców do wykonawstwa.

Zagadnienie sposobów oczyszczania ścieków przemysłowych jest skomplikowane i nie da się rozwiązać generalnie dla całego przemysłu. Sprawa ta musi być rozwiązana branżowo. Byłoby najlepiej, ażeby przy każdym branżowym centralnym biurze projektów powstała specjalna komórka, któraby sprawę oczyszczania ścieków danej gałęzi przemysłu dokładnie badała i studiowała i, opierając się na doświadczeniach własnych i obcych, potrafiła rozwiązać tę kwestię jak najlepiej.

Każda branża przemysłowa ma do czynienia z innymi odpływami pofabrycznymi. Przemysł węglowy zanieczyszcza rzeki, odbierające ścieki kopalniane, odpływami z płuczek węgla, zawierającymi pył węglowy, oraz wodami dołowymi z kopalń, które najczęściej zasalają wodę i powodują twardość wody w rzece. Przemysł hutniczy zakwasza wodę, zatruwa, zanieczyszcza smołami z koksołni i t.p. Przemysł papierniczy zanieczyszcza wodę ługami posulfitowymi i włóknami celulozy. Inne zanieczyszczenia rzek powodowane są przez fabryki włókiennicze, a inne przez odpływ z flotacji rud kruszcowych, inne z garbarni, a jeszcze inne z fabryk związków azotowych, czy cukrowni.



Najbardziej nawet wprowadzony w budowę czy projektowanie urządzeń przeznaczonych do oczyszczania ścieków przemysłowych inżynier nie jest w stanie opanować całości gospodarki ścieków przemysłowych branży, w której nie pracował dłuższy czas. Chcąc dobrze rozwiązać zagadnienie oczyszczania czy utylizacji ścieków przemysłowych danego zakładu, trzeba poznać dokładnie technologię materiałów produkowanych w zakładzie, technologię odpadków, ścieków pofabrycznych i materiałów, które mogą być wykorzystane przez odpowiednią przeróbkę odpadków i ścieków. Trzeba poznać przebieg produkcji danego zakładu w poszczególnych jej fazach. Opierając się na tych wia-

domościach, można dopiero przystąpić do racjonalnego zaprojektowania urządzeń do utylizacji, czy oczyszczania ścieków.

Najwłaściwszym byłoby traktować ścieki przemysłowe, jako źródło surowców i wszędzie, gdzie tylko się da, podchodzić do sprawy neutralizowania ścieków, jako do utylizacji zawartych w ściekach surowców. Inaczej bowiem traktowany jest w zakładzie dział pobocznej produkcji, choćby niebardzo rentownej, niż eksploatacja oczyszczalni ścieków zakładu, która, niestety! często jest źródłem kadr deficytowego materiału ludzkiego, tak bardzo potrzebnego na zakładzie.

## W i a d o m o ś c i      p r a k t y c z n e

### Obsługa generatorów centralnych

Piece gazownicze większych gazowni opalane są zwykle gazem generatorowym z generatorów centralnych. Zastosowanie tego typu generatorów daje znaczne korzyści w porównaniu z generatorami wbudowanymi, mianowicie: możliwość zużycia drobnego koksu, jednakowy skład gazu, co pozwala na łatwe uregulowanie i utrzymanie stałej temperatury pieców oraz na prawidłowe uregulowanie powietrza wtórnego, wyższe ciepło spalania gazu, czysty gaz nie zanieczyszczający kanałów grzewczych pieca, mechaniczne odciążanie bez większego nakładu pracy fizycznej, małe straty koksu w żużlu i mały koszt obsługi. Generatory centralne wymagają jednak bardzo starannego nadzoru i dobrze wyszkolonej obsługi. Prawidłowy ruch pieców gazowniczych zależy w znacznym stopniu od sprawnej obsługi generatorów, a wszelkie zaburzenia w ruchu generatorów odbijają się natychmiast na piecach, powodując wahania temperatury i szybkie ich zużycie. Błędy w obsłudze generatorów mogą być przyczyną poważnych awarii jak również nieszczęśliwych wypadków (zatrucia, eksplozje). Z tego względu palacze generatorowi powinni mieć dostateczne przygotowanie teoretyczne, polegające na rozumieniu procesów przebiegających w generatorze oraz dostatecznie długą praktykę, bez której zorientowanie się w stanie generatora i przyczynach zaburzeń jest trudne.

Poniżej omówione będą krótko procesy zachodzące przy odgazowaniu koksu oraz najważniejsze zasady uruchamiania, bieżącej obsługi oraz wyłączania z ruchu generatorów centralnych, oparte głównie na doświadczeniu zdobytym przede wszystkim przy obsłudze generatorów syst. Koppersa ale odnoszące się również do wszelkiego rodzaju generatorów centralnych, stosowanych w gazownictwie.

*Procesy chemiczne i fizyczne zachodzące w generatorze.* Przy przetłaczaniu powietrza przez cienką warstwę rozżarzonego koksu, koks ulega spalaniu (utlenieniu), a jako produkt spalania powstaje dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ), gaz niepalny. Zjawisko to zachodzi we wszystkich paleniskach. Jeżeli jednak warstwa rozżarzonego koksu jest dostatecz-

nie gruba, wówczas koks ulega tylko niepełnemu spalaniu, przy czym otrzymanym produktem spalania jest tlenek węgla ( $\text{CO}$ ), gaz palny, istotny składnik gazu generatorowego. Obok tlenku węgla występuje w znacznej ilości azot, który pochodzi z powietrza i udziału w reakcji nie bierze oraz niewielkie ilości dwutlenku węgla, który jedynie w bardzo wysokiej temperaturze zupełnie się nie wytwarza.

Zjawisko niepełnego spalania koksu wyzyskuje się w generatorach w celu otrzymania gazu palnego, zawierającego tlenek węgla jako składnik palny i noszącego nazwę gazu generatorowego powietrznego.

W rzeczywistości proces niepełnego spalania koksu w generatorze składa się z dwóch procesów: najpierw w dolnej części warstwy żarzenia koks spala się całkowicie na dwutlenek węgla (reakcja utleniania), następnie w górnej części warstwy żarzenia dwutlenek węgla pod wpływem rozżarzonego koksu zamienia się na tlenek węgla (reakcja redukcji). W efekcie końcowym otrzymuje się więc częściowe spalanie koksu do tlenku węgla.

Reakcja niepełnego spalania koksu jest reakcją egzotermiczną, t. zn. że w czasie jej przebiegu wydziela się ciepło (w dużej ilości).

Przy przepuszczaniu pary wodnej przez rozżarzony koks para rozkłada się, przy czym powstają dwa gazy: tlenek węgla i wodór, lub dwutlenek węgla i wodór. Im wyższa temperatura procesu, tym więcej powstaje tlenku węgla, a mniej niepalnego dwutlenku węgla. Otrzymany gaz palny (mieszanina gazów) nazywa się gazem wodnym, a opisana reakcja rozkładu pary — reakcją gazu wodnego.

W generatorach zwykle przedmuchuje się przez rozżarzony koks nie czyste powietrze, lecz mieszaninę jego z parą wodną. Gaz otrzymany w ten sposób jest mieszaniną gazu powietrznego i gazu wodnego i nazywa się wprost gazem generatorowym lub niekiedy gazem mieszanym.

Reakcja gazu wodnego jest reakcją endotermiczną, tzn. że do jej podtrzymania potrzebne jest ciepło. W generatorze źródłem ciepła dla tej reakcji jest ciepło wywiązujące się przy reakcji spalania. Dlatego do generatora



można doprowadzać tylko ograniczoną ilość pary, a mianowicie taką, aby ciepło reakcji spalania wystarczało na rozłożenie pary. Jeżeli pary jest za dużo, wówczas warstwa żarzenia stygnie, a para przechodzi nierozłożona.

Dodatek pary powoduje obniżenie się temperatury w generatorze, co jest w pewnych granicach korzystne ze względu na trwałość części generatora oraz na zapobieżenie stąpieniu się popiołu.

Przeciętny skład gazu generatorowego z generatorów centralnych przy prawidłowym ruchu generatora waha się w dość wąskich granicach i może być np. następujący:

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| tlenku węgla (CO)                  | — 27,8%                    |
| wodoru (H <sub>2</sub> )           | — 13,9%                    |
| dwutlenku węgla (CO <sub>2</sub> ) | — 6,9%                     |
| azotu (N <sub>2</sub> )            | — 51,4%                    |
| wartość opałowa                    | — 1200 kcal/m <sup>3</sup> |

Wszelkie zaburzenia w przebiegu procesu zgazowania objawiają się najczęściej we wzroście zawartości dwutlenku węgla w gazie generatorowym, czemu towarzyszy zwykle wzrost temperatury gazu i zmniejszenie się ciepła spalania.

**Uruchamianie generatora.** Przed przystąpieniem do uruchomienia należy sprawdzić stan generatora i urządzeń pomocniczych oraz szczelność przewodów gazowych i aparatów. Wszystkie zasuwy i wentyle (gazowe, parowe i wodne) powinny być początkowo zamknięte. Płaszcz wodny generatora należy napełnić wodą oraz zabezpieczyć automatyczny dopływ wody do płaszcza.

Po sprawdzeniu stanu gotowości wszystkich urządzeń układu się na ruszcie generatora warstwę suchego, drobnego żużla na wysokość 200—300 mm nad najwyższą, środkową częścią rusztu. Na ruszcie układa się równomiernie na całym przekroju generatora warstwę wiór drzewnych i suchego, dość drobno porąbanego drzewa. W celu ułatwienia zapalenia umieszcza się w warstwie drzewa szmaty wzgl. pakuły nasyczone naftą lub zrasza się ostrożnie drzewo olejem ciężkim.

Przed zapaleniem generatora należy otworzyć kominek oraz sprawdzić, czy wszystkie zamknięcia wodne są prawidłowo zalane wodą. Drzewo w generatorze zapala się przy pomocy pakuł nasyconych naftą, które wrzuca się przez wszystkie wzierniki do wnętrza generatora. Równocześnie rozpoczyna się doprowadzanie powietrza pod ruszt, na razie pod b. niskim ciśnieniem (np. 5 mm).

Bez użycia nafty, oleju i pakuł można prościej zapalić drzewo w generatorze wsuwając w warstwę wiór drzewnych przez wzierniki kilka przegrzewaczy żelaznych, rozgrzanych na końcach do czerwonego żaru i doprowadzając równocześnie pod ruszt generatora powietrze pod niskim ciśnieniem. Rozgrzanie przegrzewaczy najłatwiej skutecznie wsuwając je na 5 minut przez wzierniki do czynnego generatora. Ten sposób zapalania jest wygodny wtedy, gdy w bezpośrednim sąsiedztwie znajduje się generator w ruchu.

Gdy drzewo na ruszcie dostatecznie się przepali, wówczas rozpoczyna się stopniowe ładowanie generatora koksem przy równoczesnym podwyższaniu ciśnienia powietrza pod rusztem. Po każdorazowym załadunku trzeba oczekiwać, aż ładunek koksu dostatecznie się rozпали. Gdy nad rusztem osiągnie się dostatecznie grubą i silnie rozgrzaną warstwę paliwa, wówczas generator napełnia się paliwem całkowicie (do normalnego poziomu), zwiększa się ciśnienie powietrza pod rusztem do normalnego stanu,

otwiera się dopływ pary pod ruszt (początkowo w zmniejszonej ilości) oraz uruchamia się napęd rusztu.

Wytwarzający się w czasie rozpalania generatora gaz uchodzi przez kominek do atmosfery. Gdy gaz po rozpaleniu i załadunku generatora osiągnie normalny skład i ciepło spalania, wówczas generator włącza się do ogólnego systemu będącego pod gazem, zamykając równocześnie kominek.

Jeżeli generator włącza się do systemu urządzeń nieczynnych, i nie będących pod gazem, wówczas wszystkie przewody i aparaty (rury, płuczki) należy przedmuchać gazem w celu całkowitego usunięcia z nich powietrza. Do odprowadzania powietrza służą specjalne, odpowiednio rozmieszczone rury. Nieobecność powietrza lub mieszanki wybuchowej w przewodach gazowych po ich odpowietrzeniu należy stwierdzić przy pomocy analizy chemicznej, lub co najmniej próby spalania w rurce próbierczej.

Przed odpowietrzeniem przewodów poprzednio używanych należy usunąć z nich wszelkie osady wydzielone z gazu i nagromadzone w przewodach w okresie ich poprzedniej pracy, bowiem osady te w stanie suchym w obecności powietrza mają własności samozapalne, mogą się rozżarzać i w sprzyjających okolicznościach w zetknięciu z mieszaniną wybuchową w czasie odpowietrzania przewodów, powodować nawet eksplozję.

**Obsługa generatora w ruchu** polega na ładowaniu paliwa, doprowadzaniu powietrza i pary pod ruszt, usuwaniu żużla i ogólnym nadzorze nad pracą generatora i urządzeń pomocniczych.

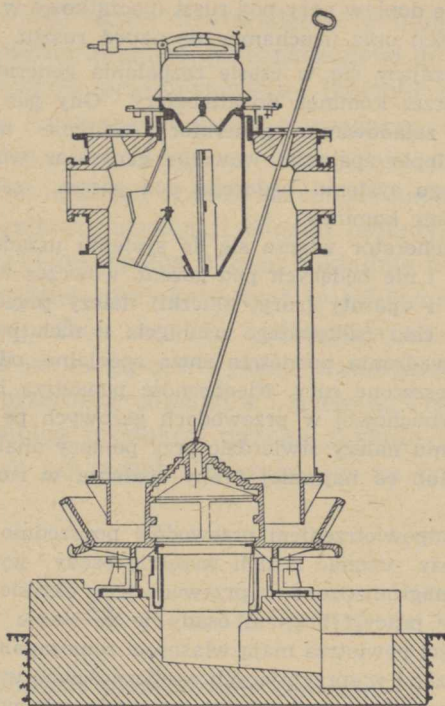
Ładowanie generatora odbywa się odpowiednio do zapotrzebowania gazu w takim tempie, aby utrzymać warstwę paliwa stale jednakowej wysokości. Obniżenie się warstwy paliwa do strefy redukcyjnej powoduje bowiem spadek wartości opałowej gazu i nadmierne rozgrzanie się generatora.

Szybkość automatycznego usuwania żużla reguluje się przez odpowiednie nastawienie szybkości obrotu rusztu w zależności od obciążenia generatora (zużycie paliwa) i zawartości popiołu w paliwie, tak, aby nad rusztem utrzymywała się stale warstwa żużla o jednakowej wysokości (10—30 mm). Zbyt gruba warstwa żużla jest niepożądana, gdyż powoduje zmniejszenie grubości warstwy paliwa, przesunięcie strefy spalania i redukcji do góry i w następstwie obniżenie się ciepła spalania i podwyższenie temperatury gazu. Brak żużla na ruszcie może spowodować straty paliwa w żużlu oraz rozgrzanie i przepalenie rusztu wzgl. pierścienia uszczelniającego.

Dla kontroli grubości warstwy żużla na ruszcie oraz stanu strefy zgazowania należy wykonywać co najmniej dwa razy w ciągu jednej zmiany pomiar bezpośredni przy pomocy przegrzewacza żelaznego, który wsuwa się przez wziernik w warstwę paliwa i żużla aż do oparcia o ruszt, w najwyższym jego miejscu (rys. 1). Po wyjściu przegrzewacza po upływie kilku minut, określa się stan generatora na podstawie stopnia nagrzania się przegrzewacza w różnych miejscach: ciemna, dolna część przegrzewacza odpowiada grubości warstwy żużla, rozżarzona część — grubości warstwy zgazowania. Wykonanie takiego pomiaru kolejno przez kilka wzierników pozwala na dokładne zorientowanie się w stanie generatora i wykrycie zaburzeń w ruchu.

Zapotrzebowanie powietrza do procesu zgazowania zależy od każdorazowej produkcji gazu. Ilość powietrza,





Rys. 1.

*Sposób pomiaru grubości warstwy żużla.*

wdmuchiwanego pod ruszt i przetłaczanego przez warstwę paliwa w generatorze, uwarunkowana jest ciśnieniem powietrza pod rusztem i jakością paliwa. Drobniejsze paliwo, zawierające więcej miazła wymaga wyższego ciśnienia dla uzyskania tej samej produkcji niż paliwo grubsze.

Podmuch powietrza jest zwykle regulowany automatycznie przy pomocy regulatorów, które są połączone z przewodem gazowym za generatorem i reagują na zmiany ciśnienia gazu, spowodowane zmiennym zużyciem gazu lub zmianą jakości paliwa, przemykaniem lub uchylaniem zasuw na przewodzie powietrza podmuchowego.

Przez zwiększanie podmucho można zwiększać produkcję gazu ale tylko do pewnej granicy. Przy nadmiernej szybkości przepływu gazu przez warstwę paliwa w strefie redukcji pozostaje w gazie dużo dwutlenku węgla, wskutek czego ciepło spalania gazu zmniejsza się a temperatura wzrasta.

Zbyt drobne paliwo (miazł) nie pozwala na uzyskanie pełnej wydajności gazu z generatora, bowiem stawia zbyt silny opór przepływowi powietrza. Również zaszlakowanie rusztu powoduje znaczne opory w generatorze. Praktyczną miarą oporów w warstwie paliwa i żużla w generatorze przy niezmienniej produkcji może być różnica ciśnień w przewodach przed i za generatorem, odczytana na odpowiednio umieszczonych zwykłych manometrach wodnych.

Ważnym warunkiem prawidłowej pracy generatora jest właściwy dodatek pary wodnej do powietrza wtłaczanego pod ruszt generatora. Dodatek pary ma na celu obniżenie temperatury procesu zgazowania w celu zapobieżenia stopianiu się żużla oraz zabezpieczenia rusztu przed przepaleniem. Regulacja dopływu pary ma dla ruchu generatora pierwszorzędne znaczenie, gdyż zarówno nadmiar jak i brak pary są szkodliwe i mogą spowo-

dować poważne zaburzenia w ruchu. Ze zwiększeniem dodatku pary temperatura w generatorze obniża się, intensywność procesu zgazowania spada i równocześnie wzrasta zawartość dwutlenku węgla w gazie generatorowym. Przy zbyttnym zmniejszaniu dopływu pary temperatura procesu nadmiernie się podnosi powodując stopienie się części mineralnych paliwa, wskutek czego żużel wydziela się na ruszcie w postaci zbitej, nadtopionej masy, nieprzepuszczalnej dla powietrza. Dopływ pary należy zatem tak regulować, aby otrzymywać gaz o jak najmniejszej zawartości  $\text{CO}_2$ , ale nie dopuścić do zaszlakowania rusztu.

Najkorzystniejsza ilość dodawanej pary zależy przede wszystkim od składu chemicznego popiołu, a także od sortymentu paliwa i obciążenia generatora. Przy użyciu paliwa zawierającego łatwotopny popiół, trzeba dodawać więcej pary w celu obniżenia temperatury procesu. Paliwo zawierające dużo miazła wymaga mniejszej ilości pary, a nadmiar jej może spowodować przygaszenie generatora. Ilość dodawanej pary ocenia się w praktyce według temperatury mieszaniny pary z powietrzem tłoczonym pod ruszt generatora, mierzonej przy pomocy termometru.

Zaburzenia w ruchu generatora mają miejsce najczęściej z powodu zaszlakowania rusztu i objawiają się wzrostem zawartości  $\text{CO}_2$  w gazie, podniesieniem się jego temperatury i obniżeniem ciepła spalania przy równoczesnym rozgrzewaniu się górnej części generatora i armatury do doprowadzania gazu oraz całkowitym lub miejscowym rozżarzaniem się powierzchni paliwa w generatorze, zwłaszcza w pobliżu ścianek.

Przyczyną zwiększenia się zawartości  $\text{CO}_2$  w gazie jest w tym wypadku zmniejszona i nierównomierna przepuszczalność dla powietrza spieczonej warstwy żużla, wskutek czego powietrze przechodzi przez paliwo tylko w niektórych miejscach i to z nadmierną szybkością, przy czym powstający dwutlenek węgla zostaje tylko w małej części zredukowany do  $\text{CO}$ , reszta zaś pozostaje w gazie w niezmienionej postaci.

W takim wypadku generator może być doprowadzony do normalnego stanu przez zwiększenie dopływu pary w celu zapobieżenia stopianiu się żużla i przez przegrzanie rusztu generatora w celu rozbicia spieczonego żużla, wrzucenia warstwy żużla i paliwa i ułatwienia tym sposobem przepływu powietrza przez całą powierzchnię przekroju generatora. Przegrzewanie rusztu wykonuje się przez wsuwanie przegrzewacza żelaznego przez wżerniki w warstwę paliwa i żużla w różnych kierunkach. Aby zapobiec zaburzeniom należy prawidłowo regulować dopływ pary oraz często przegrzewać ruszt, zwłaszcza w tych miejscach, nad którymi powierzchnia paliwa jest silniej rozżarzona.

Podobne objawy zaburzeń mają miejsce również przy zbyt wysokiej warstwie żużla na ruszcie oraz przy obniżeniu się warstwy paliwa. Łatwo je usunąć przez przyspieszenie usuwania żużla wzgl. prawidłowe ładowanie paliwa.

Kontrola ruchu generatora przez jego bezpośrednią obsługę polega na obserwacji ciśnienia powietrza przed generatorem i gazu za generatorem, temperatury gazu u wyjścia z generatora, wysokości warstwy żużla na ruszcie i strefy zgazowania, temperatury mieszaniny powietrza i pary wtłoczonej pod ruszt generatora, obserwacji powierzchni koksu przez wżerniki, oraz badaniu



pracy i stanu wszystkich urządzeń pomocniczych i mechanizmów.

Dokładniejsze wiadomości o stanie generatora może dać wynik analizy laboratoryjnej gazu, a pojęcie o ekonomii pracy generatora jedynie bilans cieplny, oparty na rzetelnych pomiarach. Wykonanie analizy i jej interpretacja nie należy jednak do obsługi generatora, która nie posiada na ogół potrzebnego do tego przygotowania teoretycznego. Pośrednio jednak może obsługa generatorów, posiadająca nawet bardzo ograniczone wiadomości teoretyczne, wyciągać łatwo i szybko wnioski z analiz gazu posługując się wykresem dr Dolińskiego<sup>1)</sup> (rys. 2).

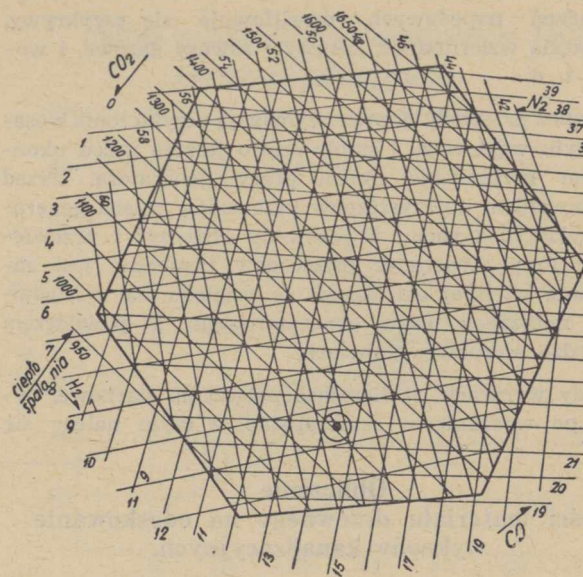
**Wykres gazu generatorowego.** W generatorze mogą zachodzić tylko trzy zasadnicze reakcje, a mianowicie:

- reakcja spalania węgla,
- reakcja redukcji tlenku węgla,
- reakcja gazu wodnego.

Wszystkie kombinacje tych reakcji można przedstawić graficznie za pomocą położenia punktu w tzw. trójkącie Gibbsa. Każdy wierzchołek trójkąta równobocznego przedstawia taki stan generatora, w którym zachodzi tylko jedna z trzech możliwych reakcji. Punkty wewnątrz trójkąta przedstawiają kombinację wszystkich trzech reakcji, przy czym udział każdej z nich jest określony położeniem punktu. W rzeczywistości w generatorze możliwe są tylko niektóre kombinacje, wobec czego dla przedstawienia każdego realnego stanu generatora wystarczy niewielka część całego trójkąta. Wykres gazu generatorowego dr Dolińskiego przedstawia taką część w postaci sześcioboku. Na płaszczyźnie sześcioboku wykreślone są linie zawartości procentowej wszystkich składników gazu generatorowego oraz linie jego wartości opałowej. Na podstawie analitycznego oznaczenia dwóch dowolnych składników gazu można na wykresie wyznaczyć punkt odpowiadający stanowi generatora, a następnie odczytać z wykresu skład gazu oraz jego ciepło spalania bez wykonywania poszczególnych oznaczeń analitycznych.

Ponieważ położenie punktu w sześcioboku zmienia się zależnie od stanu generatora, można z położenia punktu wyciągnąć wnioski o tym stanie. Trzeba tylko pamiętać, że przesuwanie się punktu ku wierzchołkowi reakcji gazu wodnego (na prawo w dół) świadczy o nadmiarze pary, przesuwanie się punktu ku wierzchołkowi reakcji całkowitego spalania (na lewo w dół) świadczy o nieprawidłowym przebiegu reakcji zgazowania (zwykle zaszlakowanie rusztu), przesuwanie się punktu w prawo i w górę, świadczy o dobrym biegu generatora. Można uważać bieg generatora za zadowalający, jeżeli punkt znajduje się mniej więcej w środku sześcioboku.

Wykres gazu generatorowego może być pomocnym przy pracy w generatorni nawet dla tych pracowników, którzy zupełnie nie znają podstaw teoretycznych procesów przebiegających w generatorze. W tym celu trzeba wykres w wielkiej skali, np. wymalowany na specjalnej drewnianej tablicy, umieścić w generatorni i jak najczęściej wpisywać na nim kredą aktualne położenie punktu charakteryzującego stan generatora. Przez stałą obserwację zmian położenia punktu obsługa szybko zaczyna się orientować w jakich wypadkach (przy jakim obserwowanym bezpośrednio stanie generatora) punkt schodzi z wykresu i co należy uczynić, aby go sprowadzić ku środkowi wy-



Rys. 2.

Wykres gazu generatorowego.

kresu. Próby tego rodzaju, wprowadzone w praktyce dały dobre wyniki.

**Wylączenie generatora z ruchu.** W celu wylączenia generatora z ruchu przerywa się łądowanie paliwa, otwiera kominek, zamyka główny zawór na przewodzie do odprowadzania gazu i znacznie zmniejsza podmuch powietrza pod ruszt, przy pozostawieniu dopływu pary w niezmiennionej ilości. W miarę obracania się rusztu wychodzi z generatora stopniowo najpierw żużel, a później niedopalony, ostudzony koks aż do opróżnienia generatora.

Przy generatorach z podmuchem wentylatorowym zdarzają się wypadki przerywania pracy generatora na skutek zatrzymania wentylatora np. z powodu braku prądu elektrycznego napędzającego silnik wentylatora. W takich wypadkach konieczne jest natychmiastowe otwarcie zasuwki kominka, a następnie zamknięcie przewodów do odprowadzania gazu z generatora. Po przerwaniu dopływu powietrza pod ruszt wytwarzanie gazu nie ustaje całkowicie, dzięki obecności pary wodnej. Jeżeli kominek jest zamknięty, wówczas powstający gaz wodny cofa się pod ruszt do przewodów powietrznych, gdzie tworzy z powietrzem mieszaninę wybuchową, która następnie przy ponownym uruchamianiu generatora eksploduje po zetknięciu się z rozżarzonym koksem wewnątrz generatora. Eksplozje takie kończą się zwykle tylko wyrzuceniem wody z zamknięć wodnych, w pewnych wypadkach jednak mogą spowodować i poważniejsze szkody. Otwarcie kominka ma na celu wytworzenie ciągu uniemożliwiającego cofanie się gazu do przewodów powietrznych.

Przy ponownym uruchomieniu podmuchu kominek przymyka się dla uzyskania prawidłowego ciśnienia gazu w przewodach w miarę zwiększania odbioru gazu.

W określonych przez dostawcę generatora odstępach czasu np. co pół roku generator wylacza się z ruchu i przeprowadza remont, przy czym wszystkie jego części muszą być dokładnie sprawdzone i w razie potrzeby naprawione lub wymienione. W szczególności przeprowadza się oczyszczenie płaszcza wodnego z kamienia kotłowego, sprawdzenie stanu i ewent. naprawę lub wymianę rusztu, zamknięć wodnych, blach płaszcza, zasypników

<sup>1)</sup> J. Doliński: Gaz i Woda 7, 5 (1927).



i urządzeń napędowych, doszlifowuje się przykrywy, zamknięcia wziernikowe, zasuwy i zawory gazowe, i wodne i t. d.

Również przewody gazowe wymagają oczyszczenia z osadów pyłu węglowego i smoły często jeszcze przed ukończeniem normalnego okresu pracy generatora. Przed przystąpieniem do czyszczenia przewodów trzeba generator wyłączyć z ruchu a przewody otworzyć i przewietrzyć. Przy otwieraniu przewodów konieczne jest zachowanie wielkiej ostrożności ze względu na wybuchowość mieszanek gazu generatorowego z powietrzem w bardzo szerokich granicach.

Osady w rurach, zawierające połączenia siarkowe, bywają po wyschnięciu samozapalne, z czym należy się

liczyć w czasie odpowietrzania rur przy ponownym uruchamianiu generatora.

Gaz generatorowy jest silną trucizną, wobec czego przy wszelkich pracach remontowych należy zapewnić dobrą wentylację pomieszczeń, a w razie potrzeby pracować w odpowiednich maskach gazowych. Nawet przy zwykłej obsłudze generatora w ruchu, zwłaszcza przy przegrzewaniu rusztu, zdarzają się niekiedy wypadki zatrucia gazem, jeżeli obsługa jest nieumiejętna lub urządzenia, np. urządzenia zabezpieczające wzierniki przed uchodzeniem gazu, w złym stanie. Dlatego pracownicy zatrudnieni przy obsłudze generatorów powinni być należycie pouczeni o własnościach gazu generatorowego, a urządzenia zabezpieczające — stale konserwowane i kontrolowane.

inż. B. Sperski

### Obliczenie ilości materiału drzewnego na odeskowanie wykopów kanalizacyjnych.

Koszt odeskowania wykopu kanalizacyjnego stanowi bardzo poważną pozycję w kosztorysie, jednak w literaturze technicznej oraz kosztorysach wzorcowych o sprawie tej mówi się bardzo mało, lub wcale się nie wspomina.

Ilość materiału drzewnego zużytego na odeskowanie wykopu przyjmuje się dowolnie, w zależności od uznania personelu technicznego.

Brak danych w tej dziedzinie utrudnia kosztorysowanie i planowanie.

Wprowadzenie wskaźnika zużycia materiału drzewnego na odeskowanie wykopu ułatwi określenie oszczędności oraz będzie miernikiem przy współzawodnictwie pracy.

Podczas obserwacji nad ilością zużytego materiału na odeskowanie wykopu dochodzimy do wniosku, że ilość ta zależy od następujących czynników:

- 1) głębokości wykopu,
- 2) kategorii gruntu i
- 3) organizacji pracy.

**Tablica zużycia materiału drzewnego na 1 m. b. odeskowania wykopów kanalizacyjnych.**

| Poz. | Głębokość | Grunt suchy, piasek,<br>głina, ił |                              | Grunt nawodniony lecz<br>nie płynny |                              | Grunt silnie nawodniony<br>płynny, kurzawka |                              |
|------|-----------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
|      |           | bali<br>m <sup>3</sup>            | okrągłaków<br>m <sup>3</sup> | bali<br>m <sup>3</sup>              | okrągłaków<br>m <sup>3</sup> | bali<br>m <sup>3</sup>                      | okrągłaków<br>m <sup>3</sup> |
| 1.   | 1.50      | 0.054                             | 0.0061                       | 0.067                               | 0.0076                       | 0.080                                       | 0.0092                       |
| 2.   | 1.75      | 0.061                             | 0.0094                       | 0.071                               | 0.0117                       | 0.090                                       | 0.0139                       |
| 3.   | 2.00      | 0.068                             | 0.0096                       | 0.085                               | 0.0119                       | 0.101                                       | 0.0142                       |
| 4.   | 2.25      | 0.076                             | 0.0131                       | 0.094                               | 0.0162                       | 0.111                                       | 0.0192                       |
| 5.   | 2.50      | 0.084                             | 0.0168                       | 0.103                               | 0.0206                       | 0.122                                       | 0.0244                       |
| 6.   | 2.75      | 0.093                             | 0.0206                       | 0.113                               | 0.0252                       | 0.134                                       | 0.0298                       |
| 7.   | 3.00      | 0.101                             | 0.0246                       | 0.123                               | 0.0299                       | 0.145                                       | 0.0352                       |
| 8.   | 3.25      | 0.111                             | 0.0251                       | 0.134                               | 0.0304                       | 0.157                                       | 0.0358                       |
| 9.   | 3.50      | 0.119                             | 0.0293                       | 0.144                               | 0.0354                       | 0.169                                       | 0.0415                       |
| 10.  | 3.75      | 0.129                             | 0.0299                       | 0.155                               | 0.0360                       | 0.182                                       | 0.0421                       |
| 11.  | 4.00      | 0.139                             | 0.0305                       | 0.166                               | 0.0366                       | 0.194                                       | 0.0427                       |
| 12.  | 4.25      | 0.149                             | 0.0350                       | 0.178                               | 0.0419                       | 0.207                                       | 0.0487                       |
| 13.  | 4.50      | 0.159                             | 0.0357                       | 0.190                               | 0.0426                       | 0.221                                       | 0.0494                       |
| 14.  | 4.75      | 0.170                             | 0.0364                       | 0.202                               | 0.0432                       | 0.234                                       | 0.0501                       |
| 15.  | 5.00      | 0.181                             | 0.0371                       | 0.214                               | 0.0439                       | 0.248                                       | 0.0508                       |
| 16.  | 5.25      | 0.192                             | 0.0420                       | 0.227                               | 0.0496                       | 0.262                                       | 0.0572                       |
| 17.  | 5.50      | 0.204                             | 0.0427                       | 0.240                               | 0.0504                       | 0.277                                       | 0.0578                       |
| 18.  | 5.75      | 0.216                             | 0.0435                       | 0.253                               | 0.0511                       | 0.291                                       | 0.0587                       |
| 19.  | 6.00      | 0.228                             | 0.0443                       | 0.267                               | 0.0519                       | 0.306                                       | 0.0596                       |
| 20.  | 6.25      | 0.240                             | 0.0495                       | 0.281                               | 0.0579                       | 0.322                                       | 0.0663                       |
| 21.  | 6.50      | 0.253                             | 0.0503                       | 0.295                               | 0.0587                       | 0.337                                       | 0.0671                       |
| 22.  | 6.75      | 0.266                             | 0.0512                       | 0.309                               | 0.0596                       | 0.353                                       | 0.0679                       |
| 23.  | 7.00      | 0.279                             | 0.0520                       | 0.324                               | 0.0604                       | 0.369                                       | 0.0688                       |
| 24.  | 7.25      | 0.293                             | 0.0577                       | 0.339                               | 0.0669                       | 0.386                                       | 0.0760                       |
| 25.  | 7.50      | 0.306                             | 0.0586                       | 0.354                               | 0.0678                       | 0.402                                       | 0.0770                       |

U W A G A: zużycie okrągłaków dla wykopów o szerokości 1 m w świetle; dla węższych lub szerszych wykopów stosować mnożnik odpowiadający szerokości wykopu w świetle. Zużycie bali nie zależy od szerokości wykopu.



W miarę zwiększania się głębokości, procent zużycia zwiększa się. Tłumaczy się to tym, że przy większych głębokościach parcie ziemi jest większe, a tym samym i rozparcie wykopu musi być silniejsze, co powoduje w znacznym stopniu uszkodzenie bali i rozpór. Czas trwania robót ziemnych jest dłuższy — materiał w wykopie nasiąka wilgocią i butwieje. Większa głębokość wymaga większej ilości koryt przerzutowych oraz przecinania desek.

Kategorie gruntu i stopień nawodnienia mają znaczny wpływ na zużycie materiału drzewnego, a mianowicie: im grunt jest więcej nawodniony, tym zużycie materiału jest większe.

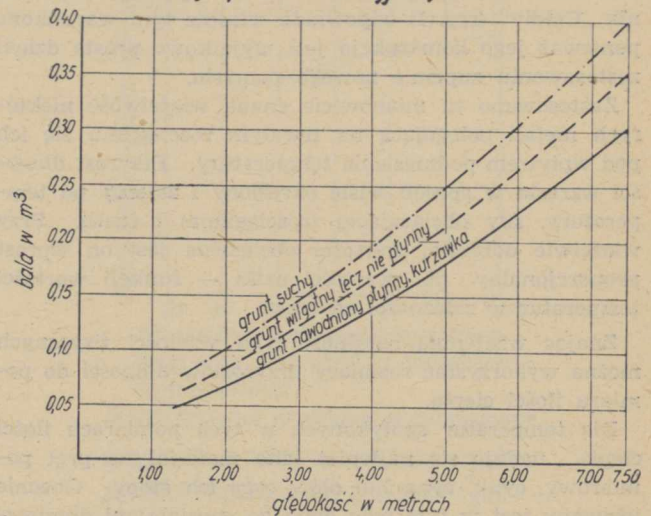
Z powyższego wynika, że ustalenie jakiegokolwiek stałej liczby określającej normy zużycia materiału na odeskowanie wykopu przy różnych głębokościach i kategoriach gruntu byłoby niemożliwe.

Na podstawie długoletniej obserwacji opracowałem normy zużycia materiału drzewnego na odeskowanie wykopu.

Tablice podają ilość materiału na 1 m długości wykopu o szerokości 1 m w świetle przy różnych głębokościach i kategoriach gruntu.

Przy wykopach szerszych lub węższych niż 1 m dla obliczania ilości rozpór, należy stosować mnożnik liczby określającej szerokość wykopu w metrach w świetle, zaś ilość zużycia bali jest niezależna od szerokości wykopu. W tablicy uwzględniony jest materiał na mostki przejściowe, poręcze, koryta przerzutowe i t. p.

Wykres zużycia bali na odeskowanie 1 m.  
wykopu kanalizacyjnego.



Najekonomiczniejsze odeskowanie, szczególnie w gruntach nawodnionych, wypadło balami 2" grubości i 4 m długości, oraz 3 pionowe w jednym polu czterometrowym. Tablice niżej podane można stosować i do odeskowań balami 3", gdyż padana w nich jest ilość zużytego materiału na odeskowanie, a nie ilość potrzebnego materiału do odeskowania.

Inż. S. Antoniuk

## Z prasy zagranicznej

### Licznik dla rozdziału kosztów ogrzewania

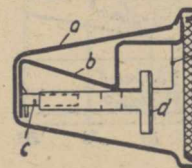
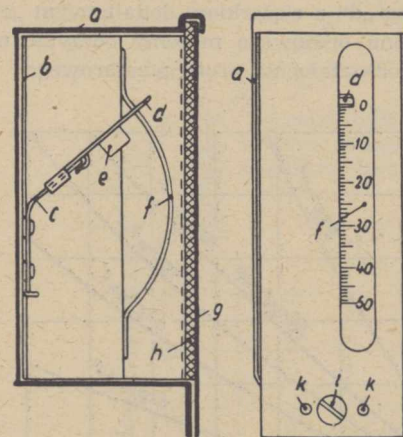
Ein Heizkostenverteiler auf neuer Grundlage.  
Schweizerische Bauzeitung 24.6.50.

#### A. Wstęp.

W domach wielorodzinnych, zaopatrzonych w instalację centralnego ogrzewania należałoby rozdzielać całkowite koszty opalania mieszkań w ciągu sezonu opałowego w sposób racjonalny na poszczególnych lokatorów. Dotychczas stosowany sposób podziału, oparty na stosunku wielkości poszczególnych mieszkań, nie skłania poszczególnych lokatorów do oszczędzania ciepła i prowadzi w rezultacie do nadmiernego zużycia opału. Nie zakręca się wentyli regulujących w pomieszczeniach nie wymagających ogrzania oraz przesadnie wietrzy się przez zbyt długie trzymanie okien otwartych. Ze względu na poważne ilości opału, zużywane dla celów ogrzewania oraz ze względu na zmniejszenie kosztów utrzymania mieszkań, słuszny podział kosztów ogrzewania leży w interesie konsumenta, jak również jest pożądanym ze względów ogólnogospodarczych.

Rozwiązaniem pod względem technicznym bez zarzutu byłoby zaopatrzenie każdego lokalu w licznik, który notowałby w każdym momencie ilość wody i różnicę temperatur (zasilenia i powrotu) i tworząc iloczyn tych wielkości podawałby do odczytania w każdym momencie całkę funkcji tego iloczynu w zależności od zmiennej czasu.<sup>1)</sup>

W praktyce jest to często nie do urzeczywistnienia, ponieważ przeważnie na jedno mieszkanie wypada kilka przewodów zasilających i powrotnych, co wymagałoby instalowania kilku liczników, powodując tym zbyt wysokie koszty inwestycyjne.



#### Konstrukcja licznika „Caldiv”

a- osłona-pudełko, b- wkładka z umocowaną na niej skalą, c- pręt pomiarowy, d- wskazówka, e- ciężarek dodatkowy, f- skala, g- pokrywka, h- szyba, i- śruba przymocowująca pokrywka do pudełka, k- otwory do plombowania.

Rys. 1.

<sup>1)</sup> Oparty na tej zasadzie licznik ilości ciepła opisany był w Schweizerische Bauzeitung na str. 147 rocznik 1946.



Inna droga polega na tym, aby każdy grzejnik zaopatrzyć w nieskomplikowany licznik, o ile oczywiście liczniki takie byłyby dostatecznie tanie. Opisany tutaj licznik „Caldiv” (rys. 1) odpowiada właśnie tym warunkom, ponieważ jego konstrukcja jest wyjątkowo prosta dzięki zastosowaniu zupełnie nowego pomysłu.

Zastosowano tu mianowicie znaną właściwość niektórych metali polegającą na trwałym rozciąganiu się ich pod wpływem podniesienia temperatury. Przyrost długości wzrasta w sposób ściśle określony i zależny od temperatury, siły obciążającej (rozciągania) i czasu. Przy właściwie dobranej wartości obciążenia jest on wprost proporcjonalny do wartości całki — funkcji wartości temperatur w zależności od czasu.

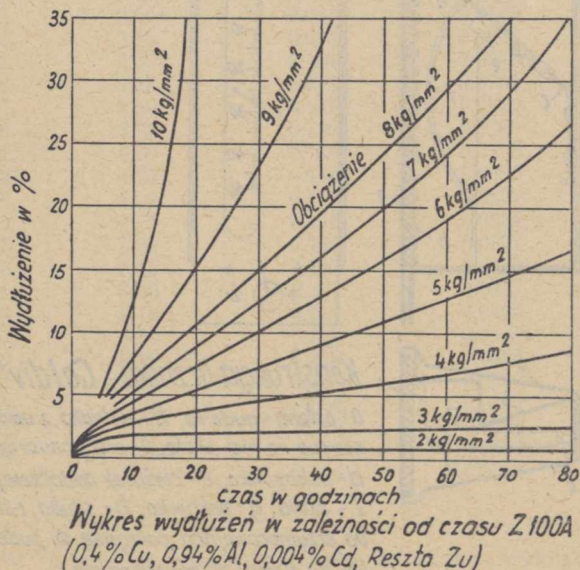
Znając wzajemną zależność tych wartości fizycznych można wykorzystać rozmiary przyrostów długości do pomiaru ilości ciepła.

Dla temperatur spotykanych w tych pomiarach ilości ciepła, nadaje się najlepiej jako materiał na pręt pomiarowy, cynk, cyna lub ołów oraz ich stopy. Obecnie używany jest w tym celu cynk ze specjalnymi domieszkami.

### B. Działanie licznika „Caldiv”.

Miarą rozchodu ciepła będzie odkształcenie wygiętego pręta pomiarowego C” (rys. 2), który w temperaturach od 20° do 100° C posiada niezbędną w tych okolicznościach właściwość trwałego wydłużania. Pręt ten zamknięty jest osłoną w kształcie pudełka „a”. Pudełko to umocowujemy na grzejniku. W pudełku tym jest pomieszczona również skala „f”, umocowana do wkładki „b”. Od przodu pudełko jest szczelnie zamknięte przykrywką „g”, zaopatrzoną w szybę „h”. Przykrywka przymocowana jest do pudełka przy pomocy śruby „i”, którą możemy zaplombować, aby ustrzec się przed niepożądanym zdemontowaniem pokrywki.

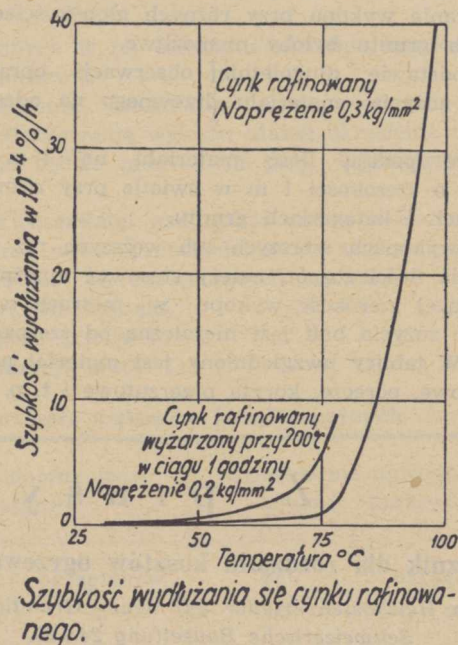
Pręt pomiarowy „c” w dolnym swym końcu zamocowany jest do wkładki „b”; na drugim jego końcu umocowana jest wskazówka „d” z ciężarkiem dodatkowym „e”. Po zakończeniu sezonu opałowego możemy odczytać na skali „f” całkowite odkształcenie pręta pomiarowego.



Rys. 2.

Opisywany tu licznik cieplny wyróżnia się niskimi kosztami produkcji, znikomym kosztem wymiany zużytego po każdym sezonie opałowym pręta pomiarowego prętem nowym i dużą dokładnością wskazań. Specjalnie korzystna jest okoliczność, że licznik umieszczony na grzejnikach nie grzanych (temperatura 20° C i poniżej) nie wykazuje żadnych zmian. W ten sposób wymiana pręta pomiarowego może być już dokonana na wiosnę podczas odczytywania licznika, po ukończeniu sezonu opałowego.

Obsługa licznika sprowadza się więc do jednej tylko wizyty w ciągu roku funkcjonariusza, dokonującego obliczeń. Aby osiągnąć wysoką dokładność wskazań licznika należało przeprowadzić obszerne studia nad zachowaniem się materiałów i kształtów pręta pomiarowego. Poniżej podajemy rezultaty tych badań.



Rys. 3.

### C. Podstawy fizyczne.

Rozpatrując wykres rozciągania stopu cynku Z 100 A (stop cynku, miedzi i aluminium), rys. 3²) przy stałej temperaturze pomieszczenia do 20° C i napięciach rozciągających, można stwierdzić, że przy niskich napięciach (do około 2 kg/mm²) nie występuje wydłużanie (pomijając początkowe odkształcenia nie mające znaczenia ze względu na znikomą ich wielkość). Aby przy temperaturze pomieszczenia (do 20° C) nie występowało odkształcenie i związane z nim zmiany wskazań licznika, należy dążyć by napięcie w materiale pręta pomiarowego nie przekraczało 2 kg/mm².

Rys. 4³) wskazuje wykres szybkości rozciągania w zależności od temperatury przy stałym obciążeniu dla rafinowanego cynku; jak widać są one niewielkie przy niskich temperaturach i wzrastają bardzo szybko przy temperaturach wyższych. Przy konstruowaniu licznika tę charakterystyczną cechę wzięto specjalnie pod uwagę.

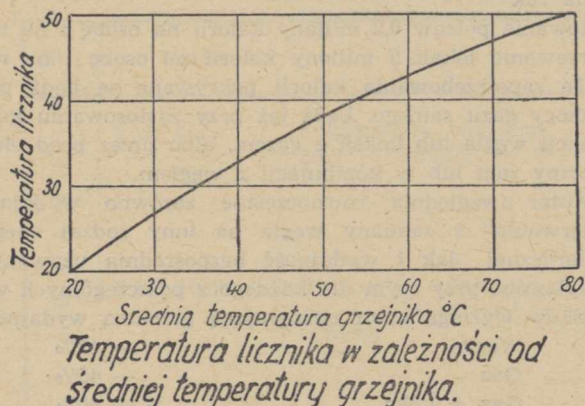
Licznik cieplny umieszcza się pośrodku grzejnika, dzięki czemu działa na niego z jednej strony średnia temperatura grzejnika (np. przy temperaturze zasilania

²) O. Messner: O wytrzymałości stopów cynku „Schweiz Archiv” kwiecień 1948 r.



90° C, powrotu 70° C, temperatura średnia grzejnika wynosi 80° C), z drugiej jest on chłodzony przez otaczające go powietrze (20° C). Na skutek tego temperatura licznika pozostaje stała o pewną określoną wartość niższą od średniej temperatury grzejnika. Ścisła ta zależność jest uwidoczniona na wykresie rys. 5.

Liczne pomiary w piecu, w którym w ciągu długiego okresu obserwacji utrzymywano stałą temperaturę, wyjaśniły szybkość przeginięcia pręta pomiarowego. Rys. 7 podaje rezultaty tych pomiarów. Jak widać, charakter wykresu jest ten sam, co w wykresie szybkości wydłużeń liniowych (rys. 4.).



Rys. 4.

#### D. Kontrola rachunkowa dokładności pomiarów.

Na podstawie doświadczalnie określonych przegięć (rys. 7) sprawdzono dokładność pomiarów przez porównanie tych wyników z efektywnymi wartościami oddawanego ciepła przez grzejnik przy różnej temperaturze wody. W tabelicy 1 przeprowadzono obliczenie wartości oddawanego ciepła przez normalny grzejnik wg znanej formuły:

$$q = F \cdot \Delta t \cdot k$$

przy czym oznaczono przez:

$q$  — wartość oddawanego ciepła w kcal/h

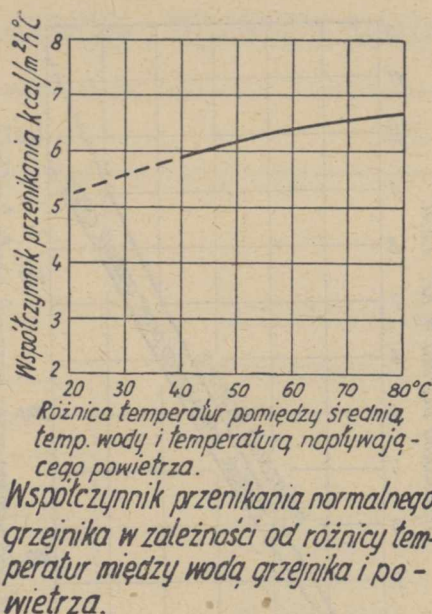
$F$  — powierzchnię w m<sup>2</sup>

$\Delta t$  — wartość średnią logarytmiczną pomiędzy temperaturą wody i powietrza.

$k$  — współczynnik przenikania ciepła w kcal/m<sup>2</sup> ° C. h. Jako temperaturę pomieszczenia przyjęto 20° C, wartość  $k$  w zależności od  $\Delta t$  zmienia się wg wykresu na rys. 6. W dolnej części tabelicy 1 podane są wartości wg pomiarów w zestawieniu z wartościami wyliczonymi. Odpowiednio do średnich temperatur wody określono przy pomocy wykresu na rys. 5 temperatury licznika, a z nich wg wykresu na rys. 7, określono wartości „A” wskazywane przez wskazówkę licznika. Stosunek wartości właściwej oddawanego ciepła „Q” do wskazań licznika „A” określa „stałą” licznika. Jak widać poszczególne wartości Q/A są praktycznie wartością stałą.

Wziąwszy pod uwagę niebywale proste środki jakie zostały zastosowane przy konstrukcji licznika, możemy być zupełnie zadowoleni z osiągniętego stopnia dokładności wyników. Dokładność ta wywodzi się głównie z te-

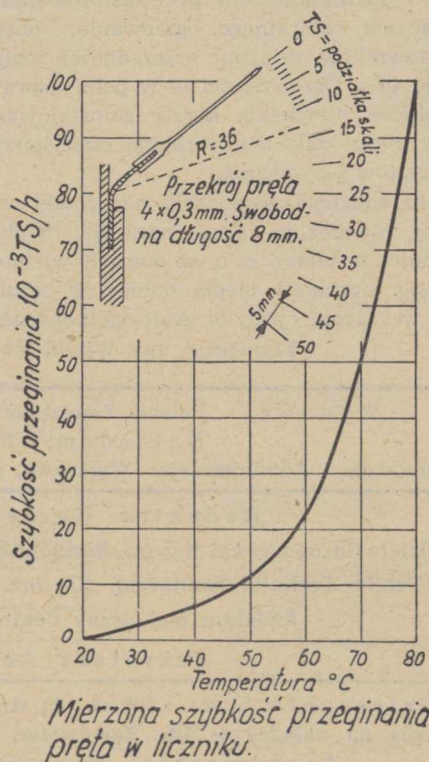
<sup>3)</sup> Graeser, Hanemann i Hoffmann: Wytrzymałość cynków i stopów cynkowych „Zeitschrift für Metalkunde” Rocznik 35. Zeszyt 1, styczeń 1943.



Rys. 5.

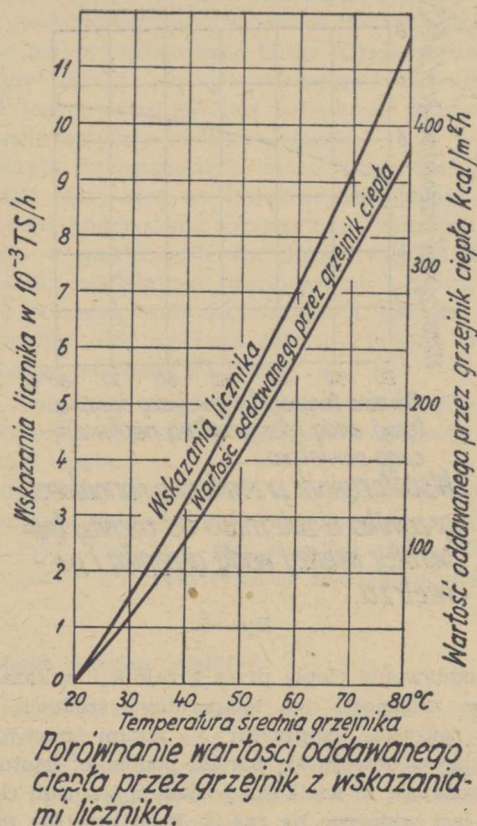
go, że oddawanie ciepła przez grzejnik i wskazania licznika w zależności od temperatur średnich grzejnika w zakresie temperatur z jakimi mamy tu do czynienia, zachowują się bardzo podobnie; istotnie krzywe wyrażające te wielkości posiadają ten sam charakter, jak to jest widoczne na rys. 8. Poza tym dla prawidłowego działania licznika ważnym jest, że pręt pomiarowy, dzięki dobraniu odpowiedniego obciążenia, przy temperaturach pomieszczenia (20° C) nie wykazuje żadnych zmian, wobec czego wskazania licznika się nie zmieniają.

Dla praktycznego użycia, ważnym jest również szczelne zamknięcie (nie podlegają zakurzeniu) wrażliwych części licznika, które tym samym chronione są od na-



Rys. 6.





Rys. 7.

światlania promieniami słonecznymi, jak i przed dotknięciem przez niepowołanych.

#### E. Uwagi na temat znaczenia gospodarczego stosowania liczników.

Licznik ciepła winien zachęcać do oszczędzania.

Zgodnie z doświadczeniem, przy zastosowaniu liczników w instalacjach centralnego ogrzewania, obsługujących kilku użytkowników, osiągnięte oszczędności opału wynoszą od 20% do 40%. Oszczędności te w pełni usprawiedliwiają stosunkowo niewielkie koszty zainstalowania liczników, przy czym konsumenci ciągną stałe korzyści z obniżenia kosztów ogrzewania.

Z punktu widzenia gospodarki narodowej oszczędności te miałyby również poważne znaczenie. Wobec stałego wzrostu ilości instalacji c. o. w domach wielorodzinnych, zastosowanie liczników ciepła dałoby w rezultacie oszczędności w zużyciu opału w skali ogólnonarodowej.

Thumaczył: Inż. Witold Malinowski

#### Zużycia ciepła przez gospodarstwa domowe

Z Journal des Usines a Gaz z lipca 1950 r. podajemy notatkę z artykułu G. Wagenera zamieszczonego w „Gas und Wasserfach“ (15.2.1950) pod tytułem „Zużycie ciepła przez gospodarstwa domowe“.

Autor opiera swoje studia na zapotrzebowaniu kalorii przez poszczególnego członka rodziny. W warunkach socjalnych i klimatycznych, niemieckich przedstawia się to następująco:

ogrzewanie lokali 2 miliony kalorii na osobę i na rok  
przygotowanie wody gorącej 0,3 miliony kalorii na osobę i na rok

gotowanie potraw 0,2 miliony kalorii na osobę i na rok, ogrzewanie lokali 2 miliony kalorii na osobę i na rok,

Te zapotrzebowania kalorii pokrywane są bądź przy pomocy gazu samego, bądź też przy zastosowaniu kombinacji węgla lub koksu z gazem, albo przez prąd elektryczny sam lub w kombinacji z węglem.

Autor uwzględnia równocześnie zarówno wydajność „pierwotną“ z zamiany węgla na inny rodzaj energii kalorycznej jak i wydajność bezpośrednią używanych przyborów, przy czym dla każdego z poszczególnych wypadków wyciąga autor następującą globalną wydajność:

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Węgiel                  | — 42% |
| Gaz                     | — 45% |
| Gaz + koks              | — 50% |
| Elektryczność termiczna | — 22% |
| Węgiel + elektryczność  | — 31% |

inż. J. W.

#### SPROSTOWANIE

Do artykułu Prof. I. Piotrowskiego pt. „Ujęcie wody infiltrowanej za pomocą wierceń poziomych“ wydrukowanego w Nr 3/51 wkładły się omyłki, które prostujemy:

| wydrukowano                                               | powinno być                                |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Str. 65 u dołu $\sqrt{\frac{1}{m}} \sqrt{\frac{2m-1}{m}}$ | $\sqrt{\frac{L}{m}} \sqrt{\frac{2m-L}{m}}$ |
| Str. 66. Rys. 1                                           | Rys. 2                                     |
| Str. 66. Rys. 2                                           | Rys. 4                                     |
| Str. 66, w. 9 od g. poziomu                               | poziomego                                  |
| Str. 67. Rys. 4                                           | Rys. 1                                     |
| Str. 68, w. 1 od g. $v_t$                                 | $v_f$                                      |

„Pierwszy Kongres Nauki Polskiej“ str. 89 u dołu opuszczono: Prof. Dr Inr. Aleksander Sznioł — Z-ca Przewodniczącego Podsekcji.

Redakcja

Wydawca: Polskie Zrzeszenie Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych

Nakładem: Naczelnej Organizacji Technicznej.

Redakcja i Administracja: Warszawa, ul. Czackiego 3/5. Tel. 89.510 do 89.515. Konto PKO I-1133/113.

Redaktor Naczelny: Mgr inż. Henryk Janczewski

Redaktor Działu Gazownictwa: Mgr inż. Romuald Kielkiewicz

Red. Działu Wodociągów i Kanalizacji: Mgr inż. Józef Liebfeld

Redaktor Działu Techniki Sanitarnej: Dr inż. Jan Just

Redaktor Działu Instalacji: Mgr inż. Stefan Kołodziejczyk

Redaktor techniczny Centr. Red. Techn. NOT: Dr Jadwiga Włodek-Sanojca

Sekretarz Redakcji: Zofia Klimaszewska

Ogłoszenia:  $\frac{1}{4}$  str. 1.500 zł.,  $\frac{1}{2}$  str. 900 zł.,  $\frac{1}{4}$  str. 600 zł.,  $\frac{1}{8}$  str. 360 zł., 1 mm w szpalcie 6 zł.

Ogłoszenia na okładce + 20%. Zamówione miejsce + 20%. Ogłoszenia stałe (co najmn. pół roku) 20% rabatu.

Prenumerata: Półrocznie 36 zł. Kwartalnie 18 zł. Numer pojedynczy 6 zł.

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego zam. 456/81 z dn. 1 IV.51. Nakł. 2600. Form. A4. Ark. 2. Pap. V kl. druk. sat. 2-B-17197



## Do wszystkich członków NOT i Stowarzyszeń.

Podajemy niżej treść wytycznych udziału stowarzyszeń technicznych w ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej. Wytyczne te, opracowane przez Główną Komisję Współzawodnictwa Pracy NOT i uzgodnione z Centralną Radą Związków Zawodowych, stwarzają nowe warunki rozwoju tej, tak doniosłej dziedziny, stojącej nie tylko na czele zagadnień statutowych NOT, lecz będącej również jednym z centralnych zagadnień Planu 6-letniego w drugim roku jego realizacji.

Torowanie nowych dróg dla rozwoju ruchu współzawodnictwa pracy i wynalazczości pracowniczej, walka o osiągnięcie przez realizację postępu technicznego usprawnienia produkcji, wzrostu wydajności pracy i obniżki kosztów własnych, to są zadania w realizacji których powinny się koncentrować i mobilizować wszystkie wysiłki i prace inżynierów i techników, a więc i organizacji świata technicznego.

Uchwała Prezydium Rady Głównej NOT z dnia 20 lutego br., podjęte prace przygotowawcze do organizacji Krajowej Rady Aktywu Technicznego, dla których wytyczne niniejsze mają znaczenie kluczowe, stanowią ważny moment zwrotny w kierunku zaktywizowania prac stowarzyszeń technicznych i powiązania ich bezpośrednio z walką o wykonanie i przekroczenie drugiego roku Planu 6-letniego.

### Wytyczne udziału Stowarzyszeń Technicznych NOT w ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej.

I. Wykonanie Planu 6-letniego budowy podstaw Socjalizmu w Polsce, a w szczególności przyspieszenia tego wykonania, wymaga wszechstronnego rozwoju współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej. Ruch ten, podjęty przez najbardziej świadomych i ofiarnych przedstawicieli klasy robotniczej, przekształcił się w ruch masowy. Do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej włączyła się świadoma i postępową część inteligencji technicznej, rozwijając i pogłębiając go razem z klasą robotniczą. Błędne byłoby sformułowanie roli inteligencji technicznej tylko, jako czynnika pomocniczego w wielkim ruchu współzawodnictwa pracy i wynalazczości pracowniczej. Inżynierowie i technicy nie tylko winni przodować we współzawodnictwie i wynalazczości pracowniczej, lecz winni również torować nowe drogi dla rozwoju tego ruchu.

Czynne włączenie się ogółu inżynierów i techników do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej pozwoli na szybsze pokonywanie przeszkód natury technicznej i da szersze podstawy rozwoju tego ruchu, przyspieszy wprowadzenie nowej techniki do naszych warsztatów pracy oraz otworzy drogę nowym, rewolucyjnym metodom pracy. Współzawodnictwo i wynalazczość robotników, inżynierów i techników rodzi się z jednego pnia, z nowego, socjalistycznego stosunku do pracy.

II. W celu zapewnienia pełnego włączenia się inżynierów i techników do masowego ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej Naczelna Organizacja Techniczna w porozumieniu z Centralną Radą Związków Zawodowych zaleca wszystkim członkom NOT podjęcie natychmiastowej aktywnej działalności w tym kierunku przez:

1. Wzmoczenie i rozwinięcie bezpośredniego udziału w akcji technicznego szkolenia i doszkalania zawodowego.
2. Wzmoczenie działalności odczytowej przez opracowywanie i wygłaszanie referatów, przede wszystkim o tematyce opartej o postęp techniczny, a w szczególności o przodującą naukę i technikę radziecką.
3. Zasilanie pracy związkowej artykułami z dziedziny naukowo-technicznej.
4. Czynny udział i konkretna pomoc w organizowaniu zjazdów, konferencji, pokazów, wycieczek itp.
5. Roztaczanie stałej opieki i udzielanie konkretnej pomocy Klubom Techniki i Racjonalizacji oraz Gabinetom Technicznym itp.
6. Opracowywanie tematów i programów dla kierowanej wynalazczości pracowniczej.
7. Rozpracowywanie za przodownikami pracy i racjonalizatorami nowych form współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej oraz ich rozwoju i upowszechnienia.
8. Tworzenie brygad inżyniersko-robotniczych dla likwidacji wąskich gardeł i usuwania wszelkich przeszkód w produkcji i organizacji pracy.

III. Ustala się następujące szczeble współpracy techniczno-związkowej:

1. Naczelna Organizacja Techniczna z Centralną Radą Związków Zawodowych.
2. Oddziały NOT z Okręgowymi Radami Zw. Zawodowych.
3. Zarządy Główne Stowarzyszeń Technicznych z Zarządami Głównymi Zw. Zawodowych.
4. Oddziały względnie Koła Stowarzyszeń Technicznych z Zarządami Okręgowymi (Oddziałami) Zw. Zawodowych.
5. Przedstawiciele Oddziałów, względnie Kół (łącnicy) Stowarzyszeń Technicznych z Radami Zakładowymi — Miejscowymi.

Niezwłoczne pełne włączenie się inżynierów i techników do ruchu współzawodnictwa i wynalazczości pracowniczej oraz systematyczna i stała praca w tej ważnej dziedzinie przyczyni się do przedterminowego wykonania Planu 6-letniego, budowy socjalizmu w Polsce i zapewnienia Pokoju.



# IV ZJAZD DELEGATÓW POLSKIEGO ZRZESZENIA GAZOWNIKÓW, WODOCIĄGOWCÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH

SZCZECIN, 1-3 CZERWCA 1951 R.

---

## Do Prenumeratorów.

Z dniem 1 maja 1951 r. zgodnie z ustawą z dn. 20.XII.1949 r. Dziennik Ustaw R. P. Nr 63, poz. 497 oraz Rozporządzeniem Prezesa Rady Ministrów i Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego, o prenumeracie i kolportażu czasopism i wydawnictw, kolportaż wszystkich czasopism technicznych zostaje przejęty przez PPK „RUCH”.

W związku z powyższym prosimy prenumeratorów o dokładne zapoznanie się z nowymi zasadami prenumerowania czasopism technicznych i zastosowanie się do nich dla zapewnienia dalszego regularnego otrzymywania abonowanych czasopism.

1. Wpłata prenumeraty winna następować z góry, co najmniej na 10 dni przed rozpoczęciem okresu (kwartału, półrocza, roku).
2. Wpłata prenumeraty zaległej oraz prenumeraty za II kwartał 1951 r. od prenumeratorów może być dokonana na dotychczasowe konto PKO odpowiedniego czasopisma.
3. Z dniem 1.V.51 r. PPK „RUCH” otworzy dla każdego czasopisma nowe konto, którego numer będzie podawany w czasopiśmie. Na powyższe konto winna być wpłacana prenumerata w przedpłacie przez wszystkich prenumeratorów od drugiego półrocza 1951 r.
4. Wpłata prenumeraty od instytucji według rachunków wystawionych przez wydawcę winna nastąpić na dotychczasowe konto PKO, najpóźniej do dnia 1 czerwca 1951 r.
5. Wpłata prenumeraty od instytucji według rachunków wystawionych przez PPK „RUCH” winna następować na konta PKO, otwarte przez PPK „RUCH” dla poszczególnych czasopism.
6. Wysokość prenumeraty, zarówno normalnej jak i ulgowej, pozostaje bez zmiany. Bez zmiany pozostają również uprawnienia do korzystania z prenumeraty ulgowej.
7. Uprawnienia do prenumeraty ulgowej są następujące:
  - 7.1. Z prenumeraty ulgowej korzystają indywidualnie wszyscy członkowie Stowarzyszeń NOT posiadający aktualną legitymację.
  - 7.2. Z prenumeraty ulgowej korzystają zbiorowo — przy abonowaniu co najmniej 5 egzemplarzy,
    - a) członkowie Zw. Zawodowych przez oddział lub koło związku, radę zakładową,
    - b) studenci wyższych uczelni przez zrzeszenia studenckie,
    - c) uczniowie szkół zawodowych przez dyrekcję szkoły,
    - d) członkowie klubów racjonalizatorskich przez zarząd klubu.
  - 7.3. Przy opłacaniu prenumeraty ulgowej indywidualnej należy przedstawiać legitymację Stowarzyszenia NOT, względnie przy wpłatach na PKO podawać Stowarzyszenie, którego jest się członkiem.
  - 7.4. Przy zamawianiu prenumeraty ulgowej zbiorowej w Oddziale PPK „RUCH” należy przedstawiać zaświadczenie jednej z instytucji wymienionych w punkcie 7.2., przy dalszych wpłatach należy podawać nr i datę zaświadczenia upoważniającego do ulgowej prenumeraty. Przy wpłatach ulgowej prenumeraty na PKO należy podawać na blankiecie instytucję wystawiającą zaświadczenie, nr i datę zaświadczenia. Przy zamawianiu prenumeraty ulgowej po raz pierwszy, zaświadczenie winno być przesłane do Oddziału PPK „RUCH”.

Naczelna Organizacja Techniczna