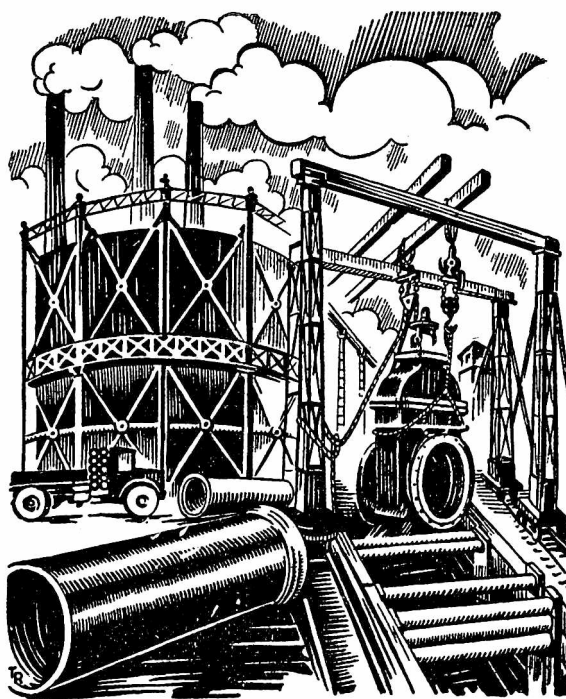


GAZ, WODA

TECHNIKA SANITARNA

— *miesięcznik* —



Nr 9

WRZESIEŃ 1954

ROK XXVIII

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą 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: DOC. DR INŻ. STEFAN KOŁODZIEJCZYK
SEKRETARZ REDAKCJI: ZOFIA KLIMASZEWSKA
REDAKTOR TECHNICZNY: DR JADWIGA WŁODEK-SANOJCA

NR 9

WRZESIEŃ 1954

ROK XXVIII

T R E Ś Ć

Tadeusz Pawlikowski, mgr Maria Piotrowicz, Leon Multarzyński — Badanie sprawności cieplnej kuchni gazowej.
Mgr inż. Wacław Błaszczuk — Spływy deszczowe w sieci kanalizacyjnej.
Inż. A. T. Troskoleński — O prawie hydromechanicznego podobieństwa.
Inż. Kazimierz Bajer — Wody przypadkowe w kanalizacji fekalnej.

Dr Józef Rynarzewski — Odżelazianie i odmanganianie wody na doświadczalnym filtrze pośpiesznym w Poznaniu.
Wiadomości bieżące.
Z życia Organizacji.
Usprawnienia i racjonalizacja.
Wiadomości praktyczne.
Z prasy zagranicznej.
Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej.

СОДЕРЖАНИЕ

Т. Павликовский, мгр М. Пётрович, Л. Мультаржински — Исследования по исправности газотепловой кухни.
Мгр инж. В. Блащик — Дождевые стоки в канализационной сети.
Инж. А. Т. Тросколянский — К закону гидромеханического подобия.
Инж. К. Баер — Инфильтрационные воды в фекальной канализации.

Др Ю. Рынаржевски — Удаление железа и марганца из воды на экспериментальном скоростном фильтре в г. Познань.
Текущие ведомости.
Организационная жизнь.
Усовершенствования и рационализация.
Практические сведения.
Из зарубежной печати.
Бюллетень Института Коммунального Хозяйства.

SOMMAIRE

T. Pawlikowski, Mgr M. Piotrowicz et L. Multarzyński — „Étude du rendement thermique de la cuisine à gaz“.
Mgr Ing. W. Błaszczuk — „Les confluent de pluie en réseau de canalisation“.
Ing. A. T. Troskoleński — „La loi de la similarité hydro-mécanique“.
Ing. K. Bajer — „Eaux accidentelles en canalisation fécale“.

Dr J. Rynarzewski — „Enlèvement du fer et du manganèse de l'eau sur un filtre rapide expérimental en Posen“.
Nouvelles courantes.
Activité de l'Association.
Améliorations et rationalisation.
Nouvelles pratiques.
Presse étrangère.
Bulletin de l'Institut de l'Administration Communale.

IN THIS ISSUE

T. Pawlikowski, M. Piotrowicz, Mgr, and L. Multarzyński — „Testing thermal efficiency of gas kitchen“.
W. Błaszczuk, Mgr Eng. — „Rain influx in canalisation piping“.
A. T. Troskoleński, Eng. — „The law of hydro-mechanical similarity“.
K. Bajer, Eng. — „Casual waters in faeces canalisation“.

J. Rynarzewski, Dr. — „Removing iron and manganese from water on experimental rapid filter in Posen“.
Current news.
The activity of the Association.
Amelioration and rationalisation.
Practical news.
Foreign press.
Bulletin of the Institute of Communal Administration

Redakcja i Administracja: Warszawa, ul. Czackiego 3/5. Tel. 67.461 wewn. 90.

Prenumerata: Półrocznie 36 zł. Kwartalnie 18 zł. Numer pojedynczy 6 zł.
Prenumeratę przyjmują listonosze i urzędy pocztowe.

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego. Zam. 4113/C z dn. 27.7.54 r. Podpisano do druku dn. 27.8.54 r.
Druk ukończono 31.8.54 r. Nakład 3750. Ark. wyd. 6,5. Format A4. Ark. druk. 2. Pap. V kl. druk. sat. 5-B-14361

GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą C Z N I K
O R G A N

STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
SANITARNYCH, OGRZEWNICTWA, GAZOWNICTWA I TERENÓW ZIELONYCH

Nr 9

WRZESIEŃ — 1954

ROK XXVIII

DZIESIĘCIOLECIE SPEŁNIONYCH PRZYRZECZEŃ



Minęły uroczystości związane z obchodami dziesięciolecia odrodzenia Polski i powstania władzy ludowej. Cały naród polski od Odry do Bugu, od Bałtyku do Tatr obchodził radośnie to święto, święto wyzwolenia się ludu pracującego spod jarzma kapitalizmu, święto spełnionych przyrzeczeń władzy ludowej.

Minione dziesięciolecie można nazwać dziesięcioleciem zwycięstw władzy ludowej. W tym okresie czasu naród polski włączył się do czołowego oddziału postępu ogólnoludzkiego, włączył się do zespołu przodujących narodów torujących ludzkości nowe drogi, których celem jest zlikwidowanie na zawsze wyzysku człowieka przez człowieka.

Do istotnych osiągnięć ubiegłego okresu czasu należy to, że nasza rewolucja ludowa utrwaliła nowy ustrój społeczno-polityczny, ustrój demokracji ludowej, że przez wywłaszczenie obszarników i kapitalistów przeobraziła od podstaw ekonomikę naszego kraju i skierowała go na nowe tory. Na naszych oczach wyrosły w ciągu minionego dziesięciolecia nowe fabryki i kombinaty, nowe miasta, domy itd. Stworzono zupełnie nowe gałęzie produkcji, nie znane dotąd u nas. W wyniku tych osiągnięć produkcja naszego przemysłu wzrosła 4-krotnie w stosunku do produkcji przedwojennej.

Rewolucja ludowa opierając się na braterskim sojuszu robotników i chłopów pod kierownictwem klasy robotniczej oddała chłopstwu pracującemu przeszło 6 milionów ha gruntów wraz z zabudowaniami i inwentarzem. Przestał zatem istnieć w Polsce „głód ziemi”, tak charakterystyczny u nas w okresie rządów kapitalistycznych, a uprzemysłowienie kraju stworzyło chłopstwu pracującemu możliwości wkroczenia na tory nowej, zmechanizowanej gospodarki rolnej. 9 tysięcy zorganizowanych już spółdzielni produkcyjnych i ich poważne osiągnięcia w porównaniu z gospodarstwami indywidualnymi świadczą o poważnym kroku naprzód w dziedzinie podniesienia na właściwy poziom rolnictwa.

Doniosłe przemiany w naszym życiu społeczno-politycznym i gospodarczym zaktywizowały miliony robotników, chłopów oraz szerokie rzesze naszej inteligencji. Ogromnie wzrosły szeregi nowatorów i racjonalizatorów oraz rozbudzone i rozwinięte zostały utajone w masach ludowych talenty i uzdolnienia. Nasza młodzież, otoczona przez władzę ludową szczególną opieką, znalazła się na nowych drogach, otwierających jej szerokie perspektywy w podniesieniu swoich kwalifikacji przez dostęp do bardzo poważnie rozbudowanego szkolnictwa zawodowego, średniego i wyższego. To zaktywizowanie mas w chęci budowania nowego życia w naszym kraju jest niewątpliwym osiągnięciem naszego Państwa Ludowego.

Jeśli mówimy o osiągnięciach Polski Ludowej w ostatnim dziesięcioleciu to zaliczyć do nich należy fakt zjednoczenia polskiego ruchu robotniczego po dziesiątkach lat jego rozbicia. Zjednoczenie ruchu robotniczego wzmocniło potężnie jedność naszego narodu i przyczyniło się w ogromnej mierze do tych osiągnięć, których jesteśmy świadkami.

W okresie minionych dziesięciu lat naród nasz stał się narodem prawdziwie wolnym. Nie uciskamy bratnich narodów: Ukraińców, Białorusinów i Litwinów. Przeciwnie, nigdy naród polski nie miał tylu przyjaciół co obecnie. Zawarty między Polską i ZSRR w roku 1945 sojusz był historycznym zwrotem w stosunkach między obu krajami. Wielki ten sojusz stał się podstawą naszej niepodległości, a braterska, bezinteresowna pomoc jaką otrzymujemy stała się dźwignią wzrostu sił naszego państwa we wszystkich dziedzinach naszego budownictwa socjalistycznego.

W stosunkach międzynarodowych wzrosła niepomniernie rola i autorytet Polski. Stojąc w szeregach wielkiego obozu państw pokojowych — państwo nasze stało się ważnym ogniwem tego obozu. Jest to niewątpliwie wielka i nieoceniona nasza zdobycz, będąca rękojmą naszej siły i niezawisłości.

* * *

Minione dziesięciolecie spełniło nadzieje najszerzych mas naszego kraju. Nie bez dumy możemy powiedzieć, że było to dziesięciolecie **spełnionych** przyrzeczeń, przyrzeczeń, w których realizowaniu ponosiliśmy wspólny trud, przyrzeczeń, które stały się piękną i urzekającą rzeczywistością.

Każde jednak spojrzenie wstecz, każde analizowanie przeszłości winno być dla nas nie tylko bilansowaniem i podsumowywaniem osiągnięć — ale równocześnie podniętą i zachętą w dalszym zjednoczeniu się do pracy w umacnianiu i budowie naszego Państwa Ludowego. Towarzysz Bolesław Bierut na uroczystej akademii w Warszawie w dniu 21 lipca br., mówiąc o osiągnięciach ostatniego dziesięciolecia — powiedział:

„Towarzysze. Obywatele. Młodzi patrioci. Kobiety polskie. Piękna, urodzajna, bogata jest nasza umiłowana Ziemia Ojczyzna. Zdolnym, pracowitym i gorąco kochającym kraj jest nasz naród polski. Jest w nim talentów nieprzebrana moc, ale najwięcej jest pięknych, szlachetnych uczuć i ofiarnych, oddanych bezgranicznie swej Ojczyźnie serc w naszym narodzie. Jest to największe bogactwo naszego narodu i potężna siła zdolna czynić cuda, cuda upiększania i wzbogacania życia ludzi i pomnażania sił naszego państwa ludowego.

Świętując radośnie naszą wspaniałą 10 rocznicę Odrodzenia narodu — przyjmijmy na siebie wszyscy wspólnie zaszczytne zobowiązanie: zjednoczmy się jeszcze mocniej w pracy nad wykonaniem zadań, które stawia przed nami nasza Partia, nasze Państwo Ludowe, nasza Ojczyzna“.

To zobowiązanie jest naszym zaszczytnym zobowiązaniem w realizowaniu którego winni się znaleźć wszyscy gazownicy, wodociągowcy i technicy sanitarni. Pracujmy usilnie nad realizacją uchwał IX Plenum i II Zjazdu Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej w zakresie podniesienia stanu sanitarnego miast i wsi a tym samym w podniesieniu higieny życia najszerzych mas pracujących POLSKI LUDOWEJ.

TADEUSZ PAWLIKOWSKI, mgr MARIA PIOTROWICZ,
LEON MULTARZYŃSKI
Centralne Laboratorium Gazownictwa

Badanie sprawności cieplnej kuchni gazowej

Zagadnienie racjonalnego używania paliwa gazowego, z punktu widzenia dobra gospodarki krajowej i zdrowia konsumentów gazu, jest obecnie przedmiotem naszych badań.

Wskaźnikiem miary wyników naszej pracy w obu wymienionych kierunkach są różnice sprawności termicznej i skład spalin, otrzymane w doświadczeniach ze sprzętem gazowogrzewczym w różnych warunkach pomiaru. Głównie zwrócono uwagę na zależność sprawności cieplnej od jakości gazu i jego nadciśnienia, wielkości otworu dyszy palnika oraz od zawartości tlenu węgla w spalinach.

Część I

Wzrost produkcji gazu przemysłowego z równoczesnym powiększeniem zasobów oraz dalszymi poszukiwaniami coraz nowszych źródeł gazu ziemnego doprowadza do rozszerzenia sieci gazowych i ilości odbiorców tak cennego i wygodnego materiału palnego, jakim jest paliwo gazowe. Rozprowadzany gaz o różnej wartości opałowej i ciśnieniu w przewodach dostaje się do różnego sprzętu grzewczego, obsługiwanego przez różnych ludzi. Te wielkie zróżnicowania powodują często anormalne działanie sprzętu gazowego domowego użytku oraz nieekonomiczne wykorzystanie paliwa. Palniki gazowe powinny być ściśle dostosowane do własności palnych spalanych gazu.

Miernikiem dobrej pracy palnika, a raczej całej kucharki gazowej jest jej wysoka sprawność termiczna (określana przez stosunek ilości ciepła wykorzystanego do ilości ciepła zużytego, przedstawiony w procentach)¹⁾.

Pomiar średniej sprawności cieplnej pojedynczego palnika gazowego polega praktycznie na ogrzewaniu stosownej ilości wody 2,0–9,4 litra w aluminiowych naczyniach o średnicy 18–30 cm, przy temperaturze około 20–90° C (niektórzy stosują w pomiarach krańcową temperaturę 95° C, ze względu jednak na wysokie położenie Krakowa, a co za tym idzie niskie średnie ciśnienie barometryczne, uznaliśmy za wskazane obniżyć szczytową temperaturę do 90° C).

Przedmiotem naszych badań była kuchnia gazowa 3-palnikowa z piekarnikiem, produkcji krajowej. W czasie porównawczego sprawdzianu sprawności termicznej dla 3 palników w jednakowych warunkach okazały się różnice dochodzące do 5%, przy czym najwyższą sprawność posiadał środkowy palnik, najdłuższy. Z tego też powodu przeprowadziliśmy na nim wszystkie pomiary.

W doświadczeniach naszych, mających za zadanie wykazanie błędów w konstrukcji i działaniu palników oraz ustalenie ich źródła przez praktyczne porównanie wyników, użyliśmy jednego naczynia aluminiowego pojemności 2,2 litra, o grubości blachy 2 mm, średnicy podstawy 18 cm i wysokości 8,5 cm. Powierzchnia naczynia posiadała 735 cm², boczne ściany 480 cm², tj. stosunek wielkości powierzchni jak

$$1) \eta = \frac{W \cdot 100}{O} = \frac{Q (t_2 - t_1)}{W_d \cdot I} \cdot 100$$

$$W = \frac{Q (t_2 - t_1)}{\tau} \text{ kcal/min}$$

$$O = \frac{I \cdot W_d}{\tau} \text{ kcal/min}$$

η = sprawność termiczna

W = wydajność cieplna

O = obciążenie palnika

Q = ilość ogrzanej wody w litrach

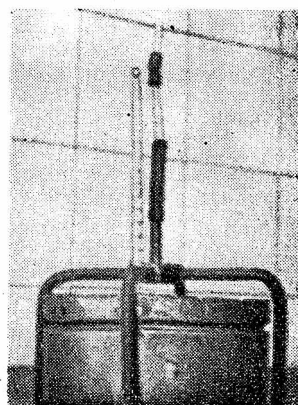
$t_2 - t_1$ = różnica temperatur ogrzanej wody w °C

τ = czas pomiaru w minutach

I = ilość zużytego do spalania gazu w Nm³

W_d = wartość opałowa gazu

3:2. Stałą zawartością naczynia była woda w objętości 1 litra. Spaliny pobieraliśmy za pomocą skonstruowanego do tego celu przyrządu (rys. 1) składającego się z 4 równo rozstawionych rurek średnicy 10 mm, sięgających od dołu do dna naczynia, u góry zaś schodzących się w jedną rurkę połączoną ze szklaną pipetą do pobierania prób gazu. Próby zastosowania daszku blaszanego przylegającego do boku naczynia, połączonego kilkoma ramionami z pipetą próbobiorczą nie dały rezultatu, gdyż sztuczny okap hamował przepływ spalin i świeżego powietrza potrzebnego do zupełnego spalania gazu, co potwierdzone zostało odpowiednią analizą spalin, wykazującą duże ilości tlenu węgla. Pomiar ciepła spalania i wartości opałowej gazu palnego przeprowadzano za pomocą laboratoryjnego kalorymetru typu Junkersa lub podręcznego kalorymetru systemu Strache-Kling-Löfflera.

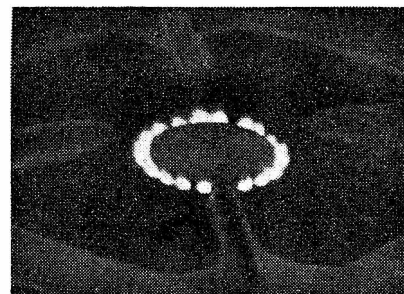


Rys. 1. Przyrząd do pobierania prób spalin z naczyniem pomiarowym dla sprawności cieplnej.

Analizę gazu palnego wykonywano na podstawowym aparacie typu Orsata, analizy spalin na aparacie typu Wilhelmiego, oznaczanie zaś zawartości CO w spalinach metodą kolorymetryczną przy pomocy roztworu chlorku palladawego.

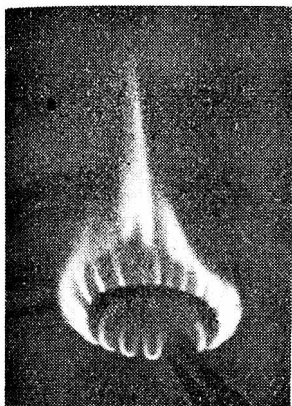
Wielkość sprawności cieplnej wskazuje czy funkcjonowanie palnika, względnie całej kucharki, jest dobre, czy też są jakieś wady, które trzeba odnaleźć i natychmiast usunąć. Na ogół można to już było zauważyć z wyglądu płomienia. Płomień niebieskawy, ustalony, o niedługich, równych i równomiernie rozstawionych językach (rys. 2) świadczył o normalnym, intensywnym spalaniu; płomień żółty, świecący, z językami chwiejnymi zwróconymi ku środkowi, a czasem stykającymi się, przypominającymi kształt cebuli (rys. 3), wskazuje na niezupełne, tj. anormalne spalanie. Podczas takiego spalania w pobliżu kuchenek gazowych daje się odczuć charakterystyczna, ostra, pobudzająca łzawienie woń aldehydu mrówkowego (produkt rozpadu metanu), a w powietrzu widać unoszącą się (lub osiadłą na ogrzewanym naczyniu) czarną sadzę. Produktem niezupełnego spalania jest również trujący tlenek węgla, bezwonny i niewidoczny.

Przy średnim obciążeniu kucharki nie powinno być więcej niż 0,1% obj. CO przeliczonych na suchy gaz ze współ-



Rys. 2. Płomień gazu węglowego o nadciśnieniu 60 mm stupa wody, nad palnikiem z dyszą średnicy otworu 1,9 mm.

czynnikiem nadmiaru powietrza równym 1²). (Spotyka się także ogólne określenie CO przez wyrażenie CO/CO₂ nie przekraczające 0,01). Przy nominalnym obciążeniu powinno jed-



Rys. 3. Płomień gazu ziemnego o nadciśnieniu 60 mm słupa wody, nad palnikiem z dyszą o średnicy otworu 1,9 mm.

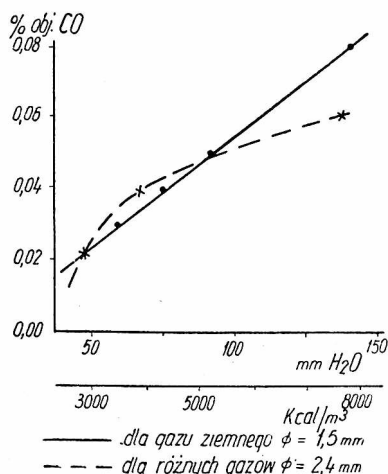
nak nastąpić zupełne spalanie gazu, dając w spalinach CO₂, parę wodną i azot.

Na podstawie naszych badań stwierdzono, że ilość tlenu węgla w produktach spalania wzrasta z nadciśnieniem gazu przed palnikiem, a także ustalono zależność zawartości CO w suchych spalinach przy $\lambda = 1$ od wartości opałowej gazu (rys. 4). Dla przykładu podajemy wynik analizy spalin na zawartość CO dla gazu ziemnego, znanego powszechnie z trudnego spalania.

Jeżeli już mówimy o tlenku węgla, tzn. o higienie i zdrowotności mieszkańców korzystających ze sprzętu gazowego grzewczego, to należy uzupełnić, że przeciętna objętość kuchni winna być 10 razy większa od nominalnego zużycia gazu w m³/godz. Na jeden palnik powinno przypadać mniej więcej 5 m³ przestrzeni, co jest ważne zarówno ze względu na suche składniki spalin, jak i wydzieloną parę wodną.

Wiadomo, że tlenek węgla i wodór, będące składnikami gazu, są łatwopalne, gdyż posiadają małe zapotrzebowanie tlenu, znaczną szybkość zapłonu i łatwe mieszanie się z powietrzem. Inny składnik paliwa, np. metan, zaliczany jest do trudnopalnych gazów z powodu dużego zapotrzebowania tlenu, niskiej granicy wybuchowości mieszanki, małej szybkości zapłonu i powolnego mieszania z powietrzem. Gazy o dużej wartości opałowej posiadają na ogół gorszą zdolność spalania od gazów o mniejszej wartości opałowej.

Spaliny pobierane nad palnikiem w jednakowych warunkach za pomocą odpowiedniego przyrządu (porównaj rys. 1) na podstawie analizy wykazały zmienne ilości tlenu, dwutlenku i tlenku węgla w zależności od rodzaju gazu, jego nadciśnienia i średnicy otworu dyszy.



Rys. 4. Zależność zawartości tlenu węgla w spalinach od nadciśnienia gazu i jego wartości opałowej.

²) $\lambda = \frac{N}{N - 4 \cdot O}$, gdzie O oznacza % tlenu w gazach spalinyowych N — % azotu

Rys. 5 przedstawia układ graficzny krzywych zawartości O₂, CO₂ i CO w spalinach gazu ziemnego o nadciśnieniu około 60 mm słupa wody, na ogół wzrastających z powiększeniem otworu dyszy, tj. z ilością spalanego gazu. Rozcieńczenie gazu w próbkach było duże, gdyż rurkami próbnymi pobieraliśmy mieszaninę na krańcach dna naczyń aluminiowych, gdzie np. CO₂ wynosił 3% zamiast maks. teoretycznej 11% CO₂, wynikłego z całkowitego spalania gazu ziemnego.

W doświadczeniach posługiwaliśmy się gazem miejskim, ziemnym i węglowym (otrzymanym w komorach o ruchu ciągłym) o przeciętnym składzie, jak podano w tabl. 1.

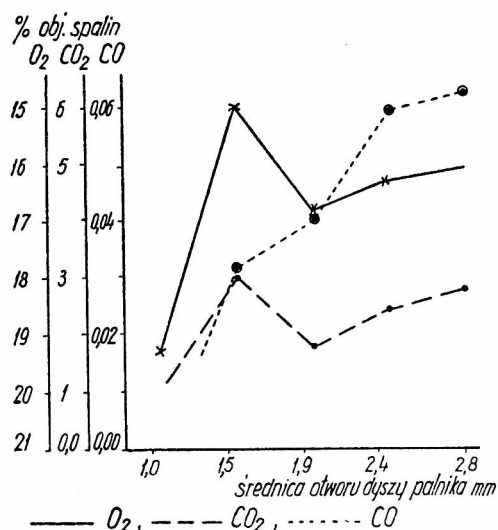
Najlepsze i maksymalne kinetyczne nadciśnienie gazu w czasie spalania nad palnikiem zależne jest od składu gazu, jego właściwości chemicznych i fizycznych oraz ilości dostarczanego pierwotnego powietrza. Dla gazu miejskiego, którego wartość opałowa wynosi blisko 4000 kcal/Nm³ najodpowiedniejsze jest ciśnienie 40—60 mm słupa wody, przy którym na 1 Nm³ gazu winno być zasysane 2—2,5 m³ powie-

Tablica 1

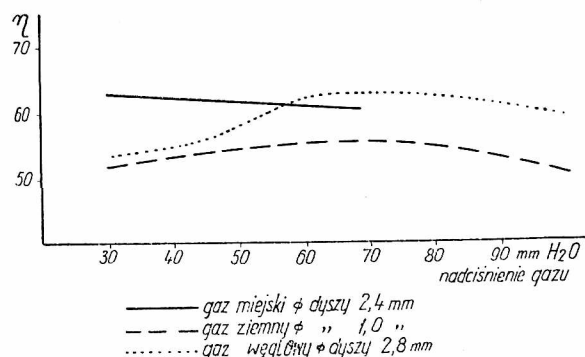
Rodzaj gazu		miejski	ziemny	węglowy
Składniki gazowe w % obj.	CO ₂	3,8	0,5	4,6
	O ₂	4,1	1,0	0,6
	CO	9,0	—	16,8
	C _n H _m	1,0	—	1,0
	H ₂	21,3	—	35,0
	CH ₄	32,8	92,0	17,0
	C ₂ H ₆	—	0,5	—
	C ₃ H ₈	—	0,3	—
	N ₂	28,0	5,7	25,0
Wartość opałowa kcal/Nm ³		3800	7900	3180
Ciepło spalania kcal/Nm ³		4100	8800	3450

trza. Natomiast dla gazu o wartości opałowej około 8000 kcal/Nm³, odpowiadającej właśnie gazowi ziemnemu, winno stosować się nadciśnienie 70—100 mm słupa wody z zassaniem 4—4,5 m³ powietrza na 1 Nm³ gazu (rys. 6, 7, 8, 9 i 10).

Z rysunku ósmego można odczytać sprawność cieplną uzyskaną dla gazu miejskiego z oryginalną dyszą ϕ 1,9 mm, przy różnym ciśnieniu gazu oraz wszystkie inne wielkości jak: obciążenie, wydajność, ilość zużytego gazu i czas nagrzewania wody.



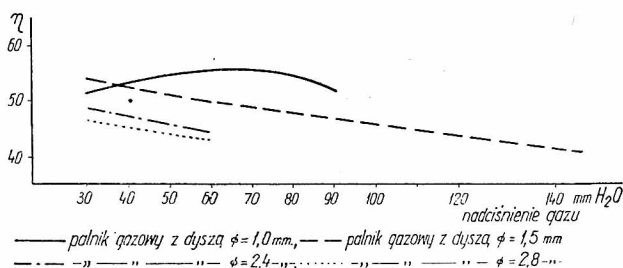
Rys. 5. Wyniki analiz spalin gazu ziemnego przy nadciśnieniu 60 mm słupa wody w zależności od średnicy dyszy palnika.



Rys. 6. Porównanie optymalnej sprawności termicznej z nadciśnieniem gazu miejskiego, ziemnego i węglowego przy zastosowaniu zmiennej dyszy.

Największe zasadnicze znaczenie w palnikach gazowych przy zasysaniu pierwotnego powietrza, oprócz nadciśnienia gazu, posiada średnica otworu dyszy. Wymiar dyszy stosowany w palnikach kuchenek gazowych wynosi przeciętnie 1–3 mm, przy czym gaz o znacznej wartości opałowej, np. gaz ziemny, wymaga dyszy o średnicy 1 mm, gaz miejski — dyszy o średnicy ok. 2 mm, zaś gaz węglowy o wartości opałowej około 3 000 kcal/Nm³ winien posiadać dyszę o świetle blisko 3 mm.

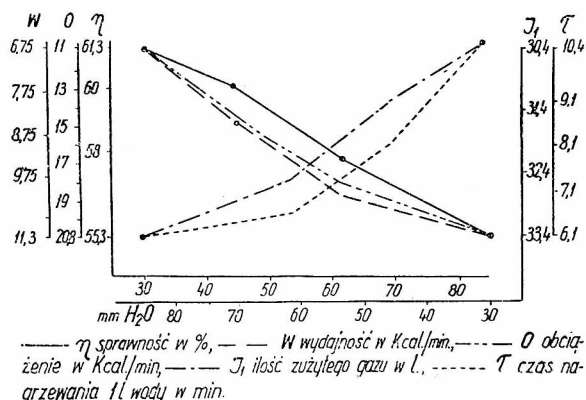
Z zebranych wyników uzależniających wielkość dyszy wykreślono funkcje przedstawione na rys. 5, 6, 7 i 11. Najciekawszy z nich jest ostatni, wskazujący jaką należy zastosować dyszę dla gazu miejskiego, ziemnego i węglowego o sta-



Rys. 7. Zależność sprawności cieplnej palnika ze zmienną dyszą od nadciśnienia gazu przy użyciu gazu ziemnego.

łym nadciśnieniu około 50 mm słupa wody, by otrzymać najwyższą sprawność termiczną.

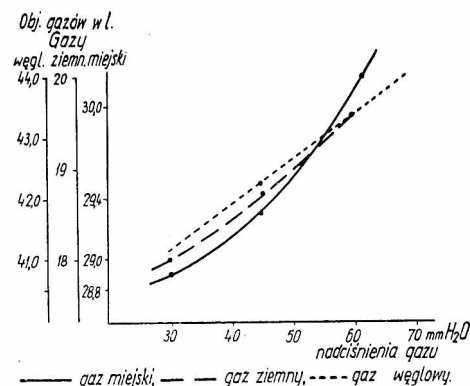
Niektóre gazy, jak już poprzednio wspominaliśmy, wymagają większej ilości powietrza starannie wymieszanego. W tym celu odpowiednio konstruuje się dyszę, dobiera wielkość inżektora, przekrój i długość dyfuzora (mieszalnika), koronę palnika i ustala odległość czapki palnika od dna ogrzewanego naczynia.



Rys. 8. Zależność sprawności cieplnej palnika z dyszą oryginalną na gaz miejski, ilości zużytego gazu, obciążenia, wydajności i czasu nagrzewania jednego litra wody, od nadciśnienia gazu.

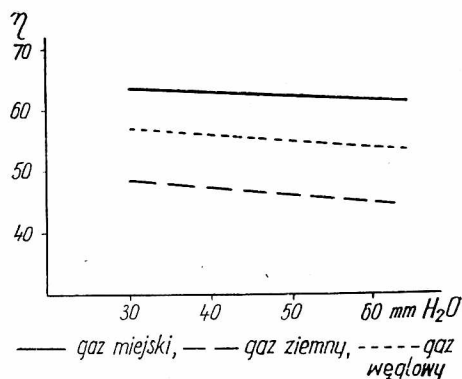
Dysza w kształcie ostrego stożka odpowiednio umieszczona w inżektorze będzie zdolna zassać potrzebną ilość powietrza, a tym samym pracować wydajnie. Szeroki zaś daszek inżektora z dużym gardłem dyfuzora pozwala wprowadzić znaczne ilości powietrza. W długim dyfuzorze miesza się dokładnie gaz z powietrzem i dalej przepływa ku wylotowi, gdzie zapalony wyzwała energię cieplną.

Dla gazów trudnopalnych korona płomienia winna mieć dużo drobnych języków w celu wtórnego, swobodnego zetknięcia się płomienia z powietrzem dla kompletnego spalania gazów. Z zagadnieniem tym łączy się kwestia odległości czapki głowicy palnika od dna ogrzewanego naczynia. Przy małej odległości płomień palnika nakryty naczyniem po prostu dusi się, ponieważ wewnętrzne ściany języków płomienia nie posiadają styku ze świeżym powietrzem, tak samo jak ich końcówki zawierające resztę gazu palnego i wol-



Rys. 9. Zależność zużycia gazu miejskiego, ziemnego i węglowego w palniku o dyszy 2,4 mm, od nadciśnienia gazu.

ny węgiel. Naczynie kuchenne do gotowania powinno być tak ułożone, by wewnętrzny stożek płomienia nie dotykał dna naczynia. Odległość czapki palnika od dna naczynia przy ciśnieniu gazu około 50 mm słupa wody, o wartości opałowej 4 000 kcal/Nm³, w zależności od rodzaju, długości i rozprzestrzenienia się języków płomienia wynosić powinna 12–17 mm. Przy ciśnieniu ok. 70 mm H₂O (odpowiednim dla gazu ziemnego) odległość ta winna mieć ok. 20 mm. Potwierdza to rysunek 12 i 13, gdzie długość języków płomienia palnika nie jest jednakowa, chociaż posiadają w tych warunkach



Rys. 10. Zależność sprawności cieplnej od nadciśnienia gazu miejskiego, ziemnego i węglowego, przy zastosowaniu dyszy średnicy 2,4 mm.

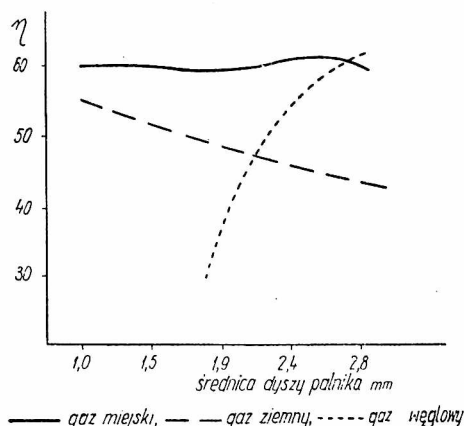
różną, lecz dla siebie maksymalną sprawność termiczną (porównaj rys. 6).

Wraz z określeniem sprawności cieplnej jako miernika działania palnika należy zwrócić uwagę na czas ogrzewania. Może się bowiem zdarzyć, że wysoką sprawność uzyska się w czasie ogrzewania np. 1 litra wody przez 1/2 godziny, zamiast przeciętnie 6–7 minut. Tak długi okres ogrzewania ujemnie świadczy o pracy kuchenki, mimo wysokiej sprawności cieplnej (rys. 14).

Nieziemiennie ważną rolę w oszczędnym wykorzystaniu gazu odgrywa osoba obsługująca daną kuchnię. Powinna ona zwrócić uwagę na:

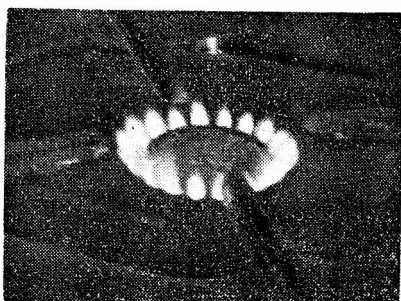
Tablica 2

R o d z a j g a z u	Średnica otworu dyszy	Kinet. nadciśnię- cie gazu	Czas po- trzebny do ogrzaenia 1 litra wody	Wartość opałowa gazu	Ilość zużytego gazu	Obciążenie	Wydażność	Sprawność
	mm	mm H ₂ O	min.	kcal/Nm ³	Nlitr	kcal/min.	kcal/min.	%
gaz miejski	2,4	30	9,8	3853	28,9	11,38	7,15	63,0
gaz ziemny	1,0	60	10,4	7924	16,1	12,30	6,81	55,5
gaz węglowy	2,8	60	11,0	3157	35,9	10,30	6,40	62,1

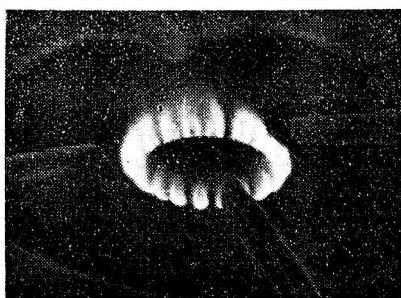


Rys. 11. Zależność sprawności cieplnej od średnicy dyszy palnika dla gazów miejskiego, ziemnego i węglowego przy nadciśnieniu około 50 mm słupa wody.

- 1) odpowiednie regulowanie pracy palnika,
- 2) równe nałożenie naczynia na kuchenkę, by palnik znajdował się w środku naczynia,
- 3) równoległe położenie palnika w stosunku do dna naczynia celem utrzymania równomiernego działania płomienia,
- 4) stosowanie nakrytych naczyń o odpowiednio dużym dnie i wysokości 0,8 w stosunku do średnicy dna, co zapewni wykorzystanie ciepła płomienia i spalin, jak to wykazuje rys. 15,



Rys. 12. Płomień gazu węglowego o nadciśnieniu 60 mm słupa wody nad palnikiem z dyszą o średnicy otworu 2,8 mm.



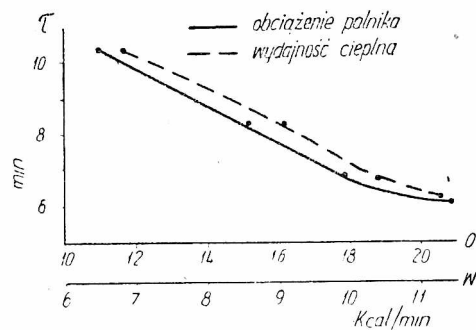
Rys. 13. Płomień gazu ziemnego o nadciśnieniu 60 mm słupa wody nad palnikiem z dyszą o średnicy otworu 1,0 mm.

5) napełnianie naczyń nie mniej niż 30% ich całkowitej objętości.

Dla przykładu podajemy wyniki jednej z ankiet sposobu gotowania obiadu (zaczepnięte z literatury radzieckiej) uświadczniające wyraźnie różnice zużycia gazu. W jednakowych warunkach gotowało obiad 40 gospodyń. Największe zużycie gazu wynosiło 618 litrów, najmniejsze 350, średnie zaś 458 litrów. Z obliczeń wynika, że gospodynie zużyły ogólnie 30% gazu ponad miarę (biorąc pod uwagę najmniejsze zużycie gazu), niektóre z nich nawet 75%.

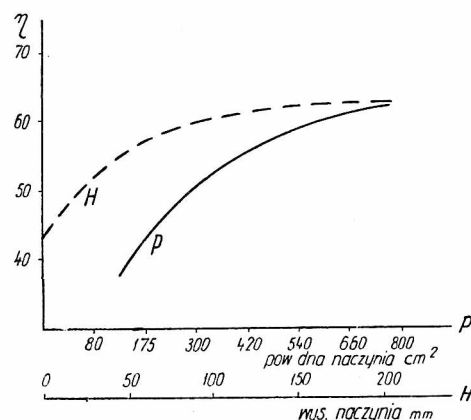
Reasumując ważniejsze wyniki niniejszej pracy, stwierdzamy:

1) najwyższą sprawność cieplną dla gazu miejskiego, ziemnego i węglowego otrzymaliśmy w warunkach, jakie podaje tablica 2:



Rys. 14. Zależność czasu nagrzewania 1 litra wody palnikiem z dyszą 1,9 mm, przy wzrastającym nadciśnieniu gazu miejskiego, od obciążenia i wydajności cieplnej palnika.

- a) Jak wynika z tablicy 2 główną rolę dla wydajności ciepła różnych gazów odgrywa średnica otworu dyszy palnika. Z tego wnioskuje, że dla każdego rodzaju gazu powinno się stosować odpowiednią dyszę palnika lub regulować prześwit jego otworu,
- b) Również znaczny wpływ na wielkość sprawności cieplnej posiada nadciśnienie w przewodach gazowych,

Rys. 15. Zależność sprawności cieplnej palnika od powierzchni dna i wysokości naczynia ($d = 225$ mm).

c) Rentowność gazu ziemnego przewyższa o 100% pozostałe gazy, gdyż cena za 1 m³ jest w handlu jednakowa dla wszystkich gazów bez względu na ich wartość cieplną (porównaj rys. 9).

2) Przez zastosowanie dyszy z otworem o średnicy 2,4 mm otrzymaliśmy lepsze wyniki sprawności cieplnej niż z oryginalną dyszą, tj. 1,9 mm.

3) Należy zwrócić uwagę na konstrukcję i wykończenie techniczne palników i całych kuchen gazowych, gdyż palniki

jednej kuchni (nie mówiąc już o porównaniu większej ilości) posiadają różną sprawność cieplną.

4) Do gotowania należy posługiwać się odpowiednio „wydajnymi” naczyniami, należyce ustawianymi nad palnikami gazowymi.

5) Należy dbać o świeżość i czystą atmosferę kuchni, wolną przede wszystkim od tlenku węgla, która zależeć będzie w dużej mierze od umiejętnego i prawidłowego obchodzenia się z domowym sprzętem grzewczym gazowym przez użytkownika.

Mgr inż. WACŁAW BŁASZCZYK
Katedra Wodociągów i Kanalizacji
Politechniki Warszawskiej

Spyły deszczowe w sieci kanalizacyjnej

(wytyczne do normatywu)

1. Ogólny wzór do liczenia przepływów w sieci

Zagadnienie spływów deszczowych w sieci kanalizacyjnej sprowadza się do ustalenia:

- a) deszczu miarodajnego i jego natężenia (dla określenia, ile deszczu spadnie na zlewnię, odpowiadającą rozpatrywanemu przekrojowi na sieci),
- b) współczynnika spływu (dla określenia ile deszczu spłynie do sieci kanalizacyjnej),
- c) maksymalnego przepływu w przekroju kanałowym (dla zwymiarowania przekroju) przez określenie współczynnika redukującego spływ, nazywanego często współczynnikiem opóźnienia. Wzór dla obliczenia często maksymalnego przepływu przedstawia się następująco:

$$Q = q \cdot F \cdot \psi \cdot \varphi \quad \text{l/sec}$$

gdzie:

- q — jest to natężenie deszczu miarodajnego, mierzone w l/sec ha,
F — zlewnia w ha,
ψ — współczynnik spływu,
φ — współczynnik redukujący przepływ (współczynnik opóźnienia).

Wielkości, występujące we wzorze, zawsze przyjmujemy z większą lub mniejszą dokładnością — wynik więc obliczony będzie zawsze z pewnym przybliżeniem. O ścisłym liczeniu sieci kanałowej nigdy nie może być mowy.

Założenia poczynione w czasie sporządzania projektu sieci kanałowej (szczególnie, jeśli chodzi o zlewnię i współczynniki spływu) rzadko kiedy będą spełnione, a z drugiej strony wyniki obliczeń nie zawsze mogą być sprawdzone. Żaden z projektantów nie osiągnął tego, aby praktycznie przekonać się o słuszności swoich założeń, bo, albo zaprojektowana sieć kanałowa nie została jeszcze wybudowana w pełnym zakresie, albo zlewnia nie została zabudowana całkowicie, albo deszcz miarodajny jeszcze się nie zdarzył. Sprawdzili swoje błędy tylko ci, co „swoją kanalizację” zaprojektowali zbyt skąpo.

O tym wszystkim należy pamiętać przy dalszych rozważaniach.

2. Natężenie deszczu

Każdy deszcz charakteryzuje się:

- a) czasem trwania — (t min),
- b) wysokością opadu — (h mm),
- c) natężeniem — ($J = \frac{h}{t}$ mm/min lub $q = 166,7 \cdot J$ l/sec ha),
- d) prawdopodobieństwem pojawiania się wyrażonym w % — (p %),
- e) zasięgiem — (F km²).

Natężenie deszczu jest w zależności funkcyjnej od czasu trwania, od prawdopodobieństwa występowania, od zasięgu deszczu:

$$J = f(t, p, F).$$

Najmniej zbadana jest zależność między natężeniem i zasięgiem deszczu, dlatego często jest pomijana i zagadnienie sprowadza się do ustalenia związku:

$$J = f(t, p).$$

Związek między natężeniem, czasem trwania i prawdopodobieństwem ustalany jest najczęściej w postaci krzywych $J = f(t)$ dla różnych p, rzadziej w postaci krzywych $J = f(p)$ dla różnych czasów trwania t (patrz wzory podane dla Warszawy przez prof. Pomianowskiego). Ustalenie omawianych związków oparte musi być na odpowiednim opracowaniu obserwacji ombrometrycznych.

Dotychczasowe, stosowane i proponowane wzory dla liczenia sieci kanalizacyjnej wyprowadzono na podstawie ciągu obserwacji warszawskich z okresu 1837 — 1925 r., ogłoszonych w literaturze fachowej.

Na tym ciągu oparto również dalsze rozpatrywania.

Przy opracowaniu obserwacji stosowano najczęściej starą metodę Lindley'a. Na wykresie $f(J, t)$ zazwyczaj w podziałce logarytmicznej każdy deszcz wyznaczano punktem. Dla danego prawdopodobieństwa określano z przyjętego okresu obserwacyjnego, ile należy pozostawić nad krzywą punktów — deszczów; pochylenie i przebieg krzywej przyjmowano w dużej mierze dowolnie, zazwyczaj z góry ustalając jej równanie

$$\text{np. w postaci } q = \frac{A}{t^n}.$$

Chcąc uniknąć błędów przy ocenie wysokości położenia punktów, możemy dla każdego punktu (deszczu) określić równanie krzywej. Równania te różnić się będą tylko wielkościami liczników A. Segregując w zestawieniu deszcze wg wielkości liczników i odliczając odpowiednią ilość punktów, oznaczmy jednoznacznie równanie krzywej dla obranego prawdopodobieństwa i jej położenie na wykresie (patrz tabl. 1).

Ten sposób określania krzywych dla różnych prawdopodobieństw według z góry założonego przebiegu (równanie krzywej) prowadzi do przyjmowania nadmiernych natężeń dla poszczególnych czasów trwania deszczów — szczególnie dla czasów większych. Wyliczone natężenia nie odpowiadają przyjętym prawdopodobieństwom, gdyż w poszczególnych przekrojach czasowych nad ustaloną krzywą nie znajdziemy dostatecznej liczby deszczów.

Dla określenia właściwego przebiegu krzywych, charakteryzujących związek między natężeniem, czasem trwania deszczu i prawdopodobieństwem, w wypadku gdy nie rozporządzamy pluwiogramami można zastosować następujący sposób segregacji i uszeregowania deszczów:

Na wykresie każdy deszcz przedstawiono nie punktem, ale odcinkiem równoległym do osi odciętej, o długości równej czasowi trwania deszczu i o natężeniu średnim dla każdego deszczu i dla całego czasu. Celem wyszukania miarodajnych natężeń dla poszczególnych prawdopodobieństw w każdym pionie czasowym wyeliminowano odpowiednią ilość natężeń wyższych.

Przy tej segregacji uwzględniono fakt istnienia dłuższej przerwy w obserwacjach między latami 1891 i 1914, co powoduje, że okres obserwacyjny wynosi nie 89 lat, a tylko 67 lat.

Dla prawdopodobieństwa 10% miarodajne natężenie otrzymamy dla poszczególnych czasów trwania na poziomie każdego 7 deszczu, licząc od góry wykresu w pionach czasowych,

dla prawdopodobieństwa	20%	— na poziomie	13 deszczu,
"	50%	— " "	33 " "
"	100%	— " "	67 " "

Tablica 1

Uszeregowanie deszczów burzowych w Warszawie wg krzywych $q = \frac{A}{t^{0.5}}$

L.p.	Data	Wysokość opadu mm	Natężenie		Czas trwania min	Wartość mian./ $\sqrt{t}$	Wartość lic. A	U w a g i
			mm/h	l/sek ha				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5.7.1918	32.8	139.0	386.0	14	3.7	1450	
2	17.8.1916	30.8	142.0	394.0	13	3.6	1420	
3	7.7.1861	64.1	64.1	178.0	60	7.7	1379	
4	17.8.1916	23.7	158.0	439.0	9	3.0	1317	
5	27.7.1925	29.8	89.4	248.0	20	4.5	1109	
6	15.6.1869	45.7	55.0	152.8	50	7.1	1080	
7	11.7.1861	16.0	121.0	336.0	8	2.8	951	$p = 10\%, q = 951.t^{0.5}$
8	27.7.1925	19.8	91.7	254.5	13	3.6	920	
9	21.6.1855	36.4	48.6	135.0	45	6.7	905	
10	14.6.1878	46.5	37.3	103.5	75	8.7	888	
11	20.6.1838	34.7	46.3	128.6	45	6.7	863	
12	8.8.1844	28.1	56.2	156.0	30	5.5	855	
13	7.7.1857	33.4	40.0	111.0	50	7.1	785	$p = 20\%, q = 785.t^{0.5}$
14	17.8.1916	40.5	30.7	85.1	79	8.9	757	
15	23.5.1844	29.9	40.0	111.0	45	6.7	745	
16	18.6.1865	44.5	25.2	70.0	105	10.2	719	
17	21.8.1872	41.4	20.7	57.5	120	11.0	690	
18	26.7.1925	10.0	100.0	278.0	6	2.4	681	
19	26.7.1882	53.6	18.0	50.0	180	13.4	671	
20	20.6.1889	36.3	26.6	74.0	82	9.1	670	
21	12.7.1864	30.4	30.4	84.5	60	7.7	654	
22	14.7.1889	47.6	17.8	49.5	160	12.6	626	
23	10.8.1920	11.6	69.6	193.5	10	3.2	612	
24	6.5.1889	27.9	28.8	80.0	58	7.6	607	
25	28.5.1891	12.5	62.5	173.5	12	3.5	602	
26	6.8.1847	19.6	39.2	109.0	30	5.5	597	
27	31.7.1925	14.7	52.0	144.5	17	4.1	596	
28	8.6.1870	31.8	21.2	58.9	90	9.5	568	
29	2.7.1841	31.2	22.0	61.1	85	9.2	564	
30	29.8.1874	33.7	22.5	62.5	90	9.5	563	
31	12.5.1862	22.5	27.0	75.0	50	7.1	531	
32	27.8.1920	13.1	43.7	121.2	18	4.2	515	
33	16.7.1861	22.9	24.5	68.0	56	7.5	509	$p = 50\%, q = 509.t^{0.5}$
34	19.6.1853	23.6	23.6	65.5	60	7.7	504	
35	14.8.1844	22.4	22.4	62.2	60	7.7	479	
36	18.7.1851	86.6	13.4	35.2	390	19.5	472	
37	25.7.1919	17.0	22.6	62.8	45	6.7	471	
38	16.5.1890	28.5	16.3	45.3	105	10.2	465	
39	11.5.1872	16.4	28.2	78.4	35	5.9	464	
40	10.4.1889	13.0	41.2	104.6	19	4.4	456	
41	30.7.1914	8.6	51.6	143.3	10	3.2	453	
42	16.6.1872	14.6	29.2	81.1	30	5.5	444	
43	30.5.1845	25.2	16.8	46.6	90	9.5	442	
44	19.5.1922	6.9	59.0	163.8	7	2.6	434	
45	29.7.1919	7.9	47.4	131.5	10	3.2	416	
46	13.5.1837	33.8	11.2	30.8	180	13.4	414	
47	22.9.1841	27.0	13.5	37.5	120	11.0	410	
48	17.10.1875	27.0	13.5	37.5	120	11.0	410	
49	1.8.1848	13.5	27.0	75.0	30	5.5	410	
50	7.6.1873	23.5	12.8	35.6	110	10.5	409	
51	8.4.1889	12.1	29.0	80.6	25	5.0	403	
52	30.7.1870	22.6	15.2	42.2	90	9.5	401	
53	21.7.1890	35.8	9.6	26.7	225	15.0	401	
54	4.9.1871	18.6	18.6	51.6	60	7.7	399	
55	3.7.1918	13.7	24.2	67.2	34	5.8	392	
56	25.5.1839	23.6	13.5	37.5	105	10.2	384	
57	28.6.1916	9.7	29.1	80.9	20	4.5	363	
58	19.8.1916	11.5	24.7	68.6	28	5.3	363	
59	13.10.1848	16.8	16.8	46.6	60	7.7	361	
60	24.5.1925	8.3	31.0	86.1	16	4.0	344	
61	27.8.1925	14.6	17.2	47.8	51	7.1	341	
62	23-24.8.1891	41.1	5.1	14.2	480	21.9	311	
63	14.8.1919	19.6	10.7	29.7	110	10.5	311	
64	10.6.1916	9.5	21.9	60.9	26	5.1	310	
65	14.7.1915	20.9	7.9	21.9	159	12.6	276	
66	9.7.1914	8.8	17.6	49.0	30	5.5	268	
67	2.7.1857	20.0	7.6	21.3	158	12.6	267	$p = 100\%, q = 267.t^{0.5}$
68	15.6.1916	7.8	18.7	52.0	25	5.0	260	
69	21.8.1920	12.9	11.0	30.6	70	8.4	256	
70	13.7.1862	6.0	24.0	66.0	15	3.9	255	
71	25.7.1922	12.6	11.0	30.6	69	8.3	254	
72	1.7.1863	9.0	12.0	33.4	45	6.7	224	
73	1.7.1915	6.7	14.3	39.7	28	5.3	210	
74	25.6.1919	17.2	5.4	15.0	192	13.8	207	
75	19.5.1922	7.8	11.7	32.5	40	6.3	203	

Tabl. 1 d. c.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
76	10.7.1875	12.0	6.8	18.9	105	10.2	194	
77	22.7.1919	12.2	6.1	16.9	120	11.0	185	
78	11.7.1855	8.6	3.1	8.6	165	12.8	111	
79	28.5.1891	4.5	2.9	8.1	93	9.6	78	

Tablica 2. Uszeregowanie deszczów burzowych w Warszawie wg natężeń malejących

L. p.	Data	Wysokość opadu mm	Natężenie		Czas trwania	Kolejność deszczów o czasie trwania t =							
			mm/h	l/sek/ha		10	15	30	45	60	90	120	180
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	17.8.1916	23.7	158.0	439.0	9	1							
2	17.8.1916	30.8	142.0	394.0	13	2	1						
3	5.7.1918	32.8	139.0	386.0	14	3	2						
4	11.7.1861	16.0	121.0	336.0	8	4							
5	26.7.1925	10.0	100.0	278.0	6	5							
6	27.7.1925	19.8	91.7	254.5	13	6	3						
7	27.7.1925	29.8	89.4	248.0	20	7	4						
8	10.8.1920	11.6	69.6	193.5	10	8							
9	7.7.1861	64.1	64.1	178.0	60	9	5	1	1	1			
10	28.5.1891	12.5	62.5	173.5	12	10	6						
11	19.5.1922	6.9	59.0	163.8	7	11							
12	8.8.1844	28.1	56.2	156.0	30	12	7	2					
13	15.6.1869	45.7	55.0	152.8	50	13	8	3	2				
14	31.7.1925	14.7	52.0	144.5	17	14	9						
15	30.7.1914	8.6	51.6	143.3	10	15							
16	21.6.1855	36.4	48.6	135.0	45	16	10	4	3				
17	29.7.1919	7.9	47.4	131.5	10	17							
18	20.6.1838	34.7	46.3	128.6	45	18	11	5	4				
19	27.8.1920	13.1	43.7	121.2	18	19	12						
20	10.4.1889	13.0	41.2	114.2	19	20	13						
21	23.5.1844	29.9	40.0	111.2	45	21	14	6	5				
22	7.7.1857	33.4	40.0	111.2	50	22	15	7	6				
23	6.8.1847	19.6	39.2	109.0	30	23	16	8					
24	14.6.1878	46.5	37.3	103.5	75	24	17	9	7	2			
25	24.5.1925	8.3	31.0	86.1	16	25	18						
26	17.8.1916	40.5	30.7	85.1	79	26	19	10	8	3			
27	12.7.1864	30.4	30.4	84.5	60	27	20	11	9	4			
28	16.6.1872	14.6	29.2	81.1	30	28	21	12					
29	28.6.1916	9.7	29.1	80.9	20	29	22						
30	8.4.1889	12.1	29.0	80.6	25	30	23						
31	6.5.1889	27.9	28.8	80.0	58	31	24	13	10	5			
32	11.5.1872	16.4	28.2	78.4	35	32	25	14					
33	1.8.1848	13.5	27.0	75.0	30	33	26	15					
34	12.5.1862	22.5	27.0	75.0	50	34	27	16	11				
35	20.5.1889	36.3	26.6	74.0	282	35	28	17	12	6			
36	18.6.1865	44.5	25.2	70.0	105	36	29	18	13	7	1		
37	19.8.1916	11.5	24.7	68.6	28	37	30	19					
38	16.7.1861	22.9	24.5	68.0	56	38	31	20	14	8			
39	3.7.1918	13.7	24.2	67.2	34	39	32	21					
40	13.7.1862	6.0	24.0	66.0	15	40	33						
41	19.6.1853	23.6	23.6	65.5	60	41	34	22	15	9			
42	25.7.1919	17.0	22.6	62.8	45	42	35	23	16				
43	29.8.1874	33.7	22.5	62.5	90	43	36	24	17	10	2		
44	14.8.1844	22.4	22.4	62.2	60	44	37	25	18	11			
45	2.7.1841	31.2	22.0	61.1	85	45	38	26	19	12	3		
46	10.6.1916	9.5	21.9	60.9	26	46	39	27					
47	21.8.1870	31.8	21.2	58.9	90	47	40	28	20	19	4		
48	21.8.1872	41.4	20.7	57.5	120	48	41	29	21	14	5	1	
49	15.6.1916	7.8	18.7	52.0	25	49	42						
50	4.9.1871	18.6	18.6	51.6	60	50	43	30	22	15			
51	26.7.1882	53.6	18.0	50.0	180	51	44	31	23	16	6	2	1
52	14.7.1889	47.6	17.8	49.5	160	52	45	32	24	17	7	3	
53	9.7.1914	8.8	17.6	49.0	30	53	46	33					
54	27.8.1925	14.6	17.2	47.8	51	54	47	34	25				
55	13.10.1848	16.8	16.8	46.6	60	55	48	35	26	18			
56	30.5.1845	25.2	16.8	46.4	90	56	49	36	27	19	8		
57	16.5.1890	28.5	16.3	45.3	105	57	50	37	28	20	9		
58	13.7.1870	22.6	15.2	42.2	90	58	51	38	29	21	10		
59	1.7.1915	6.7	14.3	39.7	28	59	52	39					
60	25.5.1839	23.6	13.5	37.5	105	60	53	40	30	22	11		
61	22.9.1841	27.0	13.5	37.5	120	61	54	41	31	23	12	4	
62	17.10.1875	27.0	13.5	37.5	120	62	55	42	32	24	13	5	
63	18.7.1851	86.6	13.4	37.2	390	63	56	43	33	25	14	6	2
64	7.6.1873	23.5	12.8	35.6	110	64	57	44	34	26	15		
65	1.7.1863	9.0	12.0	33.4	45	65	58	45	35				
66	19.5.1922	7.8	11.7	32.5	40	66	59	46	36				
67	13.5.1837	33.8	11.2	30.8	180	67	60	47	37	27	16	7	3

Tabl. 2 c. d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
68	25.7.1922	12.6	11.0	30.6	69	68	61	48	38	28			
69	21.8.1920	12.9	11.0	30.6	70	69	62	49	39	29			
70	14.8.1919	19.6	10.7	29.7	110	70	63	50	40	30	17		
71	21.7.1890	35.8	9.6	26.7	225	71	64	51	41	31	18	8	4
72	14.7.1915	20.9	7.9	21.9	159	72	65	52	42	32	19	9	
73	2.7.1857	20.0	7.6	21.3	158	73	56	53	43	33	20	10	
74	10.7.1875	12.0	6.8	18.9	105	74	67	54	44	34	21		
75	22.7.1919	12.2	6.1	16.9	120	75	68	55	45	35	22	11	
76	25.6.1919	17.2	5.4	15.0	192	76	39	56	46	36	23	12	5
77	23-24.8.1891	41.1	5.1	14.2	480	77	70	57	47	37	24	13	6
78	11.7.1855	8.6	3.1	8.6	168	78	71	58	48	38	25	14	
79	28.5.1891	4.5	2.9	8.1	96	79	72	59	49	39	26		
Zestawienie natężeń dla t =						10	15	30	45	60	90	120	
Natężenie deszczów w okresie 66 lat (po uwzględnieniu braku obserwacji w latach od 1892 do 1913 wł.) dla prawdopodobieństwa 10% — (raz na 10 lat) (wyeliminowano 7 obserwacji)						248	156	111	104	70	50	31	
dla prawdopodobieństwa 20% — (raz na 5 lat) (wyeliminowano 13 obserwacji)						153	115	80	70	59	38	14	
dla prawdopodobieństwa 50% — (raz na dwa lata) (wyeliminowano 33 obserwacje)						75	66	49	37	21			
dla prawdopodobieństwa 100% — (raz na rok) (wyeliminowano 66 obserwacji)						35	21						

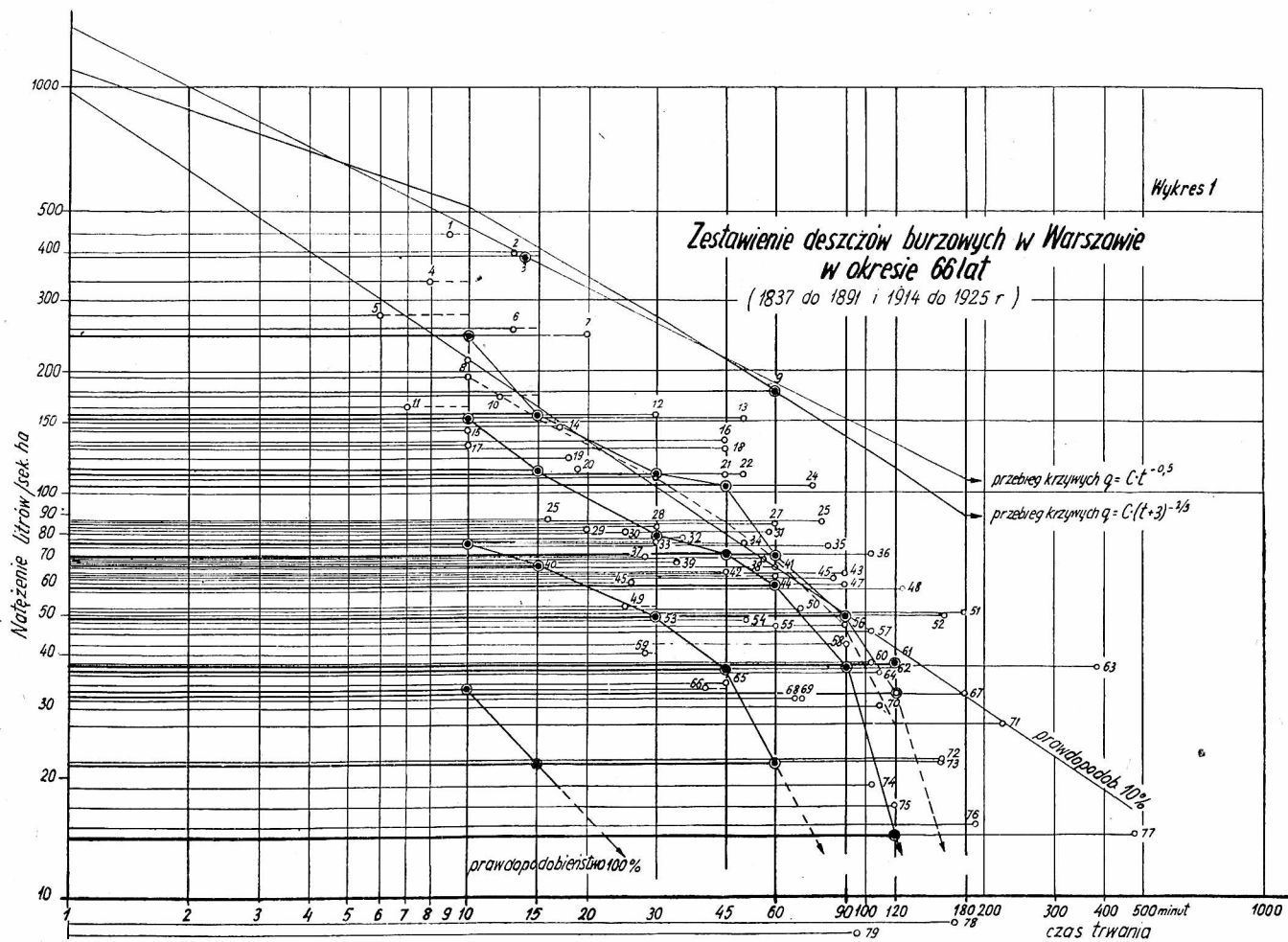
Po połączeniu odpowiednich punktów mamy wyznaczony przybliżony kierunek przebiegu krzywych, co z kolei stanowi podstawę dla przyjęcia uregulowanego przebiegu tych krzywych i wyznaczenia ich równań (patrz tabl. 2 i rys. 1)

Opracowanie obserwacji warszawskich w omówiony powyżej sposób stanowi podstawę, aby zaproponować do licze-

nia sieci kanalizacyjnej deszczowej następujące wzory na związek między natężeniem, czasem trwania i prawdopodobieństwem deszczu:

dla prawdopodobieństwa $p = 10\%$ (dla deszczów zdarzających się przeciętnie 1 raz na 10 lat)

$$-q_{10} = \frac{970}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha,}$$



dla prawdopodobieństwa $p = 20\%$ (deszcze pojawiające się przeciętnie co 5 lat)

$$-q_{20} = \frac{770}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha,}$$

dla prawdopodobieństwa $p = 50\%$ (deszcze raz na 2 lata)

$$-q_{50} = \frac{567}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha,}$$

dla prawdopodobieństwa $p = 100\%$ (deszcze coroczne)

$$-q_{100} = \frac{450}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha.}$$

Wzory te można sprowadzić do ogólnej postaci:

$$q = \frac{A}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha}$$

gdzie współczynnik A zależy od prawdopodobieństwa pojawiania się deszczu i może być przyjęty dla Warszawy jako

$A = 450 \sqrt[3]{C}$; C jest okresem w latach jednorazowego przekroczenia danego natężenia (częstotliwością pojawiania się deszczu).

Równanie dla określenia przebiegu krzywych przyjmuje się nie w formie ogólnej

$$q = \frac{a}{(t + b)^n} + c$$

a w postaci najbardziej uproszczonej, dającej możliwość łatwego wyliczenia potrzebnych wielkości i prostego wykreślenia.

Niedokładność rezultatów popełniana przy tym uproszczeniu w przedziale czasowym od 10 do 60 minut, wynosi zaledwie kilka procent.

Zakres czasowy wykreślonych formuł od 10 do 180 min. jest całkowicie wystarczający, gdyż czasy trwania deszczów miarodajnych przy liczeniu sieci kanalizacyjnej nie przekraczają, nawet dla najbardziej rozbudowanych, — 60 minut. (Czas 60 min. przy prędkości 1,5 m/sek odpowiada długości kanału około 5 km).

Z drugiej strony najkrótszy czas deszczu miarodajnego przy uwzględnieniu retencji kanałowej i czasu dopływu po powierzchni terenu lub przez przykanaliki przyjmowany jest nie mniejszy, niż 10 minut.

Pochylenie krzywych określone przez wykładnik potęgowy mianownika $n = 0,67$ wynika z najbardziej prawdopodobnego ułożenia punktów i zbliżone jest do wielkości przyjmowanych przez wielu autorów. (W praktyce radzieckiej wykładnik potęgi waha się w granicach 0,62 — 0,76, we wzorach prof. Lambora, przy uzależnieniu go od średniorocznych opadów w wysokości od 540 do 1000 mm, wynosi od 0,615 do 0,690).

Zalecany przez innych autorów wykładnik potęgi 0,5 daje wyraźnie zbyt duże natężenia deszczów dla czasów dłuższych.

Stosując sposoby graficznego wyrównywania przebiegu krzywych nie uwzględniono zmian, w niewielkich granicach, wielkości wykładników potęg i pochylenia prostych w stosunku do osi odciętych dla różnych prawdopodobieństw, a pozostawiono wielkości te jednakowe. Błędy, jakie mogą wynikać z tego uproszczenia, są również niewielkie.

Przy ustalaniu wzorów pominięto całkowicie związek między natężeniem deszczu, a jego zasięgiem oraz zmianę natężenia deszczu w miarę oddalania się od „centrum” opadu. Dla określenia tych zależności brak jest w dostatecznej liczbie miarodajnych obserwacji. Proponowane natężenia rozumie się jako przeciętne w całym zasięgu deszczu.

Dla skontrolowania przebiegu krzywych i równań dla deszczów miarodajnych, wynikających z obserwacji warszawskich, wyliczono natężenia w zależności od czasów trwania i prawdopodobieństwa ze wzorów:

1) prof. Pomianowskiego, podanych w monografii „Wodociągi i Kanalizacja m. st. Warszawy 1886 — 1936 r.”

dla 15-minutowego deszczu natężenie	$J_{15} = \frac{220}{p^{0,52}}$
„ 30 „ „ „	$J_{30} = \frac{136}{p^{0,45}}$
„ 45 „ „ „	$J_{45} = \frac{94}{p^{0,38}}$

dla 60-minutowego deszczu natężenie	$J_{60} = \frac{70}{p^{0,33}}$
„ 90 „ „ „	$J_{90} = \frac{46}{p^{0,26}}$
„ 120 „ „ „	$J_{120} = \frac{32}{p^{0,22}}$
„ 180 „ „ „	$J_{180} = \frac{23}{p^{0,18}}$

gdzie J — jest natężeniem deszczu w mm/h, a p prawdopodobieństwem w %.

2) prof. Rosłońskiego, wyprowadzonych dla Warszawy dla prawdopodobieństwa 20% w postaci: $q = \frac{613,34}{t^{0,5064}}$

(patrz prof. dr inż. R. Rosłoński — „Opad i odpływ sieci kanalizacyjnej miast” — Gaz, Woda i Techn. San. Nr 4 rok 1951) i wyliczonych wzorów wg zasad stosowanych przez prof. Rosłońskiego dla prawdopodobieństwa 10, 50 i 100%.

3) wg wzorów ustalonych przez prof. J. Lambora (PIHM) i ogłoszonych ostatnio w pracy „Maksymalne natężenie deszczów o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się na terytorium Polski” (Acta geophysica polonica. Vol. 1, Nr 3—4, 1953).

$$\text{Wzór dla Warszawy: } J = \frac{29,7 - 9,7 \lg p}{(1 + 0,03)^{0,7}} + d,$$

$$\text{gdzie } d = \frac{1}{1000} (45,5 - 0,155 p)$$

przy czym

J — natężenie deszczu w mm/godz,
 t — czas trwania deszczu w godz,
 p — prawdopodobieństwo w %.

4) wg. wzorów K. Chomicza, ogłoszonych w „Gospodarce Wodnej” — Nr 10 rok 1953 w art. „Normy opadowe dla potrzeb kanalizacji miast”.

5) wg wzorów prof. Reinholda:

$$q = q_{15} \cdot \frac{38}{t + 9} \left(\frac{1}{\sqrt[4]{C}} - 0,369 \right)$$

gdzie

q — natężenie opadu w l/sek ha,
 q_{15} — „ deszczu 15-minutowego o prawd. 100% ($c = 1$); dla Warszawy $q_{15} = 84$ l/sek ha,
 c — okres w latach jednorazowego przekroczenia nat.,
 t — czas trwania deszczu w min.

Wzory dla określenia związku między natężeniem, czasem trwania i prawdopodobieństwem zostały zaproponowane na zasadzie obserwacji warszawskich. Ważność tych wzorów można rozciągnąć jednak na większe obszary i na inne miasta polskie.

Prof. Rosłoński w swojej pracy „Opad i odpływ w sieci kanalizacyjnej miast” udowodnił, że wzory dla natężeń deszczów w Krakowie i w Warszawie są prawie identyczne oraz w konsekwencji proponuje jeden zasadniczy wzór dla obliczania natężeń deszczów w zależności od czasu ich trwania.

Prof. Rosłoński podkreśla, że możliwość przystosowania się z natężeniami opadów w miastach kanalizowanych do wzorcowych istnieje, tym bardziej, że sprawa różnej wielkości opadu rocznego — tu i ówdzie — nie posiada dla natężeń opadu zasadniczego znaczenia. Większe lub mniejsze opady roczne świadczą tylko o większej lub mniejszej częstotliwości opadu w danej 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 różnią się w rozmaitych miejscowościach tylko czasem ich trwania przy mało zmiennej ich bezwzględnej intensywności.

Również prof. Lambor uważa, że nie ma potrzeby ustalać odmiennych norm dla różnych miast, albowiem w rezultacie różnice są małe.

„Jeżeli by zaszła potrzeba ustalenia innych norm dla różnych rejonów Polski (co zresztą praktycznie biorąc nie zachodzi), to rejonizację należałoby przeprowadzić nie podług

dzielnicy, ale w zależności od średniorocznego opadu, który w dostateczny sposób w tym względzie klasyfikuje rejony".

Jednak do wysokości opadu od 500 do 1000 mm nie ma potrzeby stosowania różnych norm opadu miarodajnego.

(Przeliczone natężenia ze wzorów Lambora dla różnych wysokości opadów rocznych niewiele się różnią).

Ogólny wzór dla całej Polski wg prof. Lambora ma postać:

$$J = \frac{(38 - 12 \lg p) \cdot H^{0,28}}{(t + c)^n} + d$$

przy czym

$$n = 0,779 - 0,164 H,$$

$$c = \frac{1}{1000} (20,92 \cdot H \cdot p^{0,345} - 0,15 p - 2,0)$$

$$d = \frac{1}{1000} (47,3 - 0,023 p),$$

oznaczenia:

J — natężenie deszczu w mm/godz,
t — czas trwania deszczu w godzinach,
H — normalny opad roczny z ostatnich kilkadziesiąt lat wyrażony w mm,
p — prawdopodobieństwo pojawu deszczu w %.

Uwzględniając te motywy, proponuję przyjąć dla całej Polski następujący wzór:

$$q = \frac{470 \sqrt[3]{c}}{t^{0,67}} \quad \text{l/sek ha}$$

z którego otrzymamy następujące wzory szczegółowe:

$$\text{dla } p = 10\%, \quad c = 10 \text{ lat}, \quad q_{10} = \frac{1010}{t^{0,67}} \quad \text{l/sek ha}$$

$$,, \quad p = 20\%, \quad c = 5 \quad ,, \quad q_{20} = \frac{804}{t^{0,67}} \quad ,,$$

$$,, \quad p = 50\%, \quad c = 2 \quad ,, \quad q_{50} = \frac{597}{t^{0,67}} \quad ,,$$

$$,, \quad p = 100\%, \quad c = 1 \text{ rok} \quad q_{100} = \frac{470}{t^{0,67}} \quad ,,$$

W najbardziej ogólnej postaci, uwzględniając zależność między natężeniem deszczu i średnioroczną wysokością opadu, wzór na natężenie deszczu wyraża się w formie:

$$q = \frac{6,67 \sqrt[3]{H^2 \cdot c}}{t^{0,67}} \quad \text{l/sek ha}$$

przy czym H — wysok. opadu wyrażona jest w mm.

Po podstawieniu do tego wzoru wartości H = 600 mm, otrzymamy podany wyżej wzór dla całej Polski, a dla H = 550 mm wzór dla Warszawy.

Ostatni wzór możemy podać w formie podobnej do przyjętej przez Gorbaczowa

$$q = \frac{166,67 \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{H^2 \cdot c}}{t^{0,67}} \quad \text{l/sek ha}$$

z tym, że współczynnik klimatyczny dla Polski $\alpha = 0,04$ i, że wykładnik potęgi mianownika wynosi $n = 0,67$, a nie $n = 0,50$, jak we wzorze Gorbaczowa.

3. Wybór prawdopodobieństwa dla liczenia sieci kanalizacyjnej.

Dla obliczenia sieci kanalizacyjnej oprócz ustalenia przebiegu zmian między natężeniem i czasem trwania deszczu, drugim zasadniczym zagadnieniem jest wybór odpowiedniego prawdopodobieństwa pojawienia się deszczów.

Sieci kanalizacyjnej nie liczymy nigdy na maks. natężenia. Podstawowym kryterium dla wyboru prawdopodobieństwa jest wzgląd ekonomiczny — porównanie kosztów budowy sieci z ewentualnymi stratami, spowodowanymi przepełnieniem kanałów i podtopieniem podziemi budynków i terenu oraz „ważność” miasta lub dzielnicy kanał. i konieczność utrzymania ruchu ulicznego w najbardziej niesprzyjających warunkach.

Skutków jednak ekonomicznych ew. strat nigdy przewidywać, a więc i obliczyć ściśle, nie można.

Zagadnienie przyjmowania odpowiedniego prawdopodobieństwa nie jest właściwie nigdzie uregulowane (w ZSRR przyjmuje się okresy jednorazowego przepełnienia sieci od 1 roku, a nawet mniej, do 10 lat). Prof. Rosłowski proponuje liczyć sieć w zasadzie na prawdopodobieństwo 20% (na deszczę zdarzające się raz na 5 lat).

Prof. Wóycicki podaje w „Kanalizacji”, że „na ogół biera się jako górną granicę deszcze trafiające się raz na 3 lata, jako dolną — co rok”.

Przy wyborze prawdopodobieństwa należy wziąć pod uwagę:

- 1) układ topograficzny miasta,
- 2) możliwość przepełnienia sieci, ale nie zatopienia jeszcze terenu, co zależy od zagłębienia sieci, jej pojemności i możliwości pracy pod ciśnieniem,
- 3) zasięg deszczów krótkotrwałych,
- 4) układ samej sieci kanał. i ważność poszczególnych jej elementów — inne prawdopodobieństwo należy przyjmować dla kolektorów i burzowców, a inne dla kanałów bocznych, szczególnie górnych odcinków. Zasada ta powinna być ważna szczególnie przy kanalizacji dużych miast (ma to miejsce w obliczeniu sieci warszawskiej), gdyż zbyt małe wymiary kolektorów i burzowców powodują szybką ich pracę pod ciśnieniem i przepełnieniem całej sieci kanalizacyjnej.

Przepływy w sieci kanaliowej, a więc i jej wymiary, jak to było już powiedziane, zależą od przyjętego prawdopodobieństwa. Ze wzorów Manninga wynika, że przy powiększeniu przepływów:

2-krotnym zwiększają się średnice tylko	1,30
3- „ „ „ „ „	1,51
4- „ „ „ „ „	1,68

Przy proponowanych wzorach dla natężeń przy różnych prawdopodobieństwach zmiana przepływów wyrazi się w sposób następujący:

prawdop. p = 100%	przepływ 1,00 Q	średnica d ₀ ≈ 1,0
„ p = 50%	„ 1,28 Q	„ d ₀ ≈ 1,1
„ p = 20%	„ 1,71 Q	„ d ₀ ≈ 1,2
„ p = 10%	„ 2,16 Q	„ d ₀ ≈ 1,3

Z tego widać, że wymiary sieci, a więc i ich koszt, wzrastają w sposób raczej powolny w zależności od częstotliwości i dlatego nie należy dążyć do zbyt dużego obniżania prawdopodobieństwa.

Biorąc powyższe pod uwagę, w konkluzji proponuję przyjąć dla liczenia sieci drugorzędnej: na terenie całej Polski (z wyjątkiem terenów górskich) przy założeniu średniorocznego opadu o wysokości 600 mm p = 50% (deszcze zdarzające się co drugi rok) i wzór — $q = \frac{597}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha}$

który dla t = 10 minut dla q = 129 l/sek ha kolektorów (zbieraczy) i burzowców, deszcze, zdarzające się co 5 lat — p = 20%

$$i \quad q = \frac{804}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha}$$

(dla t = 10 min, q = 173 l/sek ha),

a w wyjątkowo niekorzystnych wypadkach (niecki i duże spadki terenowe),

$$\text{deszcze raz na 10 lat} \quad p = 10\% \quad i \quad q = \frac{1010}{t^{0,67}} \text{ l/sek ha}$$

(dla t = 10 min, q = 218 l/sek ha).

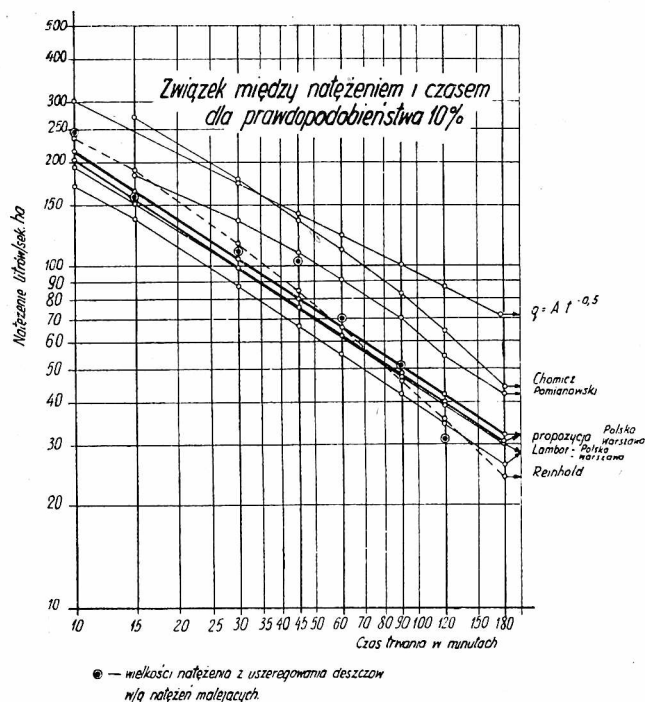
4. Współczynnik spływu.

Współczynnik spływu ψ określa stosunek między ilością wody deszczowej, która spłynie do kanału z danej powierzchni i ilością, która spadła na tę powierzchnię.

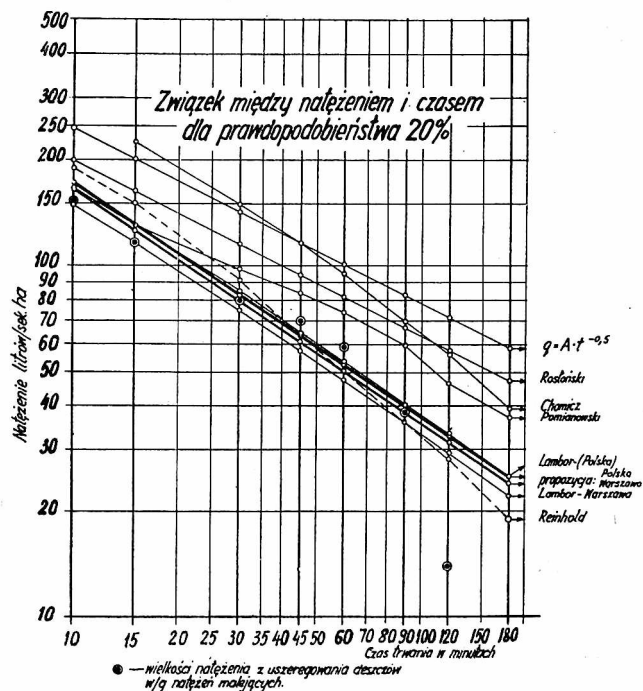
$$\text{Oczywiście, że } \psi < 1. \quad \psi = \frac{Q_{\text{odpł.}}}{Q_{\text{opad}}} < 1.$$

Wartość współczynnika spływu zależy od:

- 1) rodzaju pokrycia terenu,
- 2) czasu trwania deszczu,
- 3) natężenia deszczu,
- 4) stoczności terenu,
- 5) początkowego stanu wilgotności gruntu,
- 6) ciepłoty powierzchni.



Wykres 2



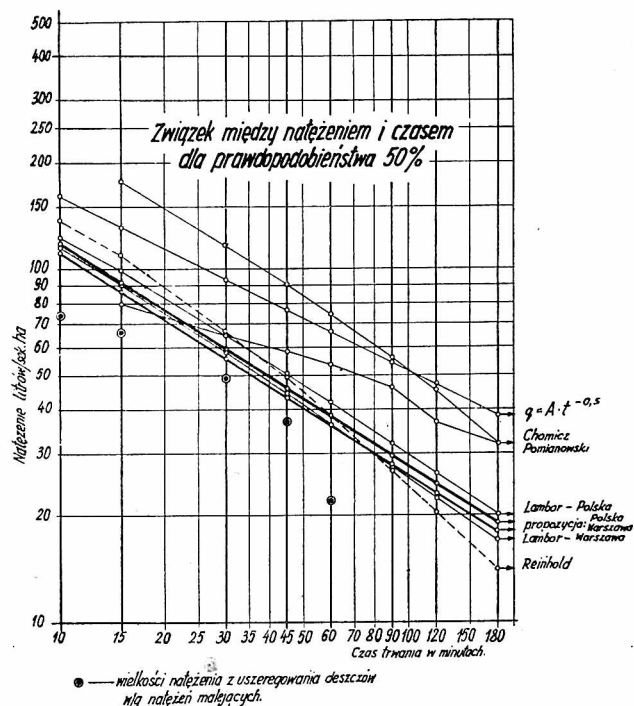
Wykres 3

5. Współczynniki redukujące — wynikające z retencji terenowej i kanałowej.

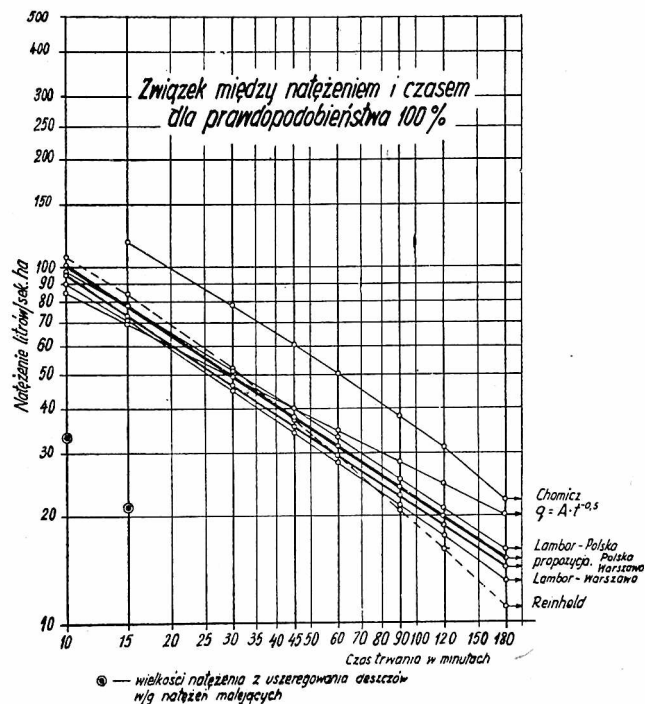
Liczenie sieci kanalizacyjnej obecnie odbywa się 2 zasadniczymi metodami:

- 1) metodą granicznych natężeń — opartą na związku między natężeniem deszczu i czasem jego trwania oraz na pojęciu czasu miarodajnego, który daje największy przepływ,
- 2) metodą opartą na związku między sypływem jednostkowym i wielkością zlewni.

Przy liczeniu sieci metodą granicznych natężeń przyjmujemy czas deszczu miarodajnego równy, nie czasowi przepływu wód przez kanał, ale wydłużonemu o czas retencji i o czas dopływu wód do kanału (czas koncentracji powierzchniowej), a przez to sypływy ulegają pewnej redukcji.



Wykres 4



Wykres 5

Czas dopływu ścieków do kanału zakłada się $t_d = 3$ do 12 min, częściej 3 — 5 min, w zależności od sposobu doprowadzenia wód do kanału (po powierzchni czy przykanalikiem), od spadku terenu, od głębokości działek budowlanych. Średnio można przyjąć dla warunków, wynikających z obecnych planów urban. $t_d = 5$ min.

Czas retencji kanałowej można przyjmować:

- a) wg badań radzieckich, które ustaliły, że wydłużenie czasu przepływu przez kanał wynosi od 1,14 do 1,20, praktycznie 1,20. Przyjmując to otrzymamy czas deszczu miarodajnego $T_m = t_p \cdot 1,2 + 5$ min. Na tej podstawie przeliczono dla różnych czasów zmniejszone przepływy. Redukcja odpływu waha się

od $\varphi = 0,70$ dla deszczów $t_p = 10$ min.

„ $\varphi = 0,88$ „ „ „ $t_p = 180$ min.

b) Czas retencji można przyjmować wychodząc z założenia wysokości retencji kanałowej h_r w mm w zależności od przewidywanych wymiarów sieci. Czas retencji będzie liczony ze związku $t_r = \frac{h_r}{I}$ i będzie się zmieniał w zależności od czasu przepływu przez kanał. Przeciętnie można przyjąć wysokość retencji kanałowej od 3 do 6 mm. Z przeliczeń dokonanych dla $h_r = 6$ mm wynika, że w tym wypadku $\varphi = 0,54$ do 0,90, przy mniejszej retencji φ będą większe. Ze względu na prostsze liczenie czasów miarod. proponuję przyjąć czas retencji wg metod radzieckich.

6. Metoda liczenia sieci.

Metoda granicznych nateżeń, jako metoda kolejnych przybliżeń, jest na ogół kłopotliwa szczególnie w pierwszym stadium liczenia sieci, kiedy nie mamy jeszcze nawet przybliżonych wymiarów kanałów.

Od metody tej można teoretycznie względnie łatwo przejść do metody liczenia sieci kanał, której podstawą jest związek między nateżeniem deszczu i wielkością zlewni.

Zamiast $q = f(t)$ otrzymać $q = f(F)$.

Związek ten dałoby się łatwo rachunkowo ustalić, gdyby można było w sposób jednoznaczny określić zależność między długością kanału, prędkością przepływu i wielkością zlewni.

Z przeliczeń dokonanych dla różnych zależności dochodzę do wniosku, że stosowane dawniej tzw. wzory pierwiastkowe (Bürkli — Zieglera) mogą być nadal stosowane dla wstępnego liczenia sieci, gdyż spływy wyliczone niewiele się różnią od spływów, wynikających z metody granicznych nateżeń.

Dlatego proponuję w projektach wstępnych liczyć sieć wzorem:

$$q = \frac{q_{10}}{n \sqrt{F}}$$

gdzie q_{10} — nateżenie deszczu 10 min. dla przyjętego prawdopodobieństwa,

$\frac{1}{n \sqrt{F}}$ — współczynnik opóźnienia, przy czym $n = 4 \div 8$ zależy od zwartości zlewni i jej spadzistości.

7. Wnioski końcowe

Proponuję przyjąć następujące zasady „normatywów technicznych dla oznaczenia ilości odpływu wód opadowych w sieci kanalizacyjnej”.

1) W projektach wstępnych liczyć sieć kanalizacyjną ogólnospławną i deszczową wg wzorów, uzależniających spływy od wielkości zlewni, jej zwartości i stoczności;

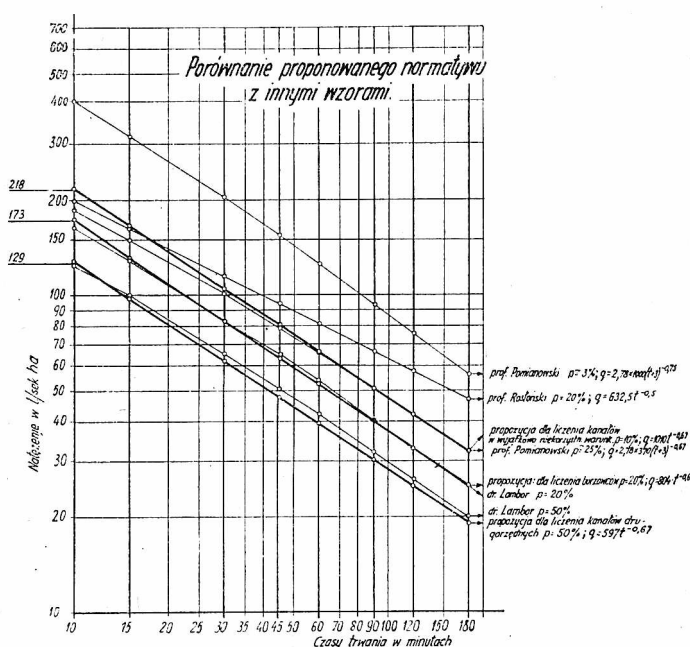
kanały drugorzędne: $q = \frac{129}{n \sqrt{F}}$ l/sek ha

kolektory i burzowce: $q = \frac{173}{n \sqrt{F}}$ l/sek ha

przy czym $n = 4$ do 8.

2) W projektach technicznych liczyć sieć kolektorów i główniejszych kanałów metodą granicznych nateżeń, a sieć kanałów drugorzędnych wyprowadzwszy każdorazowo dla danego miasta wzór na związek między spływami jednostk. i wielkością zlewni z przeliczenia sieci kolektorów i główniejszych kanałów metodą granicznych nateżeń.

3) Dla liczenia metodą granicznych nateżeń kanałów drugorzędnych przyjmować wzór $q = \frac{597}{t^{0,67}}$ l/sek ha, który odpowiada prawdop. $p = 50\%$ (deszcze przeciętnie raz na dwa lata) —



Wykres 6

Tablica 4 Porównanie proponowanego normatywu z innymi wzorami.

Wzory	Nateżenie deszczu w 1 sek ha dla czasu trwania min.							
	10	15	30	45	60	90	120	180
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Proponowany normatyw dla liczenia:								
a. burzowców i kolektorów								
p = 20%; q = 804.t ^{-0,67}	173	132	83	63	52	40	33	25
b. kanałów drugorzędnych								
p = 50%; q = 597.t ^{-0,67}	129	98	62	47	39	30	25	19
2. Wzory dr Lambora (PIHM) dla Polski (średnio-roczny opad 600 mm)								
a. dla p = 20%	163	129	83	64	53	40	33	25
b. „ p = 50%	124	99	65	50	42	32	26	20
3. Wzór prof. Rosłońskiego.								
p = 20%; q = 632,5.t ^{-0,5}	200	163	115	94	82	67	58	47
4. Wzory prof. Pomianowskiego dla Warszawy:								
a. dla liczenia burzowców i kolektorów — p ≈ 3%								
p = 2,78 × 1000.(t + 3) ^{-0,75}	406	318	204	153	125	93	75	56
b. dla liczenia kanałów drugorzędnych — p = 25%								
q = 2,78 × 370.(t + 3) ^{-0,67}	186	149	100	78	65	50	42	32

kolektorów i burzowców $q = \frac{804}{t^{0,67}}$ l/sek ha, co odpowiada prawdop. $p = 20\%$, a w wyjątkowo niekorzystnych warunkach (niecki i duże spadki terenowe) $p = 10\%$ i wzór $q = \frac{1010}{t^{0,67}}$ l/sek. ha.

4) Czas trwania deszczu miarodajnego przyjmować równy czasowi koncentracji, przy czym czas przepływu przez kanał zwiększać o 20%, a na czas dopływu do kanału przyjmować przeciętnie 5 min.

Najmniejszy jednak czas deszczu przyjmować równy — 10 min. (W ten sposób największe natężenia deszczów miarod. 10-minutowych będą —

dla $p = 10\%$ — $q = 218$ l/sek ha

$p = 20\%$ — $q = 173$ „

$p = 50\%$ — $q = 129$ „

5) Współczynnik spływu uzależniać tylko od rodzaju pokrycia terenu, ustalać na zasadzie planów zagospodarowania przestrzennego, biorąc za podstawę % zabudowy i % ulic dla poszczególnych stref.

Największą wartość współcz. spływu przyjmować dla powierzchni całkowicie szczelnych — $\psi = 0,90$, a najmniejszą wartość — dla zwartych powierzchni zielonych $\psi = 0,10$.

L i t e r a t u r a

1. K. Chomicz — Ulewy i deszcze nawalne w Polsce (Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. II, Zesz. 3, Warszawa 1951).
2. K. Chomicz — O najwyższych opadach krótkotrwałych i dobowych w Polsce, (Gospodarka Wodna, rocznik 1951, nr 1).
3. K. Chomicz — Przebieg, rozmieszczenie i częstotliwość deszczów nawalnych w Polsce (Gospodarka Wodna, rocznik 1951, nr 7/8).
4. K. Chomicz — O jednolite normy opadowe przy projektowaniu sieci kanalizacyjnej miast (Gospodarka Wodna, rocznik 1952, nr 3).
5. K. Chomicz — Analiza wzorów stosowanych w hydrotechnice (Gospodarka Wodna, rocznik 1952, nr 4).
6. K. Chomicz — Wzór na najwyższe opady w Polsce.
7. Doc. dr inż. J. Lambor — Uwagi do artykułów K. Chomicza na temat jednolitych norm opadowych dla hydrotechniki.
8. Prof. dr inż. O. Dub — Natężenie deszczu jako podstawa obliczenia sieci kanalizacyjnej.
9. K. Chomicz — Odpowiedzi na uwagi doc. dr J. Lambora i prof. dra O. Duba (poz. 6, 7, 8, 9 — Gospodarka Wodna, rocznik 1952, nr 8).
10. Dr inż. J. Lambor — Związki charakteryzujące największe opady na ziemiach polskich (odbitka z Przeglądu Meteorologicznego i Hydrologicznego, rocz. 1952, nr 1—2).
11. Prof. dr R. Rosłoński — Kanalizacja miasta (Podręcznik Inżynierski, tom III, 1932).
12. Prof. dr inż. R. Rosłoński — Opad i odpływ w sieci kanalizacyjnej miasta (Gaz, Woda i Technika Sanitarna, rocz. 1951, nr 4).

13. Prof. dr inż. R. Rosłoński — O redukcji odpływu poza zasięgiem sieci kanalizacyjnej w długim odbiorniku (Gaz, Woda i Technika Sanitarna, rocz. 1951, nr 9).
14. Prof. dr inż. R. Rosłoński — Kolektor końcowy kanalizacji wielkiego Krakowa i podstawy jego obliczenia (GWTS, rocz. 1951, nr 3).
15. Prof. dr R. Rosłoński — Założenia hydrologiczne u podstaw kanalizacji m. Krakowa (Czasopismo Techniczne, rok. 1947, nr 3—4).
16. Prof. Rybczyński, Pomianowski, Wóycicki — Hydrologia, cz. I, Opad — Odpływ, Warszawa, 1933.
17. Prof. K. Pomianowski — Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Regen grosser Intensität in einem bestimmten Zeitraume (Gesundheits Ingenieur, r. 1928, zesz. 2).
18. Prof. K. Pomianowski — Projekt kanalizacji wielkiej Warszawy (Monografia „Wodociągi i kanalizacja m. st. Warszawy 1886—1936“, Warszawa, 1937 r.).
19. Prof. dr K. Wóycicki — Wodociągi i kanalizacje, t. II. Kanalizacje, (Warszawa, 1948).
20. Prof. I. Radziszewski — Obliczanie sieci kanalizacyjnej na wodę deszczową (rozdziały z wykładów w Politechnice Warszawskiej — 1925).
21. Inż. Wł. Dziakiewicz — Roboty Wodne II. Kanalizacja miast systemu spławnego.
22. Mgr inż. W. Błaszczuk — Podstawy obliczania przepływów sieci kanal. deszczowej i ogólnospławnej (GWTS, 1952, nr 1).
23. Instytut Urbanistyki i Architektury — Tymczasowe normatywy urbanistyczne dla projektowania miast i osiedli.
24. Leningradzkij Nauczno-Issledowatelskij Instytut Akademii Kommunalnowo Chozajstwa — Wremiennyje tiechniczskieje uslowija projektowanija dożdiewoj sieti gorodu Leningrada (Lenizdat 1952).
25. W. F. Iwanow — Kanalizacja najeelennych miast, Leningrad 1935.
26. L. G. Demidow — Kanalizacja, cz. I, Moskwa 1949.
27. Z. H. Szyszkin — Kanalizacja, Moskwa 1951.
28. K. Imhoff — Taschenbuch der Stadtentwässerung, München 1951, wyd. 14.
29. Dr ing. Fr. Reinhold — Vorläufige Näherungswerte für Regenspenden in Deutschland (Gesundheits Ingenieur, 1936, nr 14).
30. Prof. dr ing. Fr. Reinhold — Regenspenden in Deutschland (Gesundheits Ingenieur, 1941, nr 16 i 17).
Dodatkowo:
31. Prof. J. Lambor — Maksymalne natężenie deszczów o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się na terytorium Polski, Acta geophysica polonica, Vol. I, nr 3—4, 1953.
32. K. Chomicz — Normy opadowe dla potrzeb miast, Gospodarka Wodna 1953 nr 10.
33. K. Chomicz — Zagadnienie opadów burzowych kanalizacji w Polsce i w ZSRR, Gosp. Wodna, 1954, nr 3.
34. R. Drzewiecki — W sprawie obliczenia kanalizacji burzowej dla zakładów przemysłowych, Gosp. Wodna, 1954, nr 1.

Inż. A. T. TROSKOLAŃSKI

O prawie hydromechanicznego podobieństwa

Niemal we wszystkich artykułach i książkach z dziedziny hydromechaniki spotykamy się z utożsamianiem prawa hydromechanicznego podobieństwa z prawem podobieństwa Reynoldsa. Ponieważ prawo Reynoldsa odnosi się do zjawisk, w których decydującą rolę odgrywają siły tarcia wewnętrznej, przeto z utożsamiania tych praw wypływa błędny wniosek, jakoby warunek podobieństwa Reynoldsa stanowił wystarczające kryterium podobieństwa przepływów cieczy lepkich. Pomijanie siły ciężkości w zjawiskach przepływu ustalonego cieczy rzeczywistych jest niedopuszczalne, ponieważ składowa siła ciężkości w kierunku ruchu jest jedyną siłą czynną, pozostającą w równowadze z oporami ruchu, wywołanymi lepkością cieczy i istnieniem ruchu pobocznego.

Ponieważ podobne dynamicznie zjawiska, w których decydującą rolę odgrywa siła ciężkości, podlegają prawu Froude'a, przeto prawo hydromechanicznego podobieństwa, okre-

ślające warunki podobieństwa przepływów cieczy, jest prawem ogólniejszym, obejmującym swym zakresem prawo geometrycznego podobieństwa przewodów oraz dwa prawa podobieństwa dynamicznego: prawo Froude'a i prawo Reynoldsa.

1. Wyprowadzenie prawa hydromechanicznego podobieństwa

Podobieństwo hydromechaniczne ustalonych przepływów dwu cieczy o współczynnikach zawiesistości ν_1 i ν_2 przez dwie prostoosiowe rury o promieniach R_1 i R_2 , odbywających się ze średnimi prędkościami v_{s1} i v_{s2} przy spadkach hydraulicznych J_1 i J_2 jest możliwe pod warunkiem zachowania całkowitego podobieństwa geometrycznego wnętrza rury i równoczesnego spełnienia warunków podobieństwa dynamicznego obu porównywanych przepływów.

a. Warunek podobieństwa geometrycznego

Wyróżnikiem podobieństwa geometrycznego jest stosunek:

$$\xi_r = \frac{R_1}{R_2} \quad [1]$$

Jeżeli przez s_1 wzgl. s_2 oznaczymy średnie wysokości nierówności (tzn. wzniesień i wgłębień, podobnie na ścianach rozmieszczonych i mierzonych w kierunku promieniowym od pobocznic walców kołowych o promieniach R_1 i R_2), warunek geometrycznego podobieństwa możemy napisać w postaci:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{R_1}{R_2} = \xi_r \quad [2]$$

Wprowadzając pojęcie chropowatości względnej ρ , określonej wzorem:

$$\rho = \frac{k}{R} \quad [3]$$

w którym k oznacza wielkość proporcjonalną do średniej wysokości s wybojów ściennych, otrzymamy warunek geometrycznego podobieństwa wnętrza rury w postaci:

$$\frac{k_1}{R_1} = \frac{k_2}{R_2} \quad [4]$$

lub

$$\rho_1 = \rho_2$$

Wielkość k stanowi miarę wysokości wybojów ściennych, jej wartość liczbową zależy również od charakteru tych nierówności, a w szczególności od kształtu wzniesień i wgłębień oraz od gęstości i sposobu ich rozmieszczenia.

b. Warunek podobieństwa kinematycznego

Oznaczając przez v_{z1} miejscową prędkość przepływu na powierzchni walcowej o promieniu r_1 , współśrodkowej z powierzchnią wewnętrzną rury o promieniu R_1 , przez v_{z2} — miejscową prędkość przepływu na powierzchni walcowej o promieniu r_2 , współśrodkowej z powierzchnią wewnętrzną rury o promieniu R_2 , warunek podobieństwa kinematycznego napiszemy w postaci:

$$\frac{v_{z1}}{v_{z2}} = \frac{v_{sr1}}{v_{sr2}} = \xi_v \quad [5]$$

Warunek powyższy jest identyczny z warunkiem podobieństwa geometrycznego krzywych rozkładu prędkości w obu rurach:

$$v_{z1} = f(r_1) \quad v_{z2} = f(r_2)$$

a tym samym z warunkiem podobieństwa geometrycznego porównywanych pól prądu.

c. Warunek podobieństwa dynamicznego

Warunek podobieństwa dynamicznego wyprowadzimy, biorąc za punkt wyjścia równanie różniczkowe:

$$g J r = \frac{d}{dr} \left[r \left(-z \frac{dv_z}{dr} + \overline{v' r v' z} \right) \right] \quad [6]$$

określające przebieg przepływu burzliwego w prostoosiowej rurze o kołowym przekroju.

W równaniu tym, wyprowadzonym przez prof. M. Broszko¹⁾, oznaczają: J — spadek hydrauliczny, r — dowolny promień walcowej powierzchni współśrodkowej z wewnętrzną powierzchnią rury o promieniu R , v_z — składową ruchu głównego w kierunku osi rury na pobocznicę walca o promieniu r , v'_r i v'_z — składowe ruchu pobocznego w kierunkach: promieniowym i osiowym, z — współczynnik dyfuzji pędu wywołanej molarnymi wibracjami cząstek cieczy.

Wprowadźmy następujące stosunki podobieństwa dla spadków hydraulicznych J i dla współczynników zawiesistości v^2 :

$$\xi_J = \frac{J_2}{J_1} \quad [7]; \quad \xi_v = \frac{v_{z2}}{v_{z1}} = \frac{v_2}{v_1} \quad [8]$$

Dynamiczne podobieństwo dwu przepływów, określonych równaniami:

¹⁾ „Podstawy hydromechaniki racjonalnej“ IW SIMP, Warszawa 1948.

$$g J_1 r_1 = \frac{d}{dr} \left[r_1 \left(-z_1 \frac{dv_{z1}}{dr} + \overline{v' r v' z}_1 \right) \right] \quad [9a]$$

$$g J_2 r_2 = \frac{d}{dr} \left[r_2 \left(-z_2 \frac{dv_{z2}}{dr} + \overline{v' r v' z}_2 \right) \right] \quad [9b]$$

istnieje wówczas, gdy oba te równania są identyczne.

Aby to osiągnąć, należy pomnożyć człony pierwszego z tych dwu równań przez następujące wyrażenia:

$$\xi_r \xi_J; \quad \xi_v \frac{\xi_v}{\xi_r}; \quad \xi_v^2$$

Operacja taka jest możliwa pod warunkiem, że powyższe trzy stosunki będą sobie równe, a zatem:

$$\xi_v \frac{\xi_v}{\xi_r} = \xi_v^2 \quad [10a]; \quad \xi_r \xi_J = \xi_v^2 \quad [11a]$$

Po przekształceniu i uproszczeniu równania powyższe przybiorą postać:

$$\frac{\xi_v \xi_r}{\xi_v} = 1 \quad [10b]; \quad \frac{\xi_r \xi_J}{\xi_v^2} = 1 \quad [11b]$$

Równania te są identyczne z następującymi:

$$\frac{v_1 r_1}{v_1} = \frac{v_2 r_2}{v_2} \quad [10c]; \quad \frac{v_1 d_1}{v_1} = \frac{v_2 d_2}{v_2} \quad [10d]$$

$$\frac{J_1 r_1}{v_1^2} = \frac{J_2 r_2}{v_2^2} \quad [11c]; \quad \frac{g J_1 d_1}{v_1^2} = \frac{g J_2 d_2}{v_2^2} \quad [11d]$$

Wprowadzając liczby podobieństwa Froude'a i Reynoldsa:

$$Fr = \frac{v^2}{gd} \quad [12]; \quad Re = \frac{vd}{\nu} \quad [13]$$

równania powyższe napiszemy w postaci:

$$Re_1 = Re_2 \quad [14]$$

$$\frac{J_1}{Fr_1} = \frac{J_2}{Fr_2} \quad [15]$$

W dwu hydromechanicznie podobnych przepływach cieczy rzeczywistych, przez prostoosiowe podobne do siebie geometrycznie przewody o niezmiennym przekroju, odbywających się pod działaniem siły ciężkości i sił tarcia wewnętrznego, liczby Reynoldsa są sobie równe, a liczby Froude'a — proporcjonalne do odpowiednich spadków hydraulicznych (prawo hydromechanicznego podobieństwa).

Równania [14] i [15] będą jednocześnie spełnione wówczas, gdy przy tej samej względnej chropowatości przewodów liczba Froude'a będzie jednoznaczna funkcją liczby Reynoldsa.

Do wniosku tego dojdziemy, mnożąc obustronnie równania [14] i [15]:

$$J_1 \frac{Re_1}{Fr_1} = J_2 \frac{Re_2}{Fr_2}$$

A zatem:

$$Fr = C J R_c \quad [16]$$

W dwu podobnych hydromechanicznie przepływach cieczy rzeczywistych przez prostoosiowe przewody o niezmiennym przekroju poprzecznym i tym samym spadku hydraulicznym liczba Froude'a jest jednoznaczna funkcją liczby Reynoldsa.

Prawo hydromechanicznego podobieństwa łączy zatem w sobie prawa geometrycznego i kinematycznego podobieństwa z dynamicznymi prawami podobieństwa: prawem Froude'a, uwzględniającym wpływ siły ciężkości i prawem Reynoldsa, uwzględniającym wpływ tarcia wewnętrznego.

²⁾ Na proporcjonalność współczynnika zawiesistości do współczynnika dyfuzji pędu zwrócił uwagę M. Broszko w rozprawie pt. „On problem of turbulence and on the foundations of hydromechanics“. Annales de l'Académie Polonaise des Sciences Techniques, Vol. VII (1939—1945). Varsovie 1946.

Inż. KAZIMIERZ BAJER

Wody przypadkowe w kanalizacji fekalnej

Przy ustalaniu odpływów w kanalizacji sanitarnej należy wziąć pod uwagę wody przypadkowe, których ilość wpływa zasadniczo na wymiary kanałów, na wszelkie urządzenia kanalizacyjne oraz na wyniki oczyszczania. Wodami przypadkowymi nazywamy te nieproduktywne ilości wody, które dostają się do sieci kanalizacyjnej wbrew założeniom, a które są trudne do obliczenia. Są to więc wody gruntowe, deszczowe lub źródłane przenikające do sieci. Zjawisko przenikania tych wód nazywamy infiltracją. W naszej literaturze fachowej oraz w praktyce projektowej zaleca się przyjmowanie dodatku 100% do obliczonej ilości ścieku. Zasada ta wydaje się niewłaściwa, opiera się ona bowiem na szablonie nie uwzględniającym zasadniczych przesłanek i powodów infiltracji, a także jej skutków..

Sprawą tą od czasu do czasu interesowano się prowadząc sporadyczne badania próbne. Systematycznie zajęto się tym zjawiskiem tylko w Związku Radzieckich i Stanach Zjednoczonych. Początkowo zakładano w przybliżeniu ilości przepuszczalnych wód przypadkowych, obliczano wg nich wymiary kanałów, a po ich wykonaniu sprawdzano założenia. Próbnymi wynikami i długimi doświadczeniami pozwolili w końcu naświetlić dokładnie zjawisko infiltracji, opracować metody zapobiegawcze oraz ustalić — choć tylko częściowo — sposób obliczania ilości wody przypadkowej przedostającej się do sieci.

W świetle badań — a nawet już podstawowych rozwiązań — dochodzi się do wniosku, jak błędnie i niewłaściwie przyjmuje się wody przypadkowe w każdej niemal sieci rozdzielczej. Otóż infiltracja, czyli przenikanie wód gruntowych w sieci, następuje tylko w wypadku ułożenia rur poniżej poziomu wody gruntowej, w przeciwnym bowiem razie zachodzi eksfiltracja, czyli przenikanie ścieków rur w grunt.

Infiltracja następuje przez ścianki rur, przez ich styki, a w szczególności przez ściany studzienek rewizyjnych.

Infiltracja zależy od:

- 1) średnicy i długości sieci kanalizacyjnej,
- 2) materiału rur,
- 3) rodzaju styków,
- 4) materiału izolacji,
- 5) wykonawstwa,
- 6) rodzaju gruntu,
- 7) wysokości słupa wody gruntowej.

Pierwotne założenia i badania infiltracji opierały się na 3 metodach:

- a. na przeliczaniu ilości wody w 1/sek/ha,
- b. „ „ „ „ w 1/mieszk./dobę,
- c. „ „ „ „ w 1/km sieci/dobę.

Już Lindley projektując kanalizację Leningradu przyjmował 0,024 l/sek/ha, ale później, po rozbudowie miasta i obserwacji na funkcjonującej sieci, kontynuując właściwą i słuszną zasadę obliczania wód przypadkowych, powiększono tę ilość do 0,05 l/sek/ha. Gorbaczew natomiast dla Dniepropetrowska przyjął 25 l/mieszk./dobę, a dla wyspy Wasilewskiej przyjęło 100 m³/dobę/km sieci [1,17 l/sek/km sieci]. Przy obliczaniu sieci Archangielska przyjęło 0,05 l/min. na 1 mb (0,0008 l/s). Z rozbieżnych zasadniczo wyników sądzić należy, że jeszcze wtedy nie potrafiono znaleźć właściwej metody w opracowywaniu infiltracji.

Dane amerykańskie i radzieckie, zestawione poniżej, zostały zebrane z przeprowadzonych pomiarów czynnych sieci.

W Niemczech doświadczenia na ten temat do roku 1953 nie dały wyników, względnie uważano problem za mało ważny. Imhoff w najnowszym wydaniu z 1953 r., tak jak i w poprzednich, zaleca stosowanie przynajmniej 100% dodatku na wody przypadkowe pochodzenia deszczowego i gruntowego. Wydaje się to być co najmniej wielkim ryzykiem ekonomicznym, nie popartym żadnym uzasadnieniem. Założenie takie, że np. przekrój ϕ 0,40 m przeprowadzający pewną ilość ścieków infiltrowuje bez względu na materiał, grunt, izolację itp. tę samą ilość wód gruntowych, a w drugim wypadku ten sam przekrój w innych warunkach (lub nawet tych samych), ale przy innym napełnieniu przyjmuje również odpowiadającą tym ściekom ilość wód przypadkowych — jest dużym nieporozumieniem, jest świadomym przyjmowaniem błędnych i nielogicznych przesłanek.

Ta bezpośrednia i proporcjonalna zależność ilości wód przypadkowych od przepływu ścieków miałaby wtedy tylko częściowe uzasadnienie, gdyby zapełnienia w przekrojach osiągały zawsze optymalną granicę. Z małą zmianą bowiem ilości ścieków zmieniałoby się średnice rur, a co za tym i infiltracje (czyli zostałyby uwzględnione związki pomiędzy średnicą i ilością infiltrowanej wody).

W Związku Radzieckim znormalizowano przyjmowanie ilości wód infiltrowanych, a dla uproszczenia wzięto pod uwagę:

1. tylko częściowo średnicę rur, tzn. bez szczegółowej ich specyfikacji,
2. długość sieci,
3. materiał rur,

T a b l i c a 1

Miasto	Przekrój okrągły	Mater.	Nawodn. gruntu w %	Wysok. sł.w.w mm	Rodzaj gruntu	I na km sieci i dobę	Uwagi
East Orange N. J.	20—60	kamionka	—	0,3	płynny piasek	52500	
Fonndi Lac Wis	60	„	100	1,5	głina	57200	
Ocean Grove N. J.	10—30	„	100	0,9	głina z piask.	35600	
Odessa	15	„	100	1,0	płynny piasek	30300	Izol. asfalt. cem.

T a b l i c a 2

Rodzaj sieci	Średnica w mm	Materiał	Ilość wody w m ³ /dobę/km	Ilość wody w l/sek./km.	Ciśnienie słupa wody w m
Wewnętrzna osiedlowa	125—150	każdy	10	0.11	4
Uliczna	wszystkie	kamionka	30—50	0.35—0.55	4
„	„	betonow. żelbet.	40—75	0.46—0,87	4
„	„	cegła	10	0.11	4

4. materiał uszczelniający (przez wykluczenie gliny),
5. wysokość słupa wody gruntowej.
Normy Strojizdat z 1947 r. zalecają przyjmować do obliczeń i dopuszczać w eksploatacji następujące ilości wód przypadkowych w m³/km sieci/dobę.

Podane ilości wód infiltrowanych odpowiadają 4 m średniego ciśnienia wód gruntowych licząc od kinety rur do zwierciadła wody. Na każdy następny m ciśnienia powiększa się te ilości wód o 10%.

Tak przyjęta infiltracja nie wpływa jeszcze specjalnie decydująco na wymiary kanałów, na wymywanie podłoża, przenikanie do rur cząstek gruntu zamulających kanały, ani na zwiększenie obiektów kanalizacyjnych. Te ilości są jeszcze dopuszczalne, jeśli woda jest pochodzenia gruntowego, założyć bowiem można, że w miarę wykonywania kanalizacji następuje obniżenie zwierciadła wody, a więc i zmniejszone przenikanie do sieci. Niebezpieczna jest natomiast woda źródłana, a to ze względu na stały i duży jej dopływ. Woda ta winna być odprowadzona specjalnymi ciągami kanalizacyjnymi lub sączkami. W wypadku stwierdzenia większej infiltracji należy kanały przełożyć i lepiej uszczelnić styki dobierając izolację odporną na wody gruntowe i jej ewentualne chemiczne niszczenie. Sprawdzenie ilości wód infiltracyjnych przeprowadza się przed zasypaniem rur, w wykopie na przelewie wykonanym w kiniecie dolnej studzienki.

Wykonawstwo dla zabezpieczenia przed wzmogłą infiltracją jest znacznie trudniejsze niż prace eliminujące eksfiltrację, niemniej konieczne jest utrzymanie wód przypadkowych w powyższych granicach.

Ani dotychczasowe badanie ani normy nie wprowadzają jeszcze dokładnej ilości wód wg pełnej specyfikacji wymienionej w przyczynach infiltracji. Zmienność warunków wzajemnie na siebie oddziałujących stwarza duże trudności

w zestawieniu ostatecznych wyników na podstawie sumujących się czynników.

Wnioski:

1. Wody przypadkowe czyli infiltrację przyjmuje się tylko w wypadku ułożenia rur kanalizacyjnych i posadowienia studzienek poniżej zwierciadła wód gruntowych.
2. Ciągi kanalizacyjne można zasypać i oddać do eksploatacji po dokonaniu próby na infiltrację i po dopuszczeniu tylko określonej powyżej ilości wód przypadkowych.
3. Do obliczeń przekrojów kanałów sieci sanitarnych przyjmować ilości wód infiltrowanych wg norm Strojizdat.
4. Celem szerszego zgłębienia tego zagadnienia należy równocześnie prowadzić stałe obserwacje przenikania wód przypadkowych w czynnych sieciach oraz dla naszych warunków gruntowych, materiałowych i wykonawczych winno się opracowywać normatywy jako przyszłą podstawę do właściwego, racjonalnego i oszczędnego projektowania przekrojów.
5. Wyniki z obserwacji winny być zestawiane i opracowywane przez specjalną do tego celu powołaną sekcję, np. w Instytucie Gospodarki Komunalnej.
6. Częściowe wyniki z obserwacji, jako ewentualny materiał do obliczeń infiltracji powinno się publikować.

L i t e r a t u r a

1. Imhoff — Taschenbuch der Stadtentwässerung.
2. Karge — Ges. — Ingenieur.
3. Metalostrojprojekt — Sprawozdanie inżyniera — projekt-rowcznika promysłennych sooruzenij.
4. Szyszkin — Kanalizacja.

Dr JÓZEF RYNARZEWSKI

Odżelazianie i odmanganianie wody na doświadczalnym filtrze pospiesznym w Poznaniu

(Streszczenie referatu wygłoszonego na Konferencji Naukowo-Technicznej we Wrocławiu 12.12.1953 r.)

1. W s t ę p

Żelazo i mangan występują bardzo często w wodach naturalnych, a zwłaszcza w wodach gruntowych. Nie są one wprawdzie dla zdrowia szkodliwe, jednak przy większej zawartości nadają wodzie smak metaliczny i wygląd nieapetyczny.

Nasze ustawodawstwo sanitarne domaga się, by woda czysta w zasadzie nie zawierała więcej niż 0,3 mg/l żelaza (Fe) i 0,1 mg/l manganu (Mn). W rzeczywistości pożądane jest usuwanie żelaza z wody do zawartości poniżej 0,05 mg/l Fe i 0,05 mg/l Mn. Jak z powyższego wynika, woda zawierająca ponadnormatywne ilości żelaza i manganu musi być poddana procesowi odżelaziania i odmanganiania. W zależności od sposobu wiązania chemicznego żelaza i manganu w wodzie oraz od składu chemicznego wody rozróżniamy szereg metod odżelaziania i odmanganiania.

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem odżelaziania, stosowanym również w wodociągach w Poznaniu, jest napowietrzanie wody w tak zwanych napowietrzaczach, wytrącanie wodorotlenków żelaza w komorach reakcyjnych i filtrowanie wody przez złoża piaskowe. W napowietrzaczach podczas nasywania wody powietrzem usunięty zostaje w większym lub mniejszym stopniu nadmiar dwutlenku węgla, co pociąga za sobą podniesienie pH wody, który korzystnie wpływa na przebieg reakcji utleniania i strącania żelaza. Filtrowanie zazwyczaj nie jest tylko mechanicznym usuwaniem wytrąconego wodorotlenku żelazowego, ale dzięki katalicznemu i adsorpcyjnemu działaniu wytrąconych na ziarnach złoża wodorotlenków żelaza i manganu zostają zatrzymane resztki rozpuszczonego żelaza. W przeciwieństwie do żelaza mangan nie ulega na ogół wytrąceniu w napowietrzaczach. Wytrącenie manganu następuje dopiero w złożu piaskowym i jest wynikiem działania katalicznego i adsorpcyjnego wytrąconego na ziarnach piasku brunatniaka.

W zależności od konstrukcji rozróżnia się odżelaziacze otwarte i zamknięte.

W przeciwieństwie do dużych szybkości filtracji w filtrach zamkniętych (10—15 m³/h) szybkości osiągnięte na filtrach pośpiesznych otwartych przy procesie odżelaziania i odmanganiania wynoszą od 5 — 7 m/h, przy czym granica górna uwarunkowana jest na ogół dobrym wstępnym oczyszczeniem wody.

Niniejsza praca jest streszczeniem badań *) nad procesem odżelaziania i odmanganiania wody gruntowej na doświadczalnym filtrze pośpiesznym otwartym, uruchomionym w maju 1953 r. na Wodociągach w Poznaniu.

Autor referatu zorganizował z początkiem 1953 r. brygadę robotniczo-inżynierską złożoną z inżynierów, chemików, monterów, laborantów i kreślarzy. Krokiem wstępnym do rozwiązania zagadnienia usprawnienia filtrów musiało być dokładne poznanie przebiegu procesu odżelaziania i odmanganiania na istniejących filtrach przy zastosowaniu wzrastających szybkości filtracji. W tym celu przebudowano jeden z filtrów pośpiesznych stacji wodociągowej na Dębcu na filtr doświadczalny. Filtr zaopatrzone w urządzenia do pobierania próbek wody z różnych głębokości złoża, przez zainstalowanie rur ocynkowanych o średnicy 1/2", zakończonych z jednej strony filtrem, a z drugiej kranem i rozmieszczonych wzdłuż przekątnej ścianki filtra w ten sposób, by umożliwić pobieranie próbek wody co 10 cm w dół filtru. Również zaopatrzonego filtru doświadczalnego w rurki piezometryczne pozwalające na pomiar ciśnienia i strat ciśnienia na różnych głębokościach w czasie pracy filtra. Tak krany, jak i rurki piezometryczne umieszczono w wydzielonej z filtra komorze, którą odgradzono od właściwego filtra ścianką żelbetową.

W celu dostarczenia na filtr dostatecznej ilości wody surowej przy większych szybkościach filtracji, ustawiono agre-

*) Bogaty materiał doświadczalny zawiera wyniki przeszło 6000 analiz chem.

gat pompowy, który pompował dodatkowe ilości wody z napowietrzacza na filtr doświadczalny. Również trzeba było przebudować regulator szybkości filtracji, którego maksymalna przelotowość wynosiła 6 m/h. W napowietrzaczu na czas doświadczeń wyeliminowano połowę komór, by zbliżyć warunki jego pracy do warunków przy zwiększonych szybkościach filtracji.

Poniżej podane są pewne dane charakterystyczne filtra doświadczalnego.

Wymiar czynny ziaren złoża piaskowego od 1,00 — 1,38 mm gros 1,30 mm.

Współczynnik równomierności ziaren złoża piaskowego od 1,40 — 1,10, gros 1,23.

Wysokość złoża piaskowego 1550 mm.

Wysokość warstwy podtrzymującej żwiru o średn. 3 — 5 mm — 250 mm.

Wysokość warstwy podtrzymującej żwiru o średn. 6 — 10 — 150 mm.

Wysokość warstwy wody spiętrzonej na filtrze średnio — 170 mm.

Ciśnienie robocze 2120 mm.

Powierzchnia filtra 66,25 m².

Filtr jest prostokątny systemu Bamak — Meguin i podzielony rynną doprowadzającą wodę surową na dwie połowy. Dno zaopatrzone jest w dysze porcelanowe, rozmieszczone w odstępach 20 cm od siebie. Płukanie filtra jest wodno-powietrzne. Proces odżelaziania i odmanganiania badano przy szybkościach filtracji 4, 6, 8 i 10 m/godzinę.

Na początku kilka uwag wstępnych. Jak wiadomo praca filtra może być bardzo wielostronna. Zależnie od jakości wody surowej, będzie on musiał spełniać zadanie sklarowania, odbarwiania, odżelaziania, odmanganiania, a nawet odkwaszania i zmękczenia wody.

Najważniejsze sposoby działania filtra pospiesznego mogą być następujące:

- 1) *Działanie mechaniczne* — to jest mechaniczne zatrzymywanie wszelkiego rodzaju zawiesin i żywych i martwych.
- 2) *Działanie adsorpcyjne i katalityczne*, które są funkcją sił natury elektrostatycznej oraz powierzchni czynnej masy filtracyjnej.
- 3) *Działanie chemiczne*, które polega na reakcji chemicznej między składnikami wody a składnikami masy filtracyjnej.
- 4) *Działanie biochemiczne*, spowodowane obecnością bakterii na powierzchni oraz w głębi warstw filtracyjnych (nie wykluźnione).

Trzeba powiedzieć, że dotychczas za mało uwagi zwraca się na działanie adsorpcyjne filtra w procesie oczyszczania wody. Tymczasem odbywają się w nim na wielką skalę zjawiska, które poznaliśmy dopiero niedawno przy rozwinięciu laboratoryjnej metody analitycznej, tzw. chromatograficznej analizy adsorpcyjnej. Odkrywcą tej metody był rosyjski botanik Cwiet, który w 1906 r. przepuścił ekstrakt z liści w eterze naftowym przez rurkę szklaną pionową, ustawioną i wypełnioną węglanem wapniowym. Przepływając następnie rurkę czystym eterem naftowym zauważył, że w warstwie węglanu wapniowego tworzą się cztery barwne pierścienie na różnych wysokościach. W ten sposób udowodnił Cwiet po raz pierwszy, że zieleń liściowa składa się z czterech głównych składników, które obecnie nazywamy chlorofilem a, chlorofilem b, ksantofilem i karotyną. Odkrycie Cwieta poszło jednak w zapomnienie i dopiero po 25 latach przypomniano je sobie. Dziś metoda analizy chromatograficznej znajduje w chemii ogólnej i ważne zastosowanie. Częściowo strącanie żelaza, a przede wszystkim strącanie manganu na filtrze, dokonuje się w wyniku działania adsorpcyjnego masy filtracyjnej. Adsorpcja składników chemicznych z roztworów, którymi w naszym wypadku jest woda surowa, odbywa się w ten sposób, że składniki te przenikając przez wąskie pory środka adsorbującego, zwanego adsorbentem, ulegają wpływowi sił przyciągania molekularnego, zwanych siłami Van der Waalsa i zostają zatrzymane na adsorbencie. Siła wiązania adsorpcyjnego poszczególnych składników roztworu może być przy tym rozmaita. W ten sposób różne składniki tego samego roztworu mogą się gromadzić na różnych poziomach „kolumny adsorpcyjnej”, przy czym niektóre składniki mogą w ogóle nie ulegać adsorpcji. Zjawisko powyższe nazywamy adsorpcją selektywną. Rozróżnia się adsorpcję właściwą, gdy między substancją adsorbowaną, a środkiem adsorbującym czyli adsorbentem działają tylko siły przyciągania elektrostatycznego i adsorbcję przez wymianę jonów (permutyty, jonity), która polega na tym, że między adsorbentem a związkami chemicznymi rozpuszczonymi w

roztworze odbywa się wymiana jonów i to albo kationów, albo anionów, zgodnie z zasadami stechiometrii i prawem działania mas.

Siły elektrostatyczne działające na powierzchni środka adsorbującego są bardzo duże, jednak zmniejszają się one szybko w stosunku do trzeciej potęgi odległości składnika ulegającego adsorpcji od powierzchni ziarna. W procesie adsorpcyjnym odżelaziania i odmanganiania wody decydujące znaczenie ma wprowadzenie cząstek wody w jak najbliższą odległość sił adsorpcyjnych. Temu celowi służy odpowiedni dobór średnicy ziaren piasku i odpowiednia szybkość filtracji wody.

Jeżeli wyobrazimy sobie ziarnka piasku w postaci kulek i do obliczenia powierzchni kulek wypełniających 1 m³ objętości zastosujemy wzór Bendela $V = 1,41 d^{-3}$, to dla kulek o średnicy 2,0 mm otrzymamy powierzchnię 2220 m²

„	1,5	„	„	„	2960	„
„	1,0	„	„	„	4440	„
„	1,5	„	„	„	8880	„

Przyjmijmy, że filtr nasz składa się z kulek o średnicy 1 mm i że 1 m³ masy filtracyjnej zawiera 0,333 m³ wody. Dzieląc 0,333 m³ przez 4440 m³ otrzymamy grubość warstwy wody pokrywającej powierzchnię kulek rzędu $7,5 \cdot 10^{-3}$ cm czyli 0,075 mm. Jeżeli zważymy, że prędkość ruchu cząstek wody w samym złożu filtru jest trzykrotnie większa niż na filtrze to zrozumiemy, że zwiększenie szybkości filtracji, przy których dochodzi do turbulentnego ruchu wody, sprzyja raczej zbliżaniu się cząstek wody do powierzchni ziaren piasku.

Zależnie od powierzchni zadania filtr może albo wykonywać jedno z działań, albo też kilka, przy czym mogą się one albo pokrywać i uzupełniać, albo także hamować wzajemnie. Ponieważ działanie mechaniczne dokonuje się przede wszystkim na błonie utworzonej na powierzchni filtru i w kilku górnych centymetrach złoża, natomiast działania adsorpcyjne, katalityczne i chemiczne dokonują się w głębi złoża, należy głębokość złoża i przekrój ziarna piasku filtru dobrać w zależności od zadania, jakie filtr będzie musiał spełniać. Gdy więc głównym zadaniem filtru będzie usunięcie zawiesin mechanicznych, należy dobrać małą grubość złoża filtracyjnego np. 800 mm i średnicę uziarnienia taką, by z jednej strony przyspieszyć tworzenie się błony, a z drugiej nie dopuścić do zbyt szybkiego zapchania się filtru. Najbardziej odpowiednia średnica ziaren okazała się w tym przypadku od 0,5 — 0,8 mm. Do tej kategorii filtrów należą między innymi i znane rzadziej filtry pospieszne typu AKCH, na których osiągnięto z powodzeniem szybkości filtracji do 12 m/godzinę. Gdy natomiast punkt ciężkości działania filtru pospiesznego leży w działaniu adsorpcyjnym, to należy budować filtry o większej głębokości złoża w celu otrzymania dużej powierzchni aktywnej i o większym przekroju ziarna, by uniknąć zbyt wczesnego zapchania się filtru. Konieczna głębokość może w tym przypadku być większa od 2 m, a najkorzystniejsza średnica ziaren piasku okazała się od 1 — 1,5 mm.

Na zakończenie uwag wstępnych trzeba wspomnieć, że zdaniem niektórych badaczy między odżelazianiem i odmanganianiem istnieje ta zasadnicza różnica, że o ile w procesie odżelaziania w pierwszym rzędzie mamy do czynienia z utlenieniem jonu żelazawego na żelazowy, to w procesie odmanganiania odbywa się najpierw adsorpcja jonów manganawych przez stracone uprzednio na piasku złoża filtracyjnego wodorotlenki manganu, po której jako reakcja wtórna następuje utlenienie jonów manganawych na brunatniki.

2. Wyniki badań na filtrze doświadczalnym w Poznaniu

Woda surowa uzyskiwana na drodze filtracji przybrzeżnej i sztucznej oraz woda czysta po przejściu przez urządzenia oczyszczające miały następujący skład chemiczny:

	Woda surowa	Woda czysta
pH	6,8 — 7,5	7,3 — 7,6
zawartość tlenu mg/l O ₂	0,1 — 0,2	7,2 — 11
chlorki mg/l Cl	17 — 27	17 — 27
siarczany mg/l SO ₄	60 — 70	60 — 70
wolny dwutlenek węgla mg/ CO ₂	15 — 28	9 — 18
twardość węglanowa	8,7 — 11	8,4 — 10,9
stopni niemieckich	10,2 — 14,3	9,8 — 13,7
twardość ogólna	0,25 — 2,0	0,02 — 0,1
stopni niemieckich	0,25 — 0,9	0
żelazo mg/l Fe		
mangan mg/l Mn		

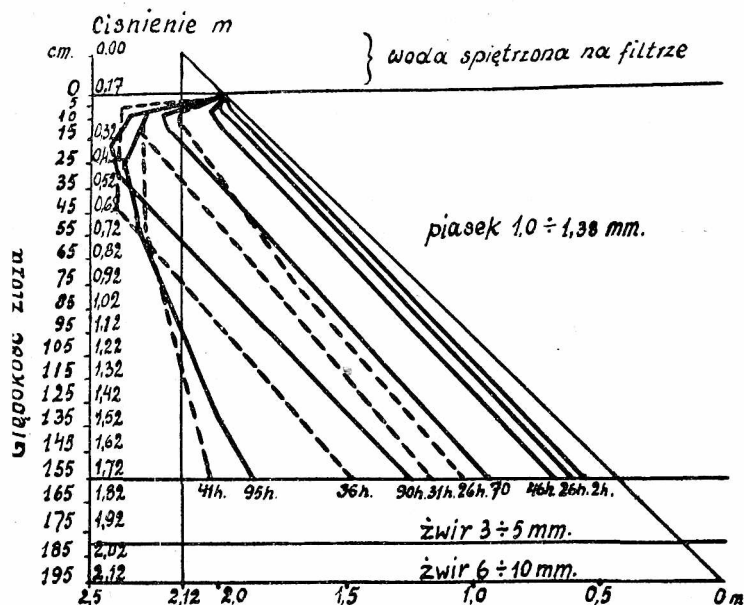
utlenialność mg/l					
KMnO ₄	15	—	26	12,4	— 23,
azot amoniakalny mg/l N	0,06	—	0,35	0,04	— 0,22
sucha pozostałość mg/l	255	—	350	255	— 350

Woda surowa ze studni zbiorczej jest przepompowana na powietrzacz otwarty, gdzie ulega rozpryskiwaniu za pomocą dysz z porcelanowymi talerzykami. Z napowietrzacza woda płynie grawitacyjnie na filtry. Z powodu zbyt szczupłych wymiarów komór pod napowietrzaczem (czas przebywania wody od 20—30 minut) żelazo zostaje wprowadzone w przeważającym procencie utlenione w napowietrzaczu, wytrącenie jednak w postaci kłaczków w samym napowietrzaczu jest minimalne. Temperatura wody surowej waha się w ciągu roku od 5°C do 15°C, przy czym minimum przypada w maju, a maksimum w październiku — listopadzie.

Zużycie tlenu w wodzie w czasie przejścia przez filtr wynosi maksymalnie 1 mg/l. pH wody surowej po przejściu przez napowietrzacz i filtr podnosi się około 0,5.

A. Straty ciśnienia w czasie pracy filtru, a długość cyklu pracy filtru

Rysunek 1 przedstawia przebieg linii oporów w ciągu jednego cyklu pracy filtru przy szybkości filtracji 4 i 10 m/h.



Rys. 1. Pomiar oporów w filtrze doświadczalnym pośpieszonym w Poznaniu w październiku i listopadzie 1953 r.

— przy $v = 4$ m/h
 - - - - - przy $v = 10$ m/h

Przez cykl pracy filtru rozumie się okres pracy filtru od płukania do płukania, przy czym konieczność płukania może być spowodowana albo przebicciem się żelaza lub manganu w ilościach ponadnormatywnych w wodzie czystej za filtrem lub też nadmierną stratą ciśnienia i spadkiem nastawionej szybkości filtracji. Zjawiska te bynajmniej nie muszą występować równocześnie, a często jedno z nich wyprzedza drugie.

Na przedstawionym rysunku na odciętej zaznaczone są straty ciśnienia w m, na rzędnej wysokości ciśnienia w m. Poszczególne krzywe przedstawiają przebieg zmian ciśnienia po określonym okresie pracy filtru. Linia łącząca punkt na osi rzędnej, przedstawiający ciśnienie 0 metrów, z punktem na osi odciętej przedstawiającym 0 metrów straty ciśnienia, obrazuje teoretyczny przebieg ciśnień jaki powinien się ustalić w chwili uruchomienia filtru. Następna linia (po 2h) przedstawia faktyczny przebieg ciśnień tuż po uruchomieniu filtru. O ile filtr był dobrze przepłukany linia ta jest prawie linią prostą, a kąt odchylenia od linii pionowej (idealnej) możliwie najmniejszy. W miarę pracy filtru i zwiększającego się zabrudzenia poszczególnych warstw złoża linie zaczynają się wyginać. Punkty wygięcia dają pewien obraz o głębokości wnikiwania namułu. Od tych punktów w dół linie przebiegają równoległe do linii drugiej.

W miejscu, w którym strata ciśnienia jest tak wielka, że punkt obrazujący ciśnienie na wykresie znajdzie się po lewej stronie rzędnej — zaczyna występować podciśnienie. Na rysunku widać, że od chwili wystąpienia podciśnienia w górnej warstwie filtru, praca filtru bardzo szybko ulega zaburzeniu. Ostatnia linia całkowicie zakrzywiona przedstawia moment przebiccia się namułu przez filtr. Mianowicie, po punktach wygięcia widzimy, że występujące coraz silniej podciśnienie powoduje w końcu gwałtowne zassanie namułu w głąb filtru, a nawet przebiccie jego do wody czystej za filtrem. Wykresy strat ciśnienia na filtrze doświadczalnym przy różnych szybkościach filtracji pozwalają nam natychmiast zauważyć poważny błąd w konstrukcji filtru doświadczalnego. Jest nim zbyt mała wysokość warstwy wody surowej spiętrzonej na filtrze. W rzeczywistości już strata ciśnienia 15 — 30 cm w górnych warstwach filtru w stosunku do ciśnienia pierwotnego powoduje występowanie podciśnienia. Jest to zresztą ogólna wada filtrów pośpiesznych typu niemieckiego i szwedzkiego, podczas gdy wysokość spiętrzenia wody w nowoczesnych filtrach radzieckich, francuskich i amerykańskich wynosi od 1,5 — 2,0 m.

Porównując okres pracy filtru przy różnych szybkościach filtracji stwierdzamy szybki spadek długości cyklu pracy filtru przy wzrastaniu szybkości filtracji. Jest rzeczą ciekawą, że otrzymano bardzo duże różnice w długościach cyklów pracy filtru w miesiącach czerwcu, lipcu i sierpniu (tablica 1) w stosunku do miesięcy października i listopada (tabl. 2). Stwierdzono przy tym, że o ile w miesiącach czerwcu lipcu i sierpniu powodem przerywania cyklu pracy filtru było przebiccie się żelaza w ilościach ponadnormatywnych, o tyle w miesiącach październiku i listopadzie powodem przerywania cyklu była nadmierna strata ciśnienia, która wyprzedzała zjawisko przebiccia.

Jak wiadomo, reakcje chemiczne przebiegają szybciej w temperaturach wyższych, przy czym wzrost temperatury

Tablica 1

Miesiąc	Szybkość filtracji w m/h	Temperatura wody °C	Ilość m ³ wody przefiltrowana w ciągu 1 godz.	Długość cyklu pracy filtru w godz.	Ogólna ilość wody w m ³ przefiltr. w ciągu jednego cyklu pracy filtru	Obciąż. filtru w kg (FeOH) ₃ na m ² pow. w chwili zakończenia cyklu	% wody do płukania	Powód przerywania cyklu pracy
VII/VIII	4	10,5	265	456	122840	3,7	0,3	przebic. się żelaza pow. 0,10mg/l
VI/VII	6	9	397,5	217	86258	2,6	0,5	przebic. się żelaza pow. 0,10 mg/l
VII	8	10,5	530,0	120	63600	1,9	0,6	przebic. się żelaza pow. 0,10 mg/l
VIII	10	12	662,5	109	72213	2,2	0,5	przebic. się żelaza pow. 0,10 mg/l

o 10°C wzrasta szybkość reakcji chemicznych od 1,4 do 7-krotnie. Skutkiem wyższej temperatury i niższej lepkości wody surowej w miesiącach październiku i listopadzie następowało lepsze skłaczkanie wodorotlenków żelazowych w napowietrzeniu, które następnie obciążały przede wszystkim samą powierzchnię filtru.

W miesiącach letnich skutkiem niższej temperatury i wyższej lepkości wody surowej nie dochodziło do skłaczkania wodorotlenków żelazowych w napowietrzeniu i strącanie żelaza następowało po większej części dopiero w samym złożu filtracyjnym. Dzięki temu została lepiej wykorzystana powierzchnia czynna masy filtracyjnej.

B. Odżelazianie na filtrze doświadczalnym przy szybkościach filtracji 4, 6, 8 i 10 m/godzinę.

Tablica 3 przedstawia przebieg odżelaziania i odmanganiania wody przy szybkości filtracji 10 m/h. Rysunek 2 przedstawia przebieg procesu odżelaziania wody surowej przy różnych szybkościach filtracji po 72 godzinach pracy filtru.

Przyglądając się krzywym odżelaziania widzimy, że mają one przebieg asymptotyczny w stosunku do osi rzędnej. To tłumaczy nam, dlaczego woda czysta po przejściu przez filtr zawiera jeszcze pewną ilość żelaza. Następnie widzimy, że większość żelaza zostaje faktycznie zatrzymana w górnych warstwach złoża filtracyjnego. Mamy tu niewątpliwie do czynienia z przeważającym działaniem mechanicznym filtru, to znaczy z mechanicznym zatrzymaniem wytrąconych w napowietrzeniu wodorotlenków żelazowych. Gdybyśmy istotnie zadowolili się odżelazianiem wody do zawartości normatywnej 0,3 mg/l żelaza, to wystarczałaby głębokość złoża filtracyjnego nie większa niż dla filtrów o działaniu mechanicznym. Natomiast usunięcie pozostałej reszty żelaza wymaga w stosunku do uzyskanego efektu bardzo dużych głębokości złoża filtracyjnego. Niemniej z przebiegu krzywych widać wyraźnie, że przy zastosowaniu głębokości złoża filtracyjnego od 2,5 — 3 m można by osiągnąć bardzo dobry wynik odżelaziania (poniżej 0,05 mg/l) nawet przy dużych szybkościach filtracji.

T a b l i c a 2

Miesiąc	Szybkość filtracji w m/h	Temperatura wody °C	Ilość m ³ wody przefiltrowana w ciągu 1 godz.	Długość cyklu pracy filtru w godz.	Ogólna ilość wody w m ³ przefiltr. w ciągu jednego cyklu pracy filtru	Obciąż. filtru w kg (FeOH) ₃ na m ² pow. w chwili zakończenia cyklu	% wody do płukania	Powód przerwania cyklu pracy
XI	4	13,5	265	95	25175	1,14	1,5	nadmierna strata ciśnienia
XI	6	13,5	397,5	71	28223	1,28	1,3	nadmierna strata ciśnienia
X	8	14	530,0	41	21730	1,00	1,7	nadmierna strata ciśnienia
X	10	14	662,5	40	26500	1,18	1,5	nadmierna strata ciśnienia

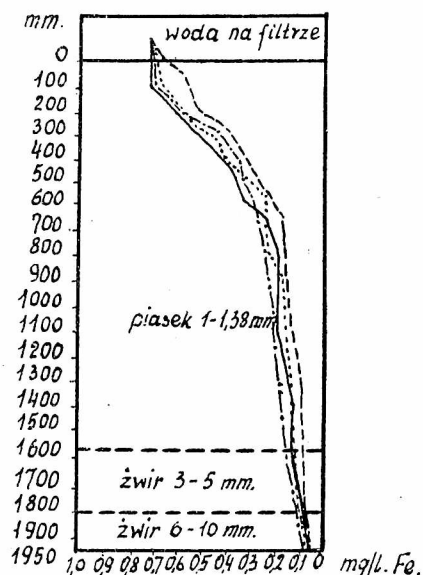
Dokładna analiza wyników wykazała, że przyczyną tych różnic była:

- Wyższa temperatura wody surowej w październiku i listopadzie w stosunku do temperatury wody w czerwcu, lipcu i sierpniu i jej wpływ na szybkość reakcji chemicznych, rozpuszczalność dwutlenku węgla i tlenu w wodzie oraz lepkość wody.
- Nieco wyższa zawartość żelaza w wodzie surowej w październiku i listopadzie w stosunku do czerwca, lipca i sierpnia.

T a b l i c a 3
Odżelazianie i odmanganianie wody przy szybkości filtracji 10 m/h w czasie od 2.9.1953 r. do 8.9.1953 r. w mg/l Fe lub Mn

Głębokość złoża filtracyjnego na której pobrano próbkę wody	2.9.1953 r.			3.9.1953 r.			6.9.1953 r.			7.9.1953 r.		
	Fe ^{III}	Fe ^{ogólne}	Mn	Fe ^{III}	Fe ^{ogólne}	Mn	Fe ^{III}	Fe ^{ogólne}	Mn	Fe ^{III}	Fe ^{ogólne}	Mn
Woda surowa przed napowietrz.	0,24	0,58	0,35	0,20	0,40	0,46	0,20	0,60	0,51	0,26	0,63	0,44
Woda surowa na filtrze	0,37	0,55	0,35	0,70	0,80	0,44	0,30	0,50	0,51	0,54	0,60	0,43
100 mm	0,38	0,46	0,20	0,45	0,45	0,40	0,50	0,54	0,42	0,59	0,65	0,37
200 mm	—	—	0,07	0,40	0,43	0,32	0,35	0,36	0,29	—	—	—
300 mm	0,40	0,48	0,05	0,30	0,35	0,26	0,30	0,33	0,29	0,47	0,61	0,26
400 mm	—	—	0	0,33	0,34	0,17	—	—	0,22	0,42	0,45	0,18
500 mm	0,39	0,40	0	0,28	0,32	0,09	—	—	0,19	0,40	0,40	0,13
600 mm	0,35	0,39	0	0,28	0,30	0,04	0,30	0,34	0,11	0,37	0,39	0,07
700 mm	0,35	0,36	0	0,24	0,25	0	—	—	0,02	0,35	0,35	0,04
800 mm	0,32	0,35	0	0,23	0,24	0	—	—	0	0,32	0,33	0
900 mm	0,30	0,33	0	—	—	0	—	—	0	0,28	0,30	0
1000 mm	0,29	0,32	0	0,20	0,24	0	0,30	0,34	0	0,28	0,30	0
1100 mm	0,29	0,29	0	0,15	0,15	0	0,24	0,35	0	0,25	0,27	0
1200 mm	0,24	0,26	0	—	—	0	0,25	0,27	0	0,21	0,24	0
1300 mm	0,18	0,24	0	0,10	0,10	0	0,26	0,29	0	0,20	0,24	0
1400 mm	0,16	0,21	0	0,12	0,13	0	0,22	0,26	0	0,17	0,22	0
1500 mm	0,15	0,18	0	0,11	0,12	0	0,22	0,24	0	0,17	0,21	0
1600 mm	0,13	0,16	0	0,10	0,10	0	0,16	0,18	0	0,16	0,21	0
Woda czysta za za filtrem	0,08	0,10	0	0,07	0,08	0	0,08	0,10	0	0,10	0,10	0
Godziny pracy filtru	1			25			97			109		

Głębokość złoza



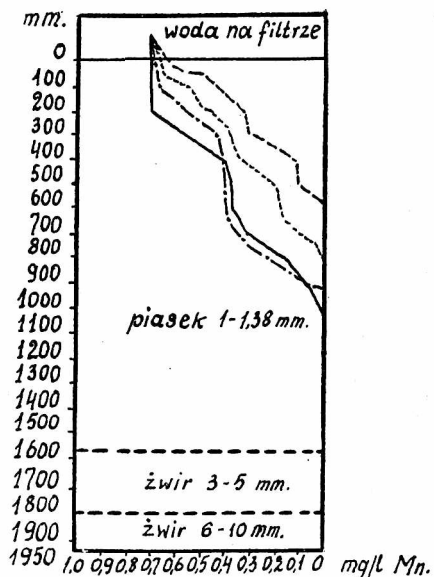
Rys. 2. Odżelazianie na filtrze doświadczalnym pośpiesznym w Poznaniu. Wykres porównawczy przy różnych szybkościach filtracji po 72 h pracy filtru

— przy $v = 4$ m/h „ „ „
 przy $v = 6$ m/h „ „ „
 — przy $v = 8$ m/h „ „ „
 — przy $v = 10$ m/h „ „ „ (VI—VII.53)

C. Odmanganianie na filtrze doświadczalnym przy szybkościach filtracji 4, 6, 8 i 10 m/h.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają przebieg procesu odmanganiania wody surowej przy różnych prędkościach filtracji i w różnych okresach czasu. Przebieg linii jest nieco inny niż przy procesie odżelaziania. Jak widzimy, odmanganianie przebiega łatwo w górnych warstwach złoza z tym, że w miarę pracy filtru, czy też przy większych szybkościach filtracji

Głębokość złoza



Rys. 3. Odmanganianie na filtrze doświadczalnym pośpiesznym w Poznaniu. Wykres porównawczy przy różnych szybkościach filtracji po 120 h pracy filtru

— przy $v = 4$ m/h „ „ „
 przy $v = 6$ m/h „ „ „
 — przy $v = 8$ m/h „ „ „
 — przy $v = 10$ m/h „ „ „ (VI—VII.53)

adsorpcja jonów manganowych przesuwają się stopniowo w głąb filtru. Co jest jednak najciekawsze, to stwierdzenie faktu, że mangan strąca się selektywnie w dwóch różnych warstwach złoza. Zaobserwowany fakt znalazł również potwierdzenie przy analizie chemicznej wody do płukania filtru. Można z tego wnosić, że mangan występuje w wodzie surowej wodociągów w Poznaniu prawdopodobnie w postaci dwóch związków chemicznych. Należy nadmienić, że niektóre wykresy przebiegu procesu odżelaziania wody wykazują również, jakkolwiek w słabszym stopniu, zagęszczenia strąconego żelaza w pewnych warstwach.

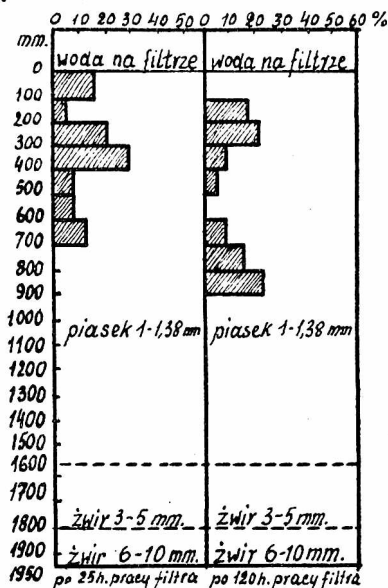
3. Wnioski.

Wyniki uzyskane w okresie półrocznej obserwacji pracy doświadczalnego filtru pośpiesznego otwartego przy szybkościach filtracji 4, 6, 8 i 10 m/h pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków, dotyczących możliwości usprawnienia szybkości filtracji na filtrach Wodociągów w Poznaniu do 10 m/h.

1. Skład chemiczny wody surowej Wodociągów w Poznaniu, odpowiedni odczyn wody, łatwa stosunkowo strącalność żelaza i manganu, zrównoważony układ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - \text{CO}_2$ stwarzają korzystne warunki dla usprawnienia urządzeń do oczyszczania wody.

2. Wadą obecnych filtrów pośpiesznych otwartych Wodociągów w Poznaniu jest zbyt małe ciśnienie robocze, które jest przyczyną znacznego skrócenia cyklu pracy filtru. Pod-

Głębokość złoza



Rys. 4. Odmanganianie na filtrze doświadczalnym pośpiesznym w Poznaniu. Udział poszczególnych warstw złoza w odmanganianiu przy $v = 8$ m/h po 25 h pracy oraz po 120 h pracy filtru. (VII.53)

wyższenie warstwy wody spiętrzonej na filtrze do 1,5 m pozwoliłoby na przedłużenie cyklu pracy filtru do straty ciśnienia 1 m w górnej warstwie złoza filtracyjnego.

3. Odżelazianie wody Wodociągów w Poznaniu przebiega w ten sposób, że większość soli żelazawych ulega utlenianiu w napowietrzacz, a wytrącone wodorotlenki żelazowe nie mając czasu osiąść w komorach napowietrzacza zbyt szczupło obliczonych, zostają na filtrach pośpiesznych otwartych zatrzymane mechanicznie w górnej warstwie złoza filtracyjnego. Reszta żelaza zostaje zatrzymana pod wpływem działania sił adsorpcyjnych w głębi złoza filtracyjnego. Szybkość filtracji 10 m/h jest do osiągnięcia nawet bez zwiększenia obecnej głębokości złoza filtracyjnego, o ile zadowolimy się maksymalną zawartością żelaza w wodzie czystej od 0,08 do 0,12 mg/l Fe. Odżelazianie do maksymalnej zawartości 0,05 mg/l Fe wymaga zwiększenia szybkości warstwy filtracyjnej o około 0,5 m.

4. Różne wyniki osiągnięte w długości cyklu pracy filtru doświadczalnego w miesiącach letnich i jesiennych, które miały swą przyczynę w różnicach składu chemicznego wody

surowej, w różnicach temperatury wody surowej i jej wpływie na szybkość reakcji utleniania soli żelazowych i rozpuszczalność tlenu w wodzie oraz lepkość wody pozwalają na stwierdzenie, że dotychczas nie wykorzystujemy w należyty sposób sił powierzchniowych działających w głębi złoża filtracyjnego. Obciążając zbyt silnie samą powierzchnię filtru wprowadzamy do działania tylko niewielką ilość m² czynnej powierzchni i powodujemy konieczność przedwczesnej przerwy cyklu pracy filtru, podczas gdy wyzyskanie filtru jako filtru przestrzennego i wprowadzenie do działania setek tysięcy m² jego powierzchni czynnej znakomicie przedłuża cykl jego pracy. Wydaje się słuszne twierdzenie, że przezwaga filtrów zamkniętych nad filtrami otwartymi polega nie tylko na możliwości zastosowania większego ciśnienia roboczego, ale możliwość osiągnięcia dużych szybkości filtracji polega właśnie na tym, że filtr zamknięty pracuje jako przestrzenny, a nie powierzchniowy.

5. Odmanganianie na filtrach pośpiesznych otwartych Wodociągów w Poznaniu przebiega sprawnie w górnych war-

stwach złoża, przy czym mangan zatrzymywany jest selektywnie w dwóch warstwach. Usprawnienie filtrów do szybkości filtracji 10 m/h nie wpłynie na pogorszenie warunków odmanganiania wody surowej.

Wszystkie te wnioski wykorzystwała brygada do opracowania projektu usprawnienia filtrów pośpiesznych otwartych w Poznaniu do szybkości filtracji 10 m/h.

L i t e r a t u r a

1. Dr inż. A. Szniolis i mgr inż. Szypowski: Analiza namułu i piasku ze złoża filtrów pośpiesznych Wodociągów w Poznaniu 1953 r.
2. Konstruktion und Anwendung der offenen und geschlossenen Schnellfilter. Bericht des 2. Internationalen Wasserversorgungs-Kongresses Paris 1952 G. W. F. 24, 1952.
3. Dr E. Naumann: Bau und Wirkung der Schnellfilter G. W. F. 1951.
4. Dr St. Hempel: Zjawiska adsorpcji i wymiany jonowej. Chemia i Technika. Tom. IV. 1949.

W i a d o m o ś c i b i e ż a c e

Zagadnienia całkowitego zgazowania paliw stałych w świetle międzynarodowej konferencji w Liege

Zwiększające się coraz bardziej zapotrzebowanie na gaz, zarówno dla przemysłu jak i gospodarstw domowych, uznanie gazu niepodzielnie w niektórych zakresach produkcji przemysłowej jako właściwego, racjonalnego nośnika energii cieplnej, powoduje, że dotychczasowe urządzenia produkcji gazu w gazowniach jak i koksowniach, stają się niewystarczającymi jego źródłami. Zagadnienie to jest tym bardziej aktualne, że zapotrzebowanie gazu, jako surowca dla przemysłu chemicznego staje się również coraz większe (do syntez chemicznych), a ilości wchodzące tu w rachubę przewyższają wielokrotnie zdolności produkcyjne dotychczasowych urządzeń. Wreszcie wobec coraz ostrzej występującej konieczności pokrywania szczytowych zapotrzebowań gazu dawne urządzenia produkcyjne klasycznego odgazowania węgla w piecach gazowniczych czy też koksowniczych stają się tym bardziej niewystarczające, zwłaszcza, że zagadnienie odpowiedniej ilości węgla kokującego, a w następstwie zbytku koksu, nie jest również całkowicie rozwiązane. Gromadzenie się np. na hałdach 3,5 mln. ton koksu w miesiącu kwietniu br. w Zagłębiu Ruhry zmusza tamtejszy przemysł koksowniczy do wprowadzenia przymusowych dni bezproduktywnego ogrzewania pieców, co w dalszym ciągu pogłębia deficyt gazowy. Sytuacja taka zmusza gazownictwo jak i przemysł syntezy chemicznej, w poszukiwaniu możliwie najtańszych źródeł gazu, do zwrócenia uwagi na produkcję wielkich ilości taniego gazu z węgla mniej szlachetnych i innych paliw odpadkowych.

Problemy te były tematem Międzynarodowej Konferencji w Liege (Belgia), poświęconej zagadnieniom całkowitego zgazowania paliw stałych.

Konferencja, zorganizowana przez Narodowy Instytut Przemysłu Węglowego w Belgii, odbyła się w dniach 3 — 5 maja 1954 r. w Liege i zgromadziła ca. 600 uczestników, reprezentujących 27 krajów, w tym przedstawicieli ZSRR, NRD i Polski.

Z wygłoszonych ogółem 24 referatów większość, bo 18 dotyczyła bezpośrednio lub pośrednio zagadnienia całkowitego zgazowania paliw stałych w różnych urządzeniach przemysłowych, co niewątpliwie świadczy o ważności tego zagadnienia. Konferencja uwypukliła z jednej strony konieczność stałego zwiększania ilości paliw uszlachetnionych, z drugiej zaś strony tendencję do uniezależnienia się w tym uszlachetnianiu od metod odgazowania, ze względu na dające się odczuwać „nożyce“ gaz — koks.

Na analogiczne tematy odbył się poprzednio szereg zjazdów, a mianowicie:

1) Międzynarodowy Kongres w Niemczech Zachodnich w 1951 r.

2) Międzynarodowy Kongres w USA w 1952 r.

Zgłoszone na Konferencję referaty zostały podzielone na 5 grup problemowych, a mianowicie:

Grupa A objęła badania ogólne procesu całkowitego zgazowania paliw — 4 referaty,

Grupa B objęła badania teoretyczne i laboratoryjne procesu całkowitego zgazowania paliw — 5 referatów,

Grupa C objęła doświadczenia nad zgazowaniem paliw w złożu stałym — 7 referatów,

Grupa D objęła doświadczenia nad zgazowaniem paliw metodą fluidyzacyjną 4 — referaty, wreszcie

Grupa E objęła zagadnienia gospodarcze i różne — 4 referaty.

Krótki przegląd wygłoszonych referatów oraz najważniejsze dane i wnioski z nich wynikające przedstawiają się następująco:

Z grupy A — L. L. Newman w referacie pt. „Postępy w dziedzinie zgazowania tlenowego stałych paliw na kontynencie amerykańskim“ — podaje zarys historyczny rozwoju generatorów w Ameryce. W okresie pierwszej wojny światowej w użyciu były przeważnie generatory gazu wodnego, które zużywały wysokowartościowe gatunki koksu, co oczywiście było nieekonomiczne. W okresie drugiej wojny światowej tendencja do zastąpienia koksu lub antracytu węglami pociągnęła za sobą wzrost kosztów, gdyż następował spadek wydajności generatorów na urządzeniach małych i średnich. W urządzeniach dużych występowały trudności innego rodzaju. W międzyczasie coraz większą rolę zaczął odgrywać gaz ziemny, który w roku 1920 stanowił 3,9% ogólnej puli gazowej, w roku 1940 — 11,3%, zaś w roku 1951 już 20,6%. Została poważnie rozbudowana gazowa sieć dalekosiężna, rozprowadzająca gaz ziemny po dużej części kraju. Stany nie posiadające gazu ziemnego pokrywają swoje potrzeby bądź gazem z sieci dalekosiężnej, bądź też gazem produkowanym na miejscu z paliw stałych i ciekłych. Gaz ziemny obecnie dominuje w USA jako surowiec chemiczny do syntezy, wypierając gaz wodny, który początkowo zajmował stanowisko przodujące. W roku 1951 gaz wodny pokrywał zaledwie 1/3 zapotrzebowania do tego celu. Zachodzi więc pytanie, dlaczego przy tak bogatych zasobach gazu ziemnego czyni się tyle wysiłków, aby opracowywać i wprowadzać nowe metody zgazowania paliw stałych. Odpowiedź na to jest następująca: 1) zapotrzebowanie gazu rośnie bardzo szybko i nie zawsze jest możliwość zaspokojenia potrzeb gazem ziemnym, 2) zasoby węgla kamiennego w USA są znacznie większe niż gazu ziemnego. W okresie drugiej wojny światowej rozbudowano poważnie urządzenia do produkcji tlenu, który szedł na zaspokojenie potrzeb wojennych. Urządzenia te są obecnie wykorzystywane do zgazowania z tlenem w generatorach różnych typów i systemów, które autor pokrótce opisał. Następnie autor podaje wyniki produkcyjne rozmaitych procesów, jak np. zgazowanie pyłu węglowego pod ciśnieniem atmosferycznym zwiększonym itp.

W uwagach końcowych autor wyjaśnia przyczyny, dla których Europa wyprzedziła Amerykę w dziedzinie zgazowania paliw stałych w złożu nieruchomym. Stało się to na skutek obfitości w Europie węgla niespiekających, w przeciwieństwie do Ameryki, która przodowała w dziedzinie zgazowania pyłów węglowych metodą fluidyzacyjną.

Następny referent P. M. K. Embling w pracy pt. „Zgazowanie węgla w generatorach gazu powietrznego i gazu wodnego“ — podaje zarys historyczny rozwoju tych urządzeń i przytacza przykłady rozmaitych generatorów do zgazowania węgla i koksu z podaniem bilansów cieplnych i materiałowych tych instalacji.

W referacie O. Neudecka pt. „Całkowite zmechanizowanie generatorów na węgiel kamienny“ autor podaje szczegóły konstrukcyjne całkowicie zmechanizowanego generatora z automatycznym podawaniem i dozowaniem węgla oraz automatycznym przebijaniem wsadu, jako uzupełnienie do stosowanej już poprzednio mechanizacji. Autor podaje rozwiązanie automatycznego ładowania węgla przez zastosowanie górnej pokrywy obrotowej z ekscentrycznie umieszczonym na niej wyspym o podwójnym zamknięciu. (Konstrukcja Zakładów „Demag“). Zastosowanie w generatorach pełnej automatyzacji i mechanizacji umożliwiło równomierny bieg generatora, utrzymanie równomiernej temperatury i jednostrajnego ciepła spalania gazu z wyeliminowaniem uciążliwej pracy ręcznej przy przebijaniu wsadu. Charakterystyczne są wskaźniki, a mianowicie: w generatorze o Φ 2,8 m osiągnięto obciążenie rusztu 205 kg węgla na 1 m² rusztu i ciepło spalania 1.500 kcal/Nm³ gazu. Generator został skonstruowany na węgiel z Zagłębia Ruhry (spiekający). Do procesu może być jednak stosowany także inny rodzaj paliwa, jak brykiety z węgla brunatnego. Tego rodzaju mechaniczne urządzenia nadają się także do generatorów gazu wodnego i dwugazu.

Zagadnieniu spiekania węgla bitumicznych w czasie procesu całkowitego ich zgazowania poświęcony jest referat H. W. Nelsona pt. „Problemy spiekania w trakcie całkowitego zgazowania węgla bitumicznych“. Jak wiadomo do cech charakteryzujących węgiel należy również jego zdolność spiekania. Ponieważ spiekanie się węgla utrudnia jego zgazowanie, problem pozabawienia go własności spiekania stał się ważny w procesie otrzymywania gazu do syntezy. Przy zgazowaniu węgla spiekającego powstają mianowicie trudności w związku z koniecznością usuwania koksu i żużli zawierającego duże ilości węgla. Poza tym właściwa regulacja dopływu powietrza do każdej warstwy węgla jest na skutek jego spiekania bardzo utrudniona. W celu usunięcia tych przeszkód, nie zezwalających na całkowite zgazowanie węgla w złożu nieruchomym używa się w procesach zgazowania mieszań mechanicznych (agitatory), generatory obrotowe oraz odpowiednie ruszty. Poza tym stosuje się utlenianie wsadu, regulowanie dawkowaniem powietrza lub mieszaniny tlenu z parą wodną. Wprowadzenie tych metod zapobiega tworzeniu się spieczonych brył we wsadzie, zwiększa stopień zgazowania oraz ciepło spalania uzyskiwanego gazu.

W grupie B referatów obejmującej zagadnienia teoretyczne i laboratoryjne procesu zgazowania jako pierwszy F. J. Dent w pracy pt. „Uwodornianie węgla, w celu utrzymania gazowych węglowodorów“ — przedstawił wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych nad uwodornianiem węgla słabospiekającego i półkoksu pod ciśnieniem z równoczesnym zgazowaniem. Stosowane były tam metody zgazowania ze złożem stałym i złożem sfluidyzowanym. Prowadzone badania szły w kierunku uzyskania z węglowodorów przede wszystkim metanu. Z parametrów procesu należy wymienić ciśnienie od 1 — 100 atmosfer, temperaturę od 800 — 1.200°C. Ciepło spalania uzyskanego gazu wynosiło ca 5.100 kcal/Nm³ dla węgla, a dla półkoksu w zależności od stosowanego ciśnienia 3.390 kcal/Nm³ przy ciśnieniu 10 atmosfer, a 4.350 kcal/Nm³ przy ciśnieniu 50 atmosfer. Stwierdzono, że zawartość metanu w gazie zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia. Jako medium zgazowujące stosowano parę wodną i tlen, przy czym stwierdzono, że normalnie stosowane w generatorach systemu Lurgi ciśnienie 20 atm. na skutek nierozłożonej pary wodnej i CO₂ wynosi dla wodoru tylko 5 — 6 atmosfer. Jeśli chodzi o wydajność procesu to 85% substancji węglowej z węgla przeprowadzone jest w gaz, około 2% przypada na straty, reszta substancji znajduje się w smołach. Ciężar właściwy uzyskanej smoły wynosi 0,97, a jej uzysk 45 — 70 kg/tonę wsadu. Smoła zawiera 15 — 20% paku i 15—25% składników kwaśnych. Autor w dalszej części swego referatu podaje schematy używanej do doświadczeń aparatury, jak schemat aparatu laboratoryjnego do wysokich ciśnień, aparatury do uwodorniania węgla i półkoksu dla metod w złożu stałym i metod fluidyzacyjnych.

W. Gumz w swoim referacie pt. „Metoda obliczania dla procesu zgazowania w zawiesinie“ — podaje sposoby obliczeń poszczególnych faz procesu zgazowania w złożu ruchomym, znając skład chemiczny użytego do procesu surowca, medium zgazowującego, skład uzyskanego gazu oraz warunki w jakich proces jest prowadzony. Obliczenia dokonuje się w 2 etapach. Najpierw obliczony jest uzysk hipotetycznego gazu, powstającego w reakcji pomiędzy środkami zgazowującymi a węglem. Gaz ten został oznaczony nazwą gaz przejściowy. Potem oblicza się ogólny bilans cieplny wszyst-

kich reakcji w poszczególnych temperaturach procesu. Porównanie wyników rachunkowych i eksperymentalnych wykazało zadowalającą zgodność. Takie postępowanie pozwala na rachunkową analizę technicznych i gospodarczych możliwości zgazowania paliw w złożu ruchomym.

Teoretyczne podstawy procesu zgazowania stanowią treść referatów E. Mertensa pt. „Rozważania nad mechanizmem zgazowania węgla“ i van Loona pt. „Podstawowe zasady i zastosowania procesu zgazowania“ oraz M. W. Thringa i P. H. Price'a pt. „Zależność między czynnikami fizycznymi i chemicznymi przy oznaczaniu szybkości reakcji CO₂ — C w głębokich warstwach paliwa“.

Mertens na podstawie diagramu Nicholasa, wg którego spalanie węgla i uzyskiwanie gazu następuje w kolejności



udowadnia, że najpierw na skutek powierzchniowego kontaktu węgla z tlenem, przebiega reakcja heterogeniczna w kierunku tworzenia się CO, a następnie tlenek węgla przechodzi w CO₂ w powstającej fazie gazowej. Autor podaje, że dodatki chlorowców takich jak Cl, CCl₄, jako inhibitorów, zwalnia szybkość tworzenia się fazy gazowej. Zależnie od ilości użytych inhibitorów chlorowcowych stężenie CO maleje lub wzrasta do 80%. Przeprowadzone badania w cylindrycznej retortie w silnym strumieniu przepływającego zimnego tlenu, jak również w obecności inhibitorów, potwierdzają hipotezę Mertensa powstawania jako pierwszego CO na granicy powierzchni gaz — węgiel z końcowym utlenieniem do CO₂ w powstałej fazie gazowej. W obecności pary wodnej reakcja ma przebieg łańcuchowy.

Przeprowadzono również badania nad zgazowaniem koksu, stosując wysokie temperatury. Analiza uzyskanego gazu zgadzała się z założeniami.

Rolę stosowania inhibitorów wyjaśnia równanie:



W zakończeniu swego referatu autor podaje propozycję przeniesienia tych doświadczeń do przemysłu, gdzie uzyskiwanie gazu bogatego w CO potrzebne jest do syntezy chemicznej.

Van Loon omawia kinetykę procesu zgazowania. Jak wiadomo, szybkość i przebieg reakcji heterogenicznej jest ograniczony dwoma czynnikami, chemicznym i fizycznym. Wzrost temperatury przyspiesza przebieg reakcji. W temperaturach wysokich szybkość reakcji zależy w pierwszym rzędzie od ilości masy przechodzącej z fazy gazowej do fazy stałej, a ilość ta jest proporcjonalna do szybkości gazu. Otrzymujemy więc zakres temperatury, w którym następuje reakcja (dla spalania węgla w tlenie 700 — 1.000°C). Obszar tych temperatur jest ograniczony szybkością gazu i temperaturą węgla. Przenoszenie ciepła wewnątrz masy paliwa w procesie zgazowania, a więc temperaturach wyższych, odbywa się prawie wyłącznie na drodze konwekcji. Decydującym czynnikiem jest szybkość gazu.

Przy użyciu do zgazowania węgla medium zgazowującego zawierającego tlen, otrzymuje się dwie określone temperatury, z których wyższa odpowiada układowi niezmiennemu i jest rzeczywistą temperaturą spalania, niższa odpowiada układowi zmiennemu i jest temperaturą zapłonu paliwa. Oba te punkty leżą poza zakresem temperatur strefy przejściowej spalania. W przypadkach wyjątkowych otrzyma się jedną temperaturę, przy której może istnieć stan stabilny układu, leżący w zakresie temperatur strefy przejściowej spalania.

W zagadnieniu zgazowania odgrywa dużą rolę długość strefy spalania i najniższe stężenie tlenu. Obie te wartości zależą od szybkości gazu i rosną jednocześnie ze wzrostem szybkości.

Do otrzymania gazu o niskim cieple spalania stosuje się dmuch powietrzno-parowy z 17-procentowym dodatkiem tlenu. Użycie dmuchu tlenowo-parowego o zawartości 22% tlenu stosuje się do otrzymania gazu do syntezy, w generatorach o rusztach ruchomych (Holandia). Najlepsze wyniki zgazowania (wg Mitschella) otrzymuje się przy zimnym dmuchu o zawartości tlenu od 40 — 80%.

Zgazowanie paliw w złożu stałym stosuje się dla uzyskania gazu o niskim cieple spalania, przy czym sprawność termiczna instalacji dochodzi do 75%. W przypadku otrzymywania gazu o wysokim cieple spalania sprawność instalacji nie przekracza 60%. Procesy zgazowania w złożu stałym mają w przyszłości możliwości dużego rozwoju. Osiągalne są

tu wydajności rzędu 80 — 85%. Wymaga to jednak dalszych intensywnych doświadczeń.

Thring i Price w swoim referacie, będącym dalszym ciągiem rozważań teoretycznych nad procesem zgazowania paliw, podają na podstawie przeprowadzonych badań zależność reakcji CO_2 w głębokich warstwach paliwa od oporów fizycznych i chemicznych oraz ciśnienia gazu. Stwierdzono proporcjonalność między szybkością reakcji a ciśnieniem CO_2 na powierzchni cząsteczki paliwa oraz (częściowo) zależność reakcji od opóźniającego wpływu CO. Wprowadzono przybliżone wzory na obliczenie szybkości reakcji.

W następnej grupie C, obejmującej, jak zaznaczono na wstępie, zagadnienia zgazowania paliw w złożu stałym, specjalnie ciekawe były referaty omawiające zagadnienia zgazowania paliw o wysokiej zawartości substancji mineralnej. Uwzględniono tu możliwości pełnego wykorzystania odpadów kopalnianych.

Referat pierwszy M. A. Spaggiari'ego pt. „Sprawozdanie z 4-letnich doświadczeń nad całkowitym zgazowaniem paliw w gazowni rzymskiej” — zapoznaje ze szczegółami technicznymi tych prób, w których osiągnięto pewien postęp.

Gazownia w Rzymie, poza istniejącymi 9 generatorami firmy „Strache” zainstalowała urządzenie 4 generatorów do całkowitego zgazowania. Wydajność produkcyjna tej instalacji (na bazie węgla kamiennego) wynosi 60.000 m³/dobę gazu mieszanego, albo 75.000 m³ gazu wodnego lub 100.000 m³ gazu słabego. Każda jednostka produkcyjna składa się z generatora, przegrzewacza, komory spalania, kotła na gazy odlotowe, elektrofiltru, płuczek i chłodnicy. Komora spalania i kotła na gazy odlotowe jest wspólny dla wszystkich jednostek. Średnica generatora wynosi 3 m. Dolna jego część jest osłonięta płaszczem wodnym. Część górna, wyłożona materiałem ogniotrwałym, została podzielona ścianami wewnętrznymi na 4 komory o przekroju 0,95 m² i wysokości 5 m każda. Ściany zewnętrzne, jak i działowe wewnętrzne są zbudowane ze specjalnie przygotowanego materiału ogniotrwałego. Wewnątrz ścian umieszczono pionowe kanały do podgrzewania powietrza. Poza tym autor podaje dokładne szczegóły budowy poszczególnych elementów urządzenia.

Zakłady produkują głównie gaz mocny (do napędu silników), czasami gaz wodny i wyjątkowo gaz słaby.

Do produkcji gazu gazownia używa węgle nieśpiękające, różnego pochodzenia. Do doświadczeń zastosowano węgle: angielskie (East Midland), francuskie (Lothringen), polskie (Górnośląskie) i przez pewien krótki okres czasu węgle włoskie z kopalni Ribolla (Grosseto). Ogólnie swymi własnościami można je zakwalifikować do typu 32, według polskiej klasyfikacji.

Na podstawie uzyskanych wyników autor stwierdza, że najlepszym węglem okazał się węgiel o ziarnie od 40—70 mm. Otrzymany gaz mieszaný posiadał średnie ciepło spalania 3.050 — 3.250 kcal/Nm³.

Użyte do procesu węgle różnego pochodzenia zachowywały się w instalacji na ogół podobnie.

Proces zgazowania prowadzono również przy zmiennych parametrach ciśnienia i temperatury. Poza tym autor podaje szczegółowe dane dotyczące zapotrzebowania pary, wody, powstania szlaku i popiołu lotnego, ilości i składu uzyskanej smoły i wody.

W zakończeniu autor stwierdza, że całkowite zgazowanie paliw w nowych instalacjach pozwala na osiągnięcie gazu wysokowartościowego, co ma uzasadnienie gospodarcze.

W referacie drugim L. Gagnaire'a pt. „Całkowite zgazowanie węgla bitumicznych (zastosowanie w paleniskach przemysłowych)” — autor podaje opis stosowanego urządzenia. Jako paliwo wsadowe służy węgiel o zawartości części lotnych 25—40% i substancji węglowych 60—75%, licząc na substancję suchą i bezpopiołową. Do chwili obecnej stosowano dwa rozwiązania: a) generator klasyczny lub na dwugaz z wyodrębnieniem smoły albo b) generator cykliczny z krakowaniem smoły w urządzeniu dodatkowym. Pierwsze z tych urządzeń pozwala uniknąć transportu smoły i umożliwia łatwe rozprowadzanie gazu. Natomiast instalacja taka wymaga dodatkowego urządzenia do oczyszczania gazu i posiada niższą sprawność termiczną przez straty ciepłne unoszone z gazem, jak również przez zmniejszenie wartości opałowej oddzieleniem skondensowanej smoły. Drugie rozwiązanie jest bardziej skomplikowane, posiada wyższą sprawność termiczną (65%) i daje gaz o wysokim cieple spalania (3.000 kcal/Nm³).

W instalacji opisanej przez referenta oddzieloną od gazu zimną smołę zawraca się do górnej części generatora, otrzymując w efekcie końcowym tylko gaz i żużel. Główną częścią

opisanego urządzenia jest generator typu klasycznego generatora na dwugaz, z dobowaną kolumną zgazowującą. Gaz słaby kierowany jest bezpośrednio do przewodów, gaz mocny zaś z rozkładu płucze się najpierw olejem obiegowym, później wodą. Olej obiegowy usuwa z gazu lekką smołę i część jego strumienia zawracana jest do generatora. W płucze wodnej usuwane są ciężkie frakcje smoły, które następnie używa się do zraszania paliwa.

Uzyskane wyniki w instalacji w hucie Schneider—Creusot przedstawiają się następująco: sprawność termiczna generatora ca 90%, ciepło spalania gazu 2.070 kcal/Nm³ (gaz z rozkładu 2.600 kcal/Nm³), gaz słaby 1.400 kcal/Nm³, średni skład gazu mieszanego: CO_2 —5%, CnHm —1,2%, CO —24,3%, H_2 —21,5%, CH_4 —1,9%, C_2H_6 —2,9%, N_2 —43,2%.

Istnieje możliwość ulepszenia opisanego urządzenia przez podgrzewanie wdmuchiwanego powietrza i pary. Poza tym stosując jako medium zgazowujące tlen pod zwiększonym ciśnieniem, można będzie uzyskać gaz o cieple spalania 3.500 kcal/Nm³. Użyte do doświadczeń węgle gazowo-płomienne należą do nie spiekających i nie rozprężających się.

O. Hubmann; w referacie pt. „Postępy na polu zgazowania bogatych w popiół węgla drobnopielastych pod zwiększonym ciśnieniem” — podaje przede wszystkim najważniejsze typy generatorów do zgazowania ciśnieniowego. W czasie drugiej wojny światowej rozpowszechniła się metoda zgazowania jako tzw. ciśnieniowe zgazowanie Lurgi. Generator jest w zasadzie zbudowany jak normalny, pracujący pod ciśnieniem atmosferycznym, tylko, że proces przebiega pod ciśnieniem 30 atmosfer; do zgazowania służy mieszanina czystego tlenu z parą wodną. Jako paliwa używa się najczęściej węgla brunatnego. Uzyskany gaz przy całkowitym zgazowaniu posiada ciepło spalania od 4.200 — 4.400 kcal/Nm³. Jako pozostałość uzyskuje się niewielkie ilości lekkich olejów o charakterze aromatycznym. Metoda Lurgi znalazła szerokie zastosowanie w środkowych Niemczech i Czechosłowacji. Próby zgazowania węgla kamiennego metodą Lurgi dały wyniki pomyślne, szczególnie dla węgla antracytowego. Uzyskano gaz o cieple spalania 3.700—3.900 kcal/Nm³. Szerzej badano węgle kamienne w tym procesie w NRD.

Specjalnie w Zagłębiu Ruhry jak również w Anglii i Ameryce istnieje dążność, aby węgle bitumiczne o dużej zawartości części lotnych, nie nadające się do kokсования, zużyć do otrzymywania gazu na innej drodze. Poważny kłopot sprawia w procesie całkowitego zgazowania ich zdolność spiekania. W Pittsburgu robiono wstępne doświadczenia z ciśnieniowym zgazowaniem kamiennych węgla spiekających w generatorze o przekroju zaledwie 1 stopy. Doświadczenia te nie dały pozytywnych rezultatów. Generator okazał się zbyt mały. W NRD prowadzone są systematyczne badania nad zgazowaniem węgla drobnopielastych o dużej zawartości popiołu i o niskim punkcie topnienia. W Zagłębiu Ruhry firma Lurgi i firma Ruhrgas prowadziły intensywne badania nad zgazowaniem węgla gazowo-płomiennych w Holten. Generator posiadał przekrój 0,8 m² i pracował pod ciśnieniem ca 30 atm. Urządzenie produkowało ca 2.200 m³/godzinę. W ciągu 2,5 roku badań prowadzono doświadczenia nad zgazowaniem torfu, węgla brunatnego, węgla lignitowych, pół-bitumicznych i gazowo-płomiennych oraz antracytowych. Zawartość popiołu badanych węgla dochodziła do 30%, a zawartość siarki do 7%. W wyniku doświadczeń ustalono dolną granicę ziarnienia węgla na 2 mm oraz górną granicę spiekalności na 12 według Damma. Jak już wspomniano wyżej (praca H. W. Nelsona), zbyt duża spiekalność stosowanych węgla jest niekorzystna, szczególnie w generatorach ciśnieniowych, gdzie przerób paliwa wynosi 800—1.000 kg/m²/godz., a szybkość przesuwania się warstwy paliwa 1,2 — 1,5 m/godz.

Obecnie projektuje się w Zagłębiu Ruhry instalację do całkowitego zgazowania niepłukanego drobnopielastego węgla gazowo-płomiennego o wydajności 1,5 mln m³ gazu/dobę.

Temu samemu zagadnieniu poświęcony jest referat F. Leithe'a i G. Lorenzena pt. „Nowe osiągnięcia w zgazowaniu paliw silnie zapozielenych”.

Otóż przy wydobywaniu węgla kamiennego powstają znaczne ilości odpadowych skał zawierających w sobie pewne ilości substancji węglowej. W samym tylko Zagłębiu Ruhry ilość ich dochodzi do 2 mln. ton węgla rocznie. Zasyby te marnują się, zwala się je na hałdy, lub używa jako składnik podsadzki w kopalnictwie węglowym. Dla zgazowania tych odpadów opracowano metodę zgazowania w generatorze poprzeczno-strumieniowym.

Metoda przedstawia się następująco: do komory, w której przebiega zgazowanie zasypuje się paliwo otworem górnym.

Otworami w tylnej ścianie wpływa medium zgazowujące (powietrze zmieszane z parą wodną) uprzednio podgrzane. Przesuwające się w szybie generatora, ku dołowi, paliwo ulega kolejnemu: suszeniu, odgazowaniu, zgazowaniu, wreszcie spalaniu. Powstałe gazy uchodzą w przedniej ścianie do odbieralników, skąd dalej do chłodnicy. Gorąca woda z chłodnicy służy do nasywania wstępującego powietrza. Gazy ze spalania w dolnej części komory ogrzewają medium zgazowujące.

W roku 1951 taki doświadczalny generator zbudowała firma Otto na wsad dziesięciu ton na dobę. Opisane próby wykonano na tym generatorze. Jako paliwo stosowano odpady z płuczek węgla kamiennego o wielkości ziarna 10 — 40 mm. Zawartość substancji węglowej wynosiła 9 — 24%. Punkt topnienia substancji mineralnej wynosił ca. 1.200°C. Wartość opałowa uzyskanego gazu wynosiła od 700 — 1.200 kcal/Nm³. Skład jego był różnorodny, zależny od składu odpadów. W dalszym ciągu doświadczeń prowadzono próby zgazowania zapozielonych węgla antracytowych dla otrzymania gazu do syntezy amoniaku. Stosowany węgiel zawierał 41,3% substancji mineralnej o punkcie topnienia 1.370°C. Węgiel brykietowany i zgazowywano z dodatkiem tlenu. Ciepło spalania uzyskanego gazu wynosiło 1.607 kcal/Nm³.

W oparciu o te doświadczenia wybudowano instalację do produkcji 40 ton NH₃/dobę, wytwarzającą 7.000 Nm³ gazu na godzinę.

O. Hubmann i P. Lange zajmują się również problemem zgazowania paliwa o dużej zawartości popiołu szczególnie odpadów z płuczek. W referacie pt. „Zgazowanie paliw o znacznym stopniu zapozielenia w zstępującym strumieniu gazu” — podano szczegóły techniczne skonstruowanego przez nich pieca do ciągłego zgazowania paliw bogatych w popiół. Piec tzw. Hubofen (o ruszcie potrząsalnym) może pracować nawet na łupkach wirtensberskich o zawartości substancji węglowej 3%. Paliwo dostarczone jest do górnego zbiornika, z którego przesuwa się na ruszty ruchome. W górnej części pieca odbywa się wstępne osuszanie paliwa, następnie ogrzewanie, odgazowanie i zgazowanie. Dla przeprowadzenia zgazowania paliwa stosuje się zmienne zasysanie powietrza i pary wodnej oraz gazu ze zgazowania. Powietrze i gaz płyną z góry przez warstwę paliwa. Opracowano taki bieg postępowania, że gaz przepuszcza się przez warstwę paliwa dwukrotnie, co ułatwia wymianę ciepła i podnosi wartość opałową gazu. Uzyskany gaz po opuszczeniu pieca odprowadza się do urządzeń kondensacyjnych i oczyszczających, skąd kierowany jest do właściwych celów.

Do poduszania i ogrzewania węgla służą zassane gazy ze strefy spalania pieca. Wypaloną pozostałość z suszenia, ogrzewania, odgazowania, zgazowania i spalania usuwa się z rusztów (żużel).

O ile w drugiej fazie procesu (zgazowania) zamiast powietrza stosuje się jako medium parę wodną wówczas otrzymujemy gaz wodny o zastosowaniu do produkcji wodoru i dla syntezy chemicznej.

Stosując łupki węglowe o wartości opałowej 1.050 kcal/kg uzyskano w czasie doświadczeń 68% wydajności w stosunku do analizy Fischera-Schradera. Omówione piece mogą przeobrażać dziennie od 50 — 60 ton łupków. Słaby gaz uzyskany ze zgazowania paliw bogatych w popiół można wykorzystać w turbinach gazowych (gazoelektrownia).

Z tej samej grunw problemowej referat M. Maschka pt. „Całkowite zgazowanie węgla gazowych w ferro-koksie w piecach szybowych: jego znaczenie dla przemysłu gazowniczego i hutniczego” — omawia wyniki prób prowadzonych w Duisburgu nad zgazowaniem węgla w połączeniu z produkcją żelaza (ferro-koks). Jak wiadomo, węgle gazowo-olienne w mieszanke z węglami koksoowymi dają koks hutniczy w procesie odgazowania, przy czym jakość jego jest wystarczająca dla nowoczesnych wielkich pieców. Natomiast jego wytrzymałość mechaniczna nie jest zbyt wysoka i w procesie odgazowania otrzymujemy znaczne ilości koksu o sortymencie drobnym. Próby w Duisburgu w skali technicznej wykazały, że w procesie koksowania mieszanki węgla gazowych z niektórymi gatunkami rud żelaza otrzymano w piecach komorowych mocny, wytrzymały mechanicznie koks, bogaty w związki żelaza.

W piecu szybowym następuje proces zgazowania uzyskanego ferro-koksu. Oprócz gazu o wartości opałowej 900-1.500 kcal/Nm³ otrzymujemy surowkę żeliwną i żużel.

W dalszej części referatu autor podaje szereg szczegółów technicznych dotyczących własności rud i konstrukcji pieca szybowego, celem zapewnienia optymalnego procesu zgazowania ferro-koksu. Np. wymiary pieca szybowego powinny

być tak ustalone, by umożliwić łatwy przepływ ładunku, a kąt szybu pieca powinien być wystarczająco stromy. Przy regulacji biegu pieca ogromną rolę odgrywa wprowadzenie stałego niezmiennego dopływu powietrza o stałej temperaturze. Próby laboratoryjne wykazały, że koks bogaty w żelazo nie różni się strukturą od zwykłego koksu. Przebiegające reakcje w szybie pieca w temperaturze 950°C są podobne jak w przypadku stosowania zwykłego koksu. W temperaturach wyższych szybkość reakcji rośnie tak znacznie, że trudno wówczas zaobserwować zmiany. Ważnym czynnikiem decydującym o powodzeniu procesu zgazowania w piecu szybowym jest dostatecznie wysoka wytrzymałość mechaniczna ferro-koksu.

Interesujące, z tej samej dziedziny co prace Paschka, są osiągnięcia ostatnich lat w zgazowaniu węgla w piecach niskoszybowych. W. Wenzel w referacie pt. „Całkowite zgazowanie węgla w niskich piecach szybowych” — mówi o możliwościach uzyskania palnych gazów o wartości opałowej w granicach 1.200 — 1.500 kcal/Nm³ w procesie zgazowania, przy czym produktem ubocznym jest w tym przypadku surowka, jej stopy i żużle. Jeśli czynnikiem zgazowującym jest powietrze wzbogacone w tlen, to można uzyskać gaz o wartości opałowej 1.500 — 1.800 kcal/Nm³.

Najcharakterystyczniejsze dla procesu zgazowania w niskim szybowym piecu jest zastosowanie drobnopiękistego węgla o możliwie jednakowym uziarnieniu (wielkość ziaren od 5 — 25 mm). Stosowane węgle mogą zawierać do 30% popiołu, przy czym ich zdolność spiekania nie powinna być wysoka. Można w tym procesie stosować węgle o średnich zdolnościach spiekających. Dobre zmieszanie węgla z rudą żelazną i topnikami zmniejsza mechanicznie jego zdolność spiekania (wpływ mechaniczny składników). Poza tym tlenek żelaza powoduje wstępne utlenianie węgla i zmniejsza automatycznie jego zdolność spiekania (wpływ chemiczny składników). Uzyskany gaz zanieczyszczony wraz ze smołą przepuszcza się przez specjalny filtr gorący z koksem aktywowanym lub tlenkiem żelaza w temperaturze 700°C, skąd wędruje do wymienników ciepła i dalszego oczyszczania. Zadaniem filtru jest oczyszczanie gazu od pyłu i rozłożenie smoły. Jego chemiczne działanie jest uzależnione od wysokości temperatury i od rodzaju masy filtrującej.

Piąta grupa E obejmuje zagadnienia zgazowania paliw metodą fluidyzacyjną.

Jako pierwszy został wygłoszony referat P. Focha i L. Loisona pt. „Zgazowanie pyłu węglowego według metody Panindco. Najnowsze osiągnięcia”. Rerefat zawiera informacje o badaniach, które przeprowadzono w roku 1953 w Zakładzie Doświadczalnym w Grand-Quenvilly (koło Rouen). Celem badań było rozpracowanie nowych możliwości w zakresie zgazowania węgla. Metoda Panindco opiera się na następującej zasadzie: do szybu zgazowującego wprowadza się z jednej strony strumień lub kilka strumieni drobno zmielonego węgla (pył węglowy) w przepływającym gazie nośnym. Z drugiej zaś strony wdmuchuje się jednym lub kilkoma strumieniami powietrze, tlen, parę wodną lub też mieszaninę tych gazów. Głównymi trudnościami, jakie napotymano przy stosowaniu tego rodzaju metod, były: a) sprawa jednorazowego usuwania popiołów, b) wysoka temperatura, do której należało ogrzać wprowadzony węgiel, c) osiągnięcie odpowiedniej szybkości reakcji i wysokiego stopnia zgazowania, mimo krótkotrwałego zetknięcia się paliwa ze środkami zgazowującymi, d) topienie się popiołu, wreszcie e) zapychanie się urządzeń odpopielających. Poza tym należało mieć na uwadze wytrzymałość ścian komory na wysoką temperaturę i na przepływający gaz.

Metoda stosowana w Rouen charakteryzowała się następująco: 1) małym przepływem — węgiel i medium zgazowujące wprowadzono do szybu równoległymi strumieniami, które przechodziły przez komorę z nieznaczna szybkością; wskutek tego niszczenie ścian komory było minimalne. 2) duże wymiary komory — warunkowano nie tylko dążnością intensywnego zgazowania, lecz przyspieszeniem chłodzenia gazu, 3) usuwaniem popiołu w stanie stałym, 4) podgrzewaniem gazu do procesu zgazowania (należy zaznaczyć, że warunek ten nie jest istotną cechą metody Panindco). Z badań przeprowadzonych w Rouen wynika, że przez odpowiedni stosunek wdmuchiwanego do szybu tlenu i powietrza można określić sposób wytwarzania następujących gazów: gazu słabego, gazu do syntezy amoniaku oraz gazu do innych syntez (CO + H₂); wartość stosunku CO do H₂ winna mieścić się w granicach od 0,70 — 0,90. Z prawidłowo przebiegającego procesu podczas doświadczeń wynika, że trudności odnośnie usuwania pozostającego po procesie zga-

zowania popiołu jak i wytrzymałości obmurza generatora, zostały rozwiązane w sposób zadowalający. W wyniku doświadczeń osiągnięto dość wysoki stopień zgazowania dochodzący prawie do 1. Sprawność instalacji zależy jedynie od odpowiednio dobranego stosunku O_2 do C.

Ekonomiczne warunki prowadzenia procesu oczywiście nie odpowiadały uzyskaniu bardzo wysokiego stopnia zgazowania, bowiem uzależniały proces głównie od warunków lokalnych jak: cena węgla i tlenu, obecność pary wodnej, zagadnienia rekuperacji ciepła itp.

Z ważniejszych danych wynika, że przy stosowaniu do zgazowania węgla płomiennych trzeba zużyć $300 m^3$ tlenu (jako tlenu powietrza) i $650 kg$ suchego węgla (o zawartości popiołu ca 12%) dla uzyskania $1.000 m^3 CO + H_2$. Autorzy uważają, że w dużych zakładach przemysłowych możliwe będzie osiągnięcie jeszcze niższej liczby zapotrzebowania węgla i tlenu w procesie zgazowania według opisanej metody.

Referat W. Flescha pt. „Przyczynki do całkowitego zgazowania węgla” — rozważa zalety i wady metody zgazowania paliw według Winklera, opartej na zasadzie ruchomego złoża. Wadami metody Winklera są: a) wysoka temperatura gazu wychodzącego z generatora ($1.000^\circ C$), b) zbyt duże straty paliwa, ponieważ zgazowywane złoże jest w ciągłym ruchu i duża część jego jest unoszona z wyprodukowanym gazem. Wielkość tych strat zależy od stopnia rozdrobnienia paliwa, od zawartości popiołu i od zdolności reakcyjnej paliwa. Opisana przez autora, jako ulepszenie metody Winklera, metoda Flesch-Winklera oparta jest na zasadzie generatora spływowego, przy zastosowaniu której proces zgazowania nie zależy od punktu topnienia popiołu i otrzymany gaz wychodzi z generatora w temperaturze około $300^\circ C$. Zasada metody polega na tym, że na paliwo złożone na ruszcie wprowadza się od góry środki zgazowujące. Ponad tą strefą znajduje się strefa palenia, a ponad strefą spalania strefa tworzenia się żużla. Dzięki takiemu układowi medium zgazowujące ogrzewa się w strefie żużlowej nim osiągnie strefę spalania. Powstały gaz zarówno przy redukcji CO_2 do CO , jak i w dolnej części złoża, oddaje tak znaczne ilości ciepła, że opuszczają generator w temperaturze ca $300^\circ C$. W metodzie tej proces zgazowania przebiega ku dołowi, po czym w celu doprowadzenia żużla z górnej części złoża zmienia się kierunek zgazowania (w odstępach 15 minut) na przeciwny na okres 2 minut.

Uzyskane wyniki według tej metody należy uznać za zadowalające. Autor stwierdza na zakończenie, że technika złoża fluidalnego znalazła w procesie zgazowania skuteczne zastosowanie, że metoda Winklera została w skali technicznej z powodzeniem wypróbowana oraz, że metody Flesch-Winklera i B.A.S.F.-Flesch-Demag, w których stosowana jest technika złoża fluidalnego sposobem periodycznym znajdzie wkrótce zastosowanie w skali technicznej.

Praca L. J. Jolley'a, C. C. Noaksa i J. E. Stantana pt. „Wytwarzanie gazu wodnego w złożu fluidalnym” — jest sprawozdaniem z doświadczeń prowadzonych w „Fuel Research Station London” nad zgazowaniem niskowartościowych węgla płomiennych w złożu fluidalnym przy pomocy pary wodnej w temperaturze $800 - 900^\circ C$ dla uzyskania gazu wodnego. Instalacja doświadczalna składała się z reaktora parowego o przekroju $20 cm$ i wysokości $3,7 m$. Do procesu stosowano węgiel płomienny o uziarnieniu do $3 mm$.

Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły mieć ogólny pogląd na proces zgazowania w złożu ruchomym, jednakże nie dają właściwych przesłanek co do wpływu wysokości temperatury na przebieg reakcji, dodatku pary wodnej, wielkości ziarna i składu paliwa.

Dla porównania wpływu tych zmiennych parametrów przeprowadzono również próby laboratoryjne przy zastosowaniu złoża stałego i ruchomego w komorach reakcyjnych o przekroju $3 cm^2$. W doświadczeniach użyto węgla i koksu, przy czym uzyskany gaz posiadał przeciętny skład: $CO_2 - 10,7 - 28,4\%$, $CO - 8,4 - 32,1\%$, $H_2 - 55,9 - 60,8\%$, $CH_4 - 0,4 - 8,2\%$. Wykonane doświadczenia mogą stanowić podstawę do zastosowania niniejszej metody w skali technicznej.

Referat K. H. Osthausa w tej grupie problemowej obejmuje proces zgazowania pyłu z węgla według metody Koppers-Totzek („Zgazowanie pyłu węglowego według metody Koppers-Totzek i jej rozwój”). Referent po wstępnym opisie metod zgazowania pyłu węglowego dla produkcji gazu grzejnego lub do syntezy w złożu upłynnionym zatrzymuje

się szerzej nad opisem instalacji w Oulu (Finlandia), do zgazowania pyłu węglowego. Węgiel surowy w tamtejszej instalacji suszy się przede wszystkim do zawartości wilgoci około 2% , po czym miele się i gotowy pył węglowy transportuje do zbiornika generatora. Instalacja posiada 3 generatory gazowe. Pod każdym zbiornikiem znajdują się przenośniki ślimakowe. Tą drogą pył przenoszony jest do strumienia tlenu doprowadzanego w przeciwnym kierunku do generatora. Zasadniczą sprawą jest właściwe dozowanie tlenu i pyłu węglowego dla wytworzenia gazu o jednolitym składzie. Gorący gaz uzyskany z procesu przechodzi do cyklonów i płuczek. Stała pozostałość spływa częściowo jako żużel, częściowo unoszona jest z gazem i usuwana w cyklonie. Ciekawym szczegółem konstrukcyjnym jest zastosowanie 6 dysz dla doprowadzenia do generatora mieszanki pył-tlen. Obliczono, że przy stopniu zgazowania $88,6\%$ węgla i wydajności gazu $1,51 Nm^3/kg$ świeżego węgla, zużycie czystego tlenu do wytworzenia $1 Nm^3$ użytecznego gazu wynosi $0,358 Nm^3$.

Ostatnią grupę problemów referatów obejmującą różne zagadnienia rozpoczyna referat H. De Ryckera pt. „Co należy sądzić o generatorach budowanych na pojazdach mechanicznych”. Autor podaje wszystkie wady generatorów, stosowanych do napędu pojazdów mechanicznych oraz trudności, jakie występowały przy stosowaniu gazu generatorowego do samochodów. W referacie dokładnie opisano wskaźniki i parametry dotyczące tych urządzeń i poruszano zagadnienie stosunku sprężenia silnika i jego sprawności przy stosowaniu normalnego nie przerobionego silnika i użytkowaniu gazu generatorowego. Tym niemniej, wskazuje na zakończenie Rycker w swoim referacie, że zagadnienie techniczne zostało całkowicie rozwiązane i że do pewnych celów napęd ten nadaje się i może mieć zastosowanie.

Referat A. Ignatieffa, E. J. Burrogha i R. B. Toombsa omawia zagadnienia zgazowania węgla w świetle kanadyjskiej gospodarki paliwami. Referenci podają, że zapasy węgla w Kanadzie oceniane są na 100 mld. ton, zaś zapasy gazu ziemnego — na $400 \times 10^9 m^3$. Wobec dowierczania się dużych i bogatych źródeł gazu ziemnego w zachodniej części Kanady planowana jest budowa rurociągu gazowego długości $1.600 km$ o $\varnothing 900 mm$ dla przesyłania dobowego ca $20 mld. m^3$ gazu. Rok rozpoczęcia tej budowy 1954. W roku 1957 rurociąg ma być oddany do ruchu. Dla rozwoju gazu węglowego, wobec bogatych źródeł gazu ziemnego, nie przewiduje się specjalnie wielkich widoków. Od roku 1919 do roku 1951 wzrosło oddanie gazu węglowego trzykrotnie, gazu ziemnego zaś 3,3-krotnie. Autorzy podają, że przyszłość gazownictwa węglowego uzależniona jest od wyczerpania źródeł gazu ziemnego. Obecnie Kanada przeżywa okres intensyfikacji budowy rurociągów. Długość sieci gazu ziemnego wraz z siecią rozdzielczą stanowi około $3.300 km$.

Reasumując autorzy stwierdzają, że przyszłość rozwoju przemysłu zgazowania paliw zależy w Kanadzie od: 1) wyczerpania się źródeł gazu ziemnego w bliskości przemysłu, 2) bezpośredniego dostępu dla przemysłu taniego węgla, 3) istnienia przeważających i sprzyjających czynników geograficznych i ekonomicznych, warunkujących wyższość węgla dla okręgów przemysłowych nad gazem ziemnym.

P. Dorzee w pracy pt. „Przesyłanie i magazynowanie gazów z całkowitego zgazowania paliw” — podaje zależności między nakładami związanymi z kosztami sprężania i budowy rurociągów przy różnych średnicach. Równocześnie porusza zagadnienie z zakresu opłacalności przesyłania gazów w zależności od ciepła spalania, przyjmując granicę kosztów przesyłania gazu na $1.000 kcal$ maksymalnie $6 centimów$. W dalszym ciągu artykułu porusza także sprawę magazynowania gazu w zbiornikach niskiego ciśnienia, przy czym sugeruje, że dla instalacji służących do zupełnego zgazowania węgla, a zatem wielkich ilości gazu, korzystne jest szukanie buforowych odbiorców, którzy by chwilowe nadmiary gazu mogli całkowicie zużyć.

Ciekawe są, podane przez Dorzee'a, normy dla gazu dalekosieżnego, przy czym jako granicę zanieczyszczeń dla niektórych składników gazu dalekosieżnego podano: $H_2S - 2 mg/m^3$, $HCN - 220 mg/m^3$, $NH_3 - 20 mg/m^3$, $S - 350 mg/m^3$,

wreszcie smoły — 0 , naftalenu — $\frac{100}{p} mg/m^3$, przy czym

p oznacza absolutne ciśnienie za kompresorem.

W zakończeniu referent omawia zagadnienie podziemnego magazynowania gazu i wskazuje równocześnie na konieczność współpracy czynników zajmujących się całkowitym zgazowaniem węgla z fachowcami od zagadnień rozprzeczania i magazynowania gazu.

Ostatnią grupę problemową E kończy referat M. Renaudie i G. Pirou pt. „Badania aparatury laboratoryjnej dla oceny węgla w procesie całkowitego zgazowania”.

Do ustalenia odpowiednich gatunków węgla służą klasyczne próby: analiza normalna węgla, oznaczanie temperatury topienia popiołu, wskaźnik wolnego wydymania i destylacja w retortce Fischera i Schradera. Najważniejszą cechą węgla w tym procesie jest wydymanie. Zależało na skonstruowaniu takiej aparatury, która w skali laboratoryjnej mogłaby odtwarzać stosunki panujące we wstępnej komorze zgazowującej. Najkorzystniejsza jest skala 1 : 10. Autorzy podają opis takiej aparatury, której wyniki mogą służyć do wytypowania węgla do procesu zgazowania. Uzyskane rezultaty prac nie mają jednak jeszcze przemysłowego zastosowania.

Tak się przedstawia pokrótce przegląd zagadnień zgazowania paliw stałych w świetle wygłoszonych referatów na konferencji w Liege.

Dyskusja przewidziana po wygłoszeniu referatów każdej grupy problemowej i dyskusja generalna były ożywione i interesujące. W dyskusji, między innymi, przedstawiciele przemysłu węglowego Niemiec Zachodnich wypowiadali się za gazyfikacją na bazie gazu koksowniczego, którego duże ilości mogłyby być wygospodarowane przez zastąpienie go gazem słabym, do ogrzewania pieców baterii koksowniczych. Gaz koksowniczy należy również szerzej wykorzystać do celów syntezy chemicznej.

W ramach dyskusji generalnej przedstawiciele ZSRR wygłosili 2 referaty: prof. Szyszakow na temat zasad energo-mechanicznego wykorzystania paliw stałych i prof. Ław-

row — na temat pracy Rawicza, ogłoszonej w roku 1952 w Izwiestii Akademii Nauk ZSRR dotyczącej klasyfikacji gazów palnych, opartej na zawartości w nim tlenu węgla i wodoru.

Wygłoszone referaty, jak i wypowiedzi dyskutantów, stanowią cenny materiał dokumentacyjny przy rozpracowywaniu problemu zwiększenia produkcji paliw gazowych w naszym przemyśle gazowniczym.

W drugiej części konferencji, przeznaczonej na wycieczki do zakładów przemysłowych, zwiedzono kombinat w Geleen w Holandii. Kombinatu Staatsmijnen w Geleen stanowi własność państwa i oparty jest na węglu wydobywanym w pobliskiej kopalni. Koksownia o przerobie 6.000 ton węgla/dobę posiada piec systemu Koppersa i Otto o ruchu zasypowym. Węglopochodne uzyskiwane są metodą bezpośrednią. Siarkowodór usuwa się z gazu przy pomocy amoniaku i przerabia na kwas siarkowy. Poza tym zakład posiada generator gazu wodnego, używanego do produkcji amoniaku, kwasu azotowego i saletry. Fabryka chemiczna przerabia na miejscu benzol i smołę. W ruchu jest również fabryka tlenu, oparta na systemie Linde-Fränkla, posiadająca 3 urządzenia o wydajności 6.000 m³ 90%-owego tlenu/godzinę każda. Tlen zużywany będzie w budujących się nowych generatorach z podmuchem tlenowym, pod ciśnieniem 2 atmosfer. Otrzymany gaz z generatorów zużyty zostanie częściowo do ogrzewania baterii koksowniczych, częściowo wysyłany na sieć po wzbogaceniu.

W budowie znajduje się druga koksownia położona w odległości 2 km. Budowę jej rozpoczęto 2,5 roku temu. Przewidywane zakończenie budowy — do końca bieżącego roku.

Z życia Organizacji

VII Zjazd Delegatów SNIT SOG

Miejscem obrad VII Zjazdu Delegatów Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych był Olsztyn. Obrady trwały 3 dni, od 9 do 11 lipca br.

Organizacja eksploatacji przy stałym dążeniu do obniżenia kosztów własnych a jednocześnie podnoszenie jakości urządzeń i usług komunalnych — oto zasadnicze problemy, które były dyskutowane na obradach w sekcjach branżowych na Zjeździe.

Aby zrealizować postawione sobie zadania Zjazd postanowił zwrócić specjalną uwagę na zorganizowanie pracy kół zakładowych, jako tych komórek, które bezpośrednio mają wpływ na produkcję.

Kierunek działalności Zarządu Głównego został wytyczo-

ny przez przyjęte wnioski i dezyderaty, które zmierzają do podniesienia organizacyjnego kół zakładowych i do stałego realizowania postępu technicznego.

Sprawozdanie z działalności za ubiegły rok zostało ocenione pozytywnie i przyjęte przez Zjazd wraz z udzieleniem absolutorium ustępującemu Zarządowi.

Prezesem SNIT SOG został wybrany kol. Epsztajn Adam, w skład zarządu weszli kol.: Biszyński Piotr, Błaszczak Wacław, Chybowski Bogdan, Goldkraut Paweł, Górecki Eugeniusz, Just Jan, Kunińska Zofia, Lisiak Bernard, Petrozolin Wiktor, Szpakowska Jadwiga, Wyżnikiewicz Jan, Zwoliński Jerzy, jako zastępcy kol.: Bujwidowa Janina, Groszkowski Tadeusz, Kłosiński Jan, Kłossowski Jerzy.

Szczegółowe sprawozdanie ze Zjazdu zamieścimy w jednym z następnych zeszytów naszego czasopisma.

Usprawnienia i racjonalizacja

Wynalazczość pracownicza w przemyśle gazowniczym

Ruch wynalazczości pracowniczey w przemyśle gazowniczym, nadzorowanym przez Centralny Zarząd Gazownictwa, ma już swą kilkuletnią tradycję. Na podstawie osiągniętych wyników stwierdzić można, że ruch ten — ciesząc się znacznym zainteresowaniem ze strony załóg zakładów — systematycznie rozwija się, tak pod względem ilości zgłaszanych realnych projektów racjonalizatorskich jak też i wzrostu ich wartości.

Porównajmy wyniki osiągnięte w r. 1953 z wynikami lat ubiegłych:

	1950.	1951	1952	1953
ilość zgłoszonych projektów	72	189	378	575
ilość projektów przyjętych do realizacji	34	107	225	427

Jeśli do tego dodamy fakty zmniejszenia się poważnie okresu załatwiania projektów, zwiększenia liczebności członków w klubach techniki i racjonalizacji, które wykazują coraz większą aktywność oraz jeśli z projektów przyjętych do realizacji w r. 1953 zastosowano 73% — oznacza to dalszy

krok naprzód w działalności nad rozwojem wynalazczości pracowniczey.

Do zakładów, które w przemyśle gazowniczym na odcinku ruchu racjonalizatorskiego osiągnęły w r. 1953 najlepsze wyniki należą:

Zakłady Gazownictwa Okręgu Poznańskiego wykonawszy plan w 175 %

Zakłady Gazownictwa Okręgu Zabrzańskiego wykonawszy plan w 132%

Zakłady Gazownictwa Okręgu Wałbrzyskiego wykonawszy plan w 130%.

Na szczególne podkreślenie zasługuje znaczna poprawa na tym odcinku pracy w ZGO Warszawskiego, Gdańskiego i Szczecińskiego, które skutecznie pokonały trudności hamujące rozwój wynalazczości w latach poprzednich.

W skali Centralnego Zarządu Gazownictwa plan roczny ilości projektów realnych został wykonany w 112,6%, mimo zmniejszenia ilości zakładów, a zwiększenia w ciągu roku planu wynalazczości przez władze nadrzędne.

W dalszym rozwoju ruchu racjonalizatorskiego w r. 1953 w przemyśle gazowniczym nie ma rolę odegrał konkurs racjonalizatorski o tytuł najlepszych w ruchu wynalazczości pracowniczey w Resorcie Górnictwa. Konkurs ten obejmował,

tak racjonalizatorów jak i cały aparat administracyjny, zajmujący się ruchem racjonalizatorskim na szczeblu zakładu, centralnego zarządu i całego resortu. Konkurs przyczynił się do zwiększenia zainteresowania ruchem wynalazczości pracowników zakładów, a komórki administracyjne zachęcił i zmobilizował do wydajniejszej i sprawniejszej pracy.

Warunki konkursu jednak, mimo bardzo szczegółowego i poddanego wszechstronnej analizie opracowania, okazały się zbyt trudne do całkowitego osiągnięcia. Dowodem tego jest fakt, że mimo dużego wkładu pracy ze strony wszystkich biorących udział w konkursie, zaledwie w jednym przypadku wypełniono wszystkie warunki konkursu, uzyskując dyplom i nagrodę pieniężną. Dokonał tego racjonalizator Zdzisław Dobiecki z ZGO Warszawskiego, zgłosiwszy 8 realnych projektów na łączną sumę złotych 88.767.— przewidywanych oszczędności rocznych, zdobywając tytuł najlepszego racjonalizatora zakładu.

Fakt ten dowodzi jednocześnie, że sądy konkursowe wszystkich szczebli podeszły do zagadnienia bardzo poważnie i rygorystycznie biorąc pod uwagę tylko wyniki bezsporne i skontrolowane.

Sąd Konkursowy Ministerstwa Górnictwa, poza wynagrodzeniem wyżej wymienionego racjonalizatora, wyróżnił szereg osób i zespołów z przemysłu gazowniczego za wyniki osiągnięte w rozwoju ruchu wynalazczości.

Dyplomy uznania otrzymali racjonalizatorzy: Głód Mieczysław, Koloczek Alfred, Kasza Władysław, Borkowski Władysław, młodzieżowi racjonalizatorzy: Socha Zygmunt i Luczys Antoni, przedstawiciele techniczni w klubach techniki i racjonalizacji: inż. Gromkowski Antoni, inż. Muczkowski Kazimierz i Mucha Tadeusz, a listy pochwalne otrzymali kierownicy działów produkcyjnych: inż. Sperski Bolesław i Grzyski Cezary oraz nacz. inż. ZGO Poznańskiego Wierzbicki Edmund.

Najlepszym zakładem w skali Centralnego Zarządu Gazownictwa na odcinku działalności racjonalizatorskiej okazały się Zakłady Gazownictwa Okręgu Poznańskiego, które otrzymały dyplomy uznania za najlepszą komórkę wynalazczości prowadzoną przez kol. Adamczaka Jerzego, za najlepszą Zakładową Komisję Wynalazczości, Klub Techniki i Racjonalizacji oraz Koło Zakładowe SNITSOG.

Dorobek aktywu racjonalizatorskiego za r. 1953 został podsumowany na II Zjeździe Racjonalizatorów w Sosnowcu, zorganizowanym w dniu 4.IV. br. przez Ministerstwo Górnictwa. Na dorobek ten składa się wiele cennych projektów racjonalizatorskich, dalsze umasowienie ruchu wynalazczości, sprawniejsze załatwianie związanych z nim spraw oraz wynikające z tego poważne korzyści ekonomiczne dla naszego Państwa.

W tym też kierunku winien iść rozwój ruchu racjonalizatorskiego w przemyśle gazowniczym i w roku bieżącym. Tocząca się walka o obniżkę kosztów własnych, o podniesienie stopy życiowej mas pracujących i zaspokojenie w jak najszerszym zakresie ich potrzeb kulturalnych i materialnych — winna znaleźć swój specjalny wyraz w działalności szerokiego aktywu racjonalizatorskiego.

Tematyka racjonalizatorska przemysłu gazowniczego, którego zadaniem jest umożliwienie światu pracy korzystanie

w jak najszerszym zakresie z ekonomicznego, czystego i wygodnego paliwa gazowego — winna przede wszystkim uwzględniać możliwości zwiększenia produkcji gazu, podniesienia jego ciepła spalania, obniżenia kosztów wytwarzania i zabezpieczenia sieci i urządzeń przed ewentualnościami awarii. Winna ona kierować umysły racjonalizatorów na rozwiązywanie zagadnień związanych ze zwiększeniem bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach gazownictwa, gdzie niejednokrotnie na skutek przestarzałych i wyeksploatowanych urządzeń pracownicy są zatrudnieni w bardzo trudnych i dla zdrowia szkodliwych warunkach.

Ze zgłoszonych w okresie I i II kwartału br. projektów pracowniczych można wnioskować, że w szeregu zakładów zagadnienia, o których wyżej mowa, zostały przez aktywnych racjonalizatorski wysunięte na pierwszy plan. Przeprowadzane są próby poważnych projektów dotyczących równomiernego dostarczania gazu, tak w okresie letnim jak i zimowym, należytego oczyszczania gazu oraz zastępowania materiałów deficytowych, których brak szczególnie odczuwa przemysł gazowniczy.

Równolegle do tego winna iść systematyczna praca aparatu administracyjnego i społecznego, powołanego do propagowania ruchu wynalazczości pracowniczej, udzielania pomocy racjonalizatorom, opracowywania projektów racjonalizatorskich oraz ich rozpatrywania i załatwiania. Dotyczy to zarówno komórek wynalazczości i komisji wynalazczości, jak i klubów techniki i racjonalizacji oraz zakładowych kół SNITSOG. Szczególnie te ostatnio wymienione organizacje winny w oparciu o Uchwałę Rządu z dnia 30.V.53 r. zacieśnić swą współpracę w opracowywaniu i ogłaszaniu tematyki, udzielaniu porad racjonalizatorom, organizowaniu i prowadzeniu inżyniersko-robotniczych brygad racjonalizatorskich oraz realizacji projektów pracowniczych indywidualnych i zespołowych.

Cały aktyw racjonalizatorski naszego przemysłu winien zwrócić szczególną uwagę na słowa wicepremiera Minca wypowiedziane na II Zjeździe PZPR:

„Okres planu 6-letniego to okres potężnego wzrostu ruchu racjonalizatorskiego. W tysiącach zgłaszanych projektów wyraża się socjalistyczny stosunek naszej klasy robotniczej do państwa ludowego.

W obliczu tego wielkiego rozmachu ruchu racjonalizatorskiego musimy wydać walkę częstym jeszcze faktom, kiedy wnioski racjonalizatorskie długi okres leżą bez rozpatrzenia, musimy wzmocnić opiekę nad racjonalizatorami ze strony związków zawodowych, Naczelnej Organizacji Technicznej i ze strony administracji. Musimy położyć nacisk na propagowanie i rozwój progresywnej formy pracy racjonalizatorskiej, a mianowicie zespołowych brygad racjonalizatorskich.

W okresie lat 1954 — 55 musimy zrobić zdecydowany krok naprzód w zakresie postępu technicznego, nauczyć się lepiej wykorzystywać nowoczesną technikę.

Walka o postęp techniczny jest jedną z głównych dźwigni rozwoju naszej gospodarki i jednym z podstawowych źródeł szybkiego podniesienia stopy życiowej mas pracujących“.

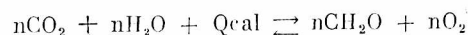
mgr A. H.

Wiadomości praktyczne

Żużel jako odpad i surowiec

Węgiel jest przedmiotem badań geologii, paleobotaniki, petrografii, zwłaszcza chemii i fizykochemii. Każda z tych nauk bada i rozpatruje węgiel w swoisty sposób. Geologia czyni to pod względem czasu w skali milionów lat, a pod względem wymiarów w skali metrów i kilometrów. Petrografia przeprowadza badania makroskopowe i mikroskopowe pokładów węgla. Metodami chemicznymi badamy węgiel w skali cząsteczkowej i atomowej. Węgiel jest rezultatem olbrzymiej akumulacji energii słonecznej w formie utajonej energii chemicznej. Węgiel jako źródło energii zajmuje najważniejsze miejsce wśród wszystkich naturalnych surowców energetycznych. Nie ma produktu przemysłowego i nie ma dziedziny życia, dla której węgiel jako źródło energii nie posiadałby dużego znaczenia. Były różne poglądy na genezę węgla. Albertus Magnus (1193—1228) i J. J. Scheuchzer (XVIII wiek) sądzili, że węgiel powstał z materiału roślinnego. Agricola (1544 r.) sądził z pozornego podobieństwa wę-

gla kamiennego do asfaltu, że węgiel powstał z zagęszczenia „nadmiarowego“ kwasu węglowego. Jasny pogląd daje polski chemik Jędrzej Śniadecki, twierdząc, że pokłady węgla pochodzą z roślin, drzew i zwierząt różnego gatunku. Organiczne pochodzenie węgla zostało ostatecznie i bezspornie udowodnione przez W. Huttona (1833 r.), A. F. Linka (1838) i Gumbela. W normalnych warunkach pierwiastek węgiel odbywa w przyrodzie proces kołowy zamknięty. Możemy to schematycznie przedstawić wzorem chemicznym:



Wobec tego, że pierwiastek węgiel w warunkach normalnych przechodzi w przyrodzie zamknięty cykl procesowy, dochodzimy do wniosku, że powstanie złóż węglowych odbywało się na skutek działania sił przyrody, przerywania normalnego zamkniętego obiegu pierwiastka węgla i zahamowania procesu rozkładowego.

Rozkład obumarłej substancji roślinnej, chemicznie biorąc, jest procesem utleniania z udziałem wody. Jest to ogólny pogląd na powstawanie pokładów węgla i jego przemian fizyko-chemicznych.

I. Chemia popiołu węglowego

Analiza chemiczna i techniczna węgla oraz innych paliw stałych jest ściśle związana z chemią i technologią stałych surowców energetyczno-chemicznych. Stanowi ona nie tylko podstawę badań naukowych w dziedzinie chemii węgla, lecz jest również niezbędnym elementem praktyki przemysłowej i technicznej, bardzo ważnym dla racjonalnego użytkowania węgla.

Analiza techniczna dzieli węgiel na 3 zasadnicze części:

- 1) Substancje organiczne palne (C, H, O, N, organiczna S),
- 2) Substancje mineralne — oznaczone jako popiół,
- 3) Wilgoć.

Analiza elementarna wykazała, że substancja organiczna węgla składa się z pięciu pierwiastków C, H, O, N, S.

Węgiel ogrzany bez dostępu powietrza wydziela oprócz wilgoci również składniki palne lotne. Są to składniki gazowe i pary smoły. Pozostałość stanowi koks, z którym związane są również mineralne części węgla. „Popiół” jest to pojęcie określające pozostałość po spaleniu substancji węglowej, przy czym spalanie musi się odbywać w ściśle określonych warunkach temperaturowych, gdyż od warunków tych zależy ilość i jakość otrzymywanej pozostałości zwanej popiołem. Substancje mineralne dzielą się na dwa rodzaje substancji nieorganicznych:

- a) jedne — pochodzące z roślin pierwotnych, z których powstał węgiel. Ta substancja mineralna jest w sposób bardzo jednorodny zmieszana z substancją węglową,
- b) drugie, które pochodzą ze złoża.

Zawartość substancji mineralnych (popiołu) jest czynnikiem charakteryzującym stopień czystości w poszczególnych gatunkach węgla.

Najważniejszą cechą węgla energetycznych jest ich wartość opałowa, zależna od zawartości wilgoci i popiołu. Również i przy zgazowywaniu węgla popiół odgrywa ważną rolę. Skład i wartość opałowa gazu zależą w dużej mierze od zawartości popiołu.

Analiza popiołu wykazała następujące pierwiastki: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , Cl, BaO, SrO, Li_2O , Rb_2O , CuO.

Część z nich jest rozpuszczalna w HCl: SO_3 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , CaO , MgO .

Część nierozpuszczalna w HCl: SiO_2 , TiO_2 .

Skład chemiczny popiołu jest bardzo ciekawy, gdyż wykazuje on niekiedy koncentracje rzadkich pierwiastków: Ni, Zn, Ge, Ag, Au, Pt.

II. Analiza popiołu

Substancja mineralna jest przypadkowym składnikiem węgla, nie charakteryzującym w sposób zasadniczy jego własności, ale za to obniżającym jego wartość. Zawartość substancji mineralnej w węglu oznaczonej jako popiół wpływa na sposoby użytkowania i zastosowania do pewnych celów. Nie tylko ilość popiołu stanowiąca balast, lecz także pewne własności popiołu, tzn. jego łatwa topliwość, czyli zdolność mięknięcia oraz przechodzenia w stan ciekły pod wpływem temperatury, obniżają wartość węgla. W przemyśle odrzuca się nie raz węgiel o małej zawartości popiołu, lecz niskiej temperaturze topnienia, a używa się węgla o wysokiej zawartości popiołu z wyższą topliwością. Wskutek łatwej topliwości popiołu zachodzą w palenisku niekorzystne zjawiska.

1) Substancja palna zostaje otoczona stopioną masą popiołu i w ten sposób nie może ulec spaleniu, jest dla paleniska stracona.

2) Tworzący się żużel na rusztach powoduje ich częściowe lub całkowite zalanie i utrudnia obieg powietrza. Natomiast przy rozbijaniu żużla małe jego bryłki dostają się w gorętsze części pieca i stają się ośrodkami jego stopniowego narastania.

3) Mechaniczne usuwanie przytopionego żużla do ścian paleniska powoduje uszkodzenia.

4) Żużel tworzy z materiałem ścian paleniska łatwotopliwy związek, powodujący uszkodzenia ścian podczas topienia tego związku.

Im bardziej skład popiołu zbliża się do $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, tym wyższą ogniotrwałość posiada popiół, a im więcej żelaza i alkaliów, tym niższą. Jednak popiół zawierający duże ilości Fe i Ca jest mniej szkodliwy niż popiół o dużej zawartości krzemionki i glinu. W pojęciu niskiej topliwości popiołu obok łatwego mięknięcia jest pojęcie lepkości, co doprowadza do powstania ciekłej masy, zawierającej nieraz sporo materiału niestopionego. Zjawiska mięknięcia i topnienia popiołu węglowego przebiegają równolegle z pewnymi reakcjami chemicznymi, na które ma wielki wpływ czas działania, rozdrobnienie i rozmieszczenie składników popiołu. Duży wpływ na ogniotrwałość popiołu mają tlenki żelaza w zależności od rodzaju atmosfery pieca. Popiół o najniższej temperaturze topnienia otrzymuje się w atmosferze łagodnie redukcyjnej. Jak widzimy, chemia popiołu pozornie nic nie znacząca, jest bardzo obszerna i ważna dla prowadzenia procesów spalania z uwagi na otrzymywanie popiołów w postaci mało uciążliwej i wykorzystywania popiołu węglowego jako surowca.

III. Prowadzenie procesu spalania z uwagi na otrzymywanie popiołów w postaci mało uciążliwej.

Chcąc w sposób racjonalny wykorzystać najlepiej energię zawartą w węglu, musimy odpowiednio poprowadzić proces spalania. Zwrócić tu trzeba uwagę nie tylko na możliwie korzystny bilans cieplny, ale również na oszczędzanie urządzeń. Spełnienie tych dwóch warunków jest zależne od zawartości i jakości popiołu w węglu oraz od takiego prowadzenia procesu spalania, przy którym popiół odpada w postaci mało uciążliwej, względnie zostaje przerobiony od razu na produkt uboczny.

Na postać popiołu względnie żużla duży wpływ posiada konstrukcja paleniska oraz reżim prowadzenia procesu (np. współczynnik nadmiaru powietrza itd.). Zagadnienia te pozostawiamy na boku, ponieważ w podstaw leży oczywiście chemizm popiołu i wynikające z niego własności fizykochemiczne (np. punkt mięknięcia i topnienia itp.).

W pierwszym przybliżeniu można z poznanych faktów wyciągnąć wniosek, że zachowanie się popiołu w palenisku określone jest przede wszystkim zawartością żelaza i siarki. Fakty te są ważne nie tylko dla budowy właściwych palenisk, szczególnie przy paleniskach kotłowych, ale przyczyniają się również do wykrycia i usunięcia komplikacji, występujących przy konstruowaniu i eksploatacji generatorów.

Palenisko powinno być tak wybudowane, by wszystkie reakcje zachodzące w związku z popiołem zaszyły szybko i całkowicie. Przestrzenie ogniowe powinny być takie, by przed osiągnięciem powierzchni kotła lub rurek gaz spalinowy osiągnął na tyle niską temperaturę, w której popiół lotny nie posiadałby własności przyklejania się do ścianek. Przy eksploatacji generatorów temperaturę w strefie utleniania możemy zawsze tak regulować dodatkiem pary wodnej, by pozostawać stale poniżej temperatury topnienia popiołu¹⁾.

Specyficzne wymagania stawiamy jakości i ilości substancji mineralnej w węglu przeznaczonym do zgazowania w generatorach. Najwyższe dopuszczalne obciążenie rusztu generatora zależy nie tylko od jego konstrukcji, sortymentu koksu, lecz od zawartości popiołu i jego topliwości.

IV. Popiół węglowy jako surowiec

Popiół węglowy jest odpadem przemysłowym otrzymywanym w ogromnych ilościach. Dość powiedzieć, że w bardzo wielu wypadkach mamy poważne kłopoty z usuwaniem i miejscem zsypu ogromnych ilości żużla i, co gorsza, lotnych popiołów, których ze względu na ich lotność nie można stosować np. do regulacji rzek. Do tych celów można używać żużel, jednak jest go coraz mniej wskutek przechodzenia na paleniska wyłącznie pyłowe, jako bardziej ekonomiczne. Dlatego też od dawna już poszukiwano jakiegoś zastosowania dla ogromnych ilości popiołu. Ponieważ w grę wchodzi duże masy materiału, realnymi gospodarczo są tylko zastosowania przewidujące zużycie masowe i takim zastosowaniem popiołu głównie poświęć uwagę.

¹⁾ Popiołem czyli substancją mineralną nazywamy mieszaninę substancji niepalnych, pozostałych po pełnym spalaniu wszelkich palnych substancji w materiale i po całkowitym ukończeniu przemian, jakie zachodzą wtedy w masie popiołu.

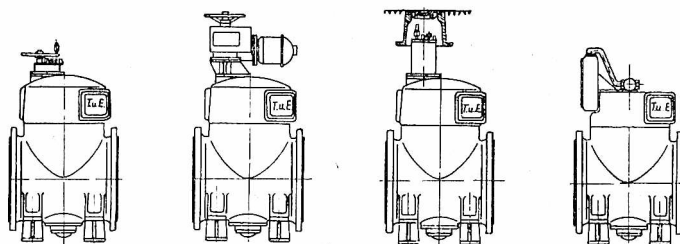
13. Pat. japoński 17 2306, C. A. 43,6804 (1949).
14. D. N. Polubojaninow: Ognieupory, 13, 435 (1948).
15. J. Endell: Ber. deutsch. keram. Ges. u. Ker. deut. Emailfachleute, 26 (1949).
16. Pat. japoński 174718 C. A. 45, 2713 (1951).
17. A. Jaskiewicz i A. M. Samarin: Bull. acad. sci. USSR, classe 237 (1945).
18. W. Dybina: Chemiczeskaja Promyslennost, 16 (1944).
19. I. Takei: Oyo Koutju 3, 78 (1941), C. A. 44, 5517 (1950).

inż. Krenz Maria

Postęp w dziedzinie zasuw wodociągowych i gazowych

Typ zasuw panującej na przewodach gazowych i wodociągowych przetrwał prawie bez zmian od chwili narodzenia, tj. początków wieku ubiegłego. Są to przybory niezmiernie proste i stosunkowo łatwe w obsłudze i dlatego dotychczas nie zwracano większej uwagi na ich dość istotne braki. Klin zasuw typu tradycyjnego musi w czasie otwierania wznieść się całkowicie ponad przekrój rury, na której zasuw jest ustawiona. Stąd musi ona posiadać hełm wystający nad rurą, do którego klin może się schować. Wysokość tego hełmu jest znacznie większa niż średnica odpowiedniej rury. Hełm jest zawsze wypełniony wodą. Woda, jak wiadomo, zamarza przy temperaturach poniżej zera. Kładąc tedy rurę do ziemi, musimy umieszczać ją na takiej głębokości, aby woda w wierchołkach zasuw nie zamarzała. Oczywiście z tego powodu przewód musi na całej przestrzeni leżeć głębiej niżby tego wymagała sama rura bez zasuw.

Rury mniejszej średnicy nie odczuwają tego tak bardzo, jak wielkie. Dodatek taki wynosi dla rur o średnicy 1000 mm ok. 1 m. Oczywiście podraża to koszty układania przewodów. Z drugiej znowu strony, kąt zbieżności klinów naszych zasuw jest mniejszy od kąta tarcia, co ogromnie utrudnia ich otwieranie. Nie od rzeczy będzie także zwrócić uwagę na ciężar, co istotny, i duży udział metali kolorowych w zasuwach popularnych. Toteż od pewnego czasu dają się zauważyć pewne wyniki w kierunku ulepszenia zasuw sieciowych tak dla gazu jak i wody.

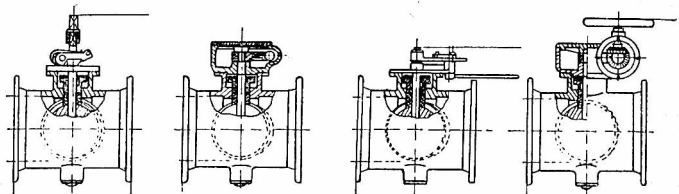


Rys. 1.

Widzimy to na rysunku 1. Mamy tu zawory do wody na ciśnienie do 25 atmosfer.

1. Wyobraża zawór z korbą i przekładnią; jeden człowiek może otworzyć zasuw dowolnej średnicy.
2. Zawór z motorem elektrycznym i korbą ręczną.
3. Zawór do montażu pod ziemią z przekładnią i główką do klucza.
4. Zawór z przekładnią i turbinką napędzaną wodą z rurociągu. Może on pracować jako automat pełny lub pół-automat.

Wszystkie te zawory mają tylko jedno miejsce uszczelniania w górnej części, mianowicie dławicę na wrzecionie.



Rys. 2.

Rysunek 2 podaje typy normalne zaworów gazowych w różnym wykonaniu części górnej i rozmaitych sposobach napędu wrzecionca.

5. Zawór poruszamy za pomocą mimośrodów i klucza; nadający się do montażu w wykopie na liniach ulicznych.
6. Zamykanie za pomocą przekładni ślimakowych, typ specjalnie do aparatów regulujących przepływ i ciśnienie.
7. Zamykanie szybkie za pomocą mimośrodów i dźwigni specjalnie do rurociągów fabrycznych nad powierzchnią ziemi.
8. Zamykanie z przekładnią kombinowaną, ślimak i koła stożkowe do linii podziemnych.

Zawory te są produkowane tak, że os wrzecionca może być ustawiona pionowo lub poziomo. Opisane zawory są wytwarzane od ϕ 200 mm wzwyż i na ciśnienie robocze.

a) Wodociągowe do 25 atm.

b) Gazowe do 5 atm.

Stosując nowe typy zaworów na magistralach wodociągowych moglibyśmy uzyskać duże oszczędności na robotach ziemnych oraz wielkie ułatwienie w obsłudze sieci ulicznych, a także większą elegancję pompowni. Ponadto miałyby miejsce pewna oszczędność żeliwa i brązu.

Sądźmy, że nasze fabryki armatury nie dadzą nam długo czekać na podobną konstrukcję krajową.

Inż. Wł. Skoraszewski

E R R A T A

do art. mgr inż. St. Smolnego i A. Mallera pt.: Teoria przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych do urządzeń ogrzewania parowego niskoprężnego do 0,5 atn. (Nr 1/54)

Strona	Szpalta	Wiersz	Zamiast	Winno być
28	prawa	wzór (5)	$v^2 = \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h_1}{2} + \frac{h^2}{2} + 2 \frac{d}{2} - 2R + \pi R \right] =$ $= \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h^2 + h^2}{2} + (d + \pi R - 2R) \right]$	$v_2 = \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} + 2 \frac{d}{2} - 2R + \pi R \right] =$ $= \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + (d + \pi R - 2R) \right]$
29	lewa	wzór (8)	$p_a + h_1$	$(p_a + h_1)$
29	lewa	wzór (10) licznik	$p_a + H$	$p_a \times H$
29	lewa	wzór (11) mianownik	$p_a + h_1$	$p_a - h_1$
29	lewa	wzór (12)	$p_3 = p_a$	$p_1 = p_a$
29	prawa	3 od dołu	Przykład dwuramienny	Przyrząd dwuramienny

Z prasy zagranicznej

Krakovanie gazu ziemnego parą wodną w retortach Glover-Westa

Dubsky J. Paliva, 33, str. 54 (1953).

W końcu lipca 1951 gazownia w Brnie miała poważne kłopoty z produkcją gazu z powodu przeciągającej się budowy nowej piecowni typu Didiera. Dla ratowania sytuacji przystąpiono do produkowania gazu przez krakowanie gazu ziemnego w retortach Glover-Westa. Produkcję tę prowadzono przez 6 tygodni, do czasu uruchomienia nowozbudowanej piecowni Didiera. Z uwagi na pozytywne rezultaty podjęto produkcję gazu krakowanego w r. 1952.

Krakowanie gazu ziemnego odbywało się w retortach Glover-Westa przy pomocy pary wodnej, w temperaturze 1100—1150° C. Jako wypełnienie retort (katalizator) używano początkowo koksu ostrawski znacznie mniej reaktywny od koksu wyprodukowanego w retortach Glover-Westa. Po wybudowaniu w gazowni w Brnie piecowni Didiera stosowano koks pochodzący z niej, posiadający reaktywność pośrednią. Do uzyskania gazu krakowanego stosowano gaz ziemny o cieple spalania 9850 kcal/Nm³ i parę wodną w ilości 2,4 — 2,6 kg pary na 1 m³ CH₄. Ogrzewanie retort prowadzono w ten sposób, że temperatura w kanałach spalinowych wynosiła w 2—3 rzędzie 1100—1200° C.

Wyprodukowany gaz krakowany o cieple spalania 3460 kcal/Nm³ i następującym składzie:

CO ₂	4,0%
O ₂	0,5%
CO	17,0%
H ₂	51,0%
CH ₄	14,6%
N ₂	12,9%

Ciepota właściwa 0,610 kg/Nm³

Z 1 m³ gazu ziemnego otrzymano 4,24 m³ gazu mieszanego o cieple spalania 4770 kcal/Nm³ i składzie:

CO ₂	4,0%
CnHm	0,5%
O ₂	0,5%
CO	14,0%
H ₂	36,0%
CH ₄	33,0%
N ₂	12,0%

Ciepota właściwa 0,681 kg/Nm³.

Wyprodukowany gaz zupełnie dobrze spalał się w normalnych palnikach.

Dla ogrzewania retort używano gazu z generatorów kokso-
wych. Na 1000 m³ poddanego krakowaniu gazu ziemnego zużyto 1368 kg koksu o składzie: H₂O — 12,3%, popiół — 14,1%, części lotne 1,0%, ciepło spalania 5800 kcal/kg.

Koks używany do napełnienia retort (jako katalizator) po 8 godzinach krakowania usuwano i albo stosowano go jako domieszkę do generatorów, albo ładowano powtórnie do retort, o ile nie zawierał już zbyt wiele popiołu.

Z uwagi na zupełny brak woni gazu krakowanego nawiano go wkraplając alkoholowy roztwór merkaptanu metylo-
wego.

W okresie 4 tygodni sierpnia 1951 zaoszczędzono 4925 t węgla.

Obecnie gazownia w Brnie w całej piecowni Glover-Westa i w generatorach na dwugaz produkuje gaz krakowany parą na koksie oraz gaz z odgazowania węgla w piecowni Didiera i miesza je z gazem ziemnym na gaz miejski o cieple spalania około 4750 kcal/Nm³.

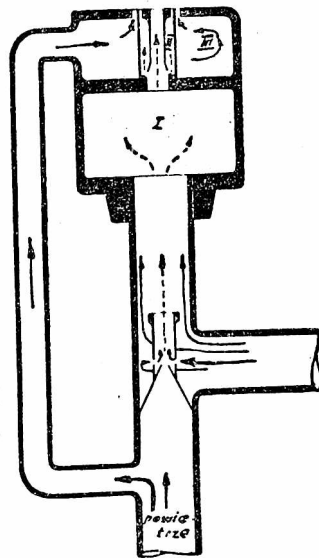
J. Naczyński

Palnik trójkomorowy

(Według B. Naendorf. Der Dreikammerbrenner. „Gaswärme“
styczeń 1954, str. 21).

Palnik tego typu przedstawiono na rysunku schematycznym. W palniku tym gaz zasysany jest przez powietrze doprowadzone pod zwiększonym ciśnieniem. Ścieśnione powietrze przechodzi przez wąską dyszę, przez co powiększa się szybkość strumienia powietrznego i wchodząc do kanału mieszalnikowego wywołuje podciśnienie. U dołu kanału umieszczono pierścieniowo otwory, przez które wpływa gaz na skutek podciśnienia i jest porywany strumieniem powietrza.

Do dolnej części palnika wchodzi mieszanka gazu z powietrzem, a także dalsze ilości gazu niezmieszanego. Mieszanie następuje w pierwszej komorze (I). Z tej komory prowadzi dysza do wylotu palnika. Przez środkowy kanał wypływa mieszanka i zapalona pali się ostrym płomieniem. U spodu środkowego kanału znajduje się szereg małych otworków skierowanych skośnie ku górze. Część tej samej mieszanki uchodzi na zewnątrz pomiędzy dyszą środkową i jej płaszczem. Przy tym mieszanka rozpręża się i wypływa otworkami rozłożonymi wokół płomienia środkowego. Przestrzeń między dyszą środkową i osłoną stanowi komorę drugą (II).



Utworzony wieniec płomienia zapobiega oderwaniu się ostrego płomienia środkowego, który wypływa z wielką szybkością. W ten sposób palnik jest niezależny od określonego ciśnienia powietrza wstępnego. Ponieważ mieszanka gazu i powietrza nie posiada jeszcze dostatecznej ilości tlenu potrzebnego do całkowitego spalania, zastosowano poniżej dyszy powietrznej odgałęzienie, którym powietrze dochodzi do trzeciej komory (III) u góry. Powietrze to wydostaje się na zewnątrz otworkami wokół płomienia. Płomień jest więc otoczony płaszczem powietrznym. W ten sposób za-

pewnione jest całkowite spalanie mieszanki, które jest zupełnie niezależne od powietrza zewnętrznego. Zatem przestrzeń, w której mieści się palnik, może być zamknięta aż do ciągu kominowego.

Cofanie się płomienia jest niemożliwe, gdyż zawsze szybkość strumienia jest większa niż szybkość przesłakiwania płomienia. Powietrze dodatkowe może być dokładnie uregulowane i nie ma obawy ogrzewania balastu powietrznego. Płomień można kształtować w różny sposób, zależnie od celu, a także z nadmiarem powietrza dodatkowego wytworzyć prąd gorących gazów dla suszenia i prażenia. Zastosowanie palnika jest wielostronne i działa on dobrze nawet w niekorzystnych warunkach.

J. D.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- Bielicki W.: **Rury betonowe**. Warszawa 1954, s. 172, zł 12.50
 Bryła S., Suwalski L.: **Beton i żelbet**. Wyd. 2. Opracował L. Suwalski. Warszawa 1954, s. 292, zł 28.—
 Danilecki W.: **Konstrukcje zespolone mury zbrojone i ceglano-żelbetowe**. Warszawa 1954, s. 143, zł 13.—
 Iwiański A. M.: **Konstrukcje żelbetowe**. Tłum. z ros. W. Lenkiewicz. Komentarzami opatrzył i przystosował do warunków polskich J. Minc. Wyd. 2 poprawione. Warszawa 1954, s. 479, zł 29.50
Katalog urządzeń małej mechanizacji w budownictwie. Zeszyt 1. Transport poziomy i pionowy. Roboty różne. Ministerstwo Budownictwa Przemysłowego. Warszawa 1954, s. 28, zł 16.—
 Lenkiewicz W.: **Przodujące metody pracy zespołowej przy wykonywaniu robót murowych**. Warszawa 1954, s. 32, zł 2.—
 Mazow I. J.: **Przyspieszona produkcja cegły**. Tłum. z ros. W. Lenkiewicz. Warszawa 1954, s. 39, zł 2.50
 Mazow I. J.: **Sposoby zwiększenia wydajności dużych pieców kręgowych do wypału cegły**. Tłum. z ros. W. Rawicz-Szczerbo. Warszawa 1954, s. 54, zł 3.—
 Minc J.: **Obliczanie konstrukcji żelbetowych metodą odkształceń plastycznych**. Część II. Warszawa 1954, s. 188, zł 20.—
 Strug E.: **Roboty ziemne w budownictwie**. Warszawa 1954, s. 102, zł 6.—
 Żenczykowski W.: **Budownictwo ogólne**. Tom II — Konstrukcje i wznoszenie murów i sklepień. Wyd. 4 (drugie drukowane) Warszawa 1954, s. 491, zł 33.50
 Aleksandrowicz F.: **Wskazówki dla początkującego laboranta**. Biblioteka Laboranta. S. 40, zł 1.50
 Bromlej M. F., Kuczeruk W. W.: **Techniczne badania i sprawdzanie sprawności urządzeń wentylacyjnych w zakładach przemysłowych**. S. 211, zł 15.—
 Buczyło E.: **Co powinien wiedzieć pracownik obsługujący nitrator**. S. 44, zł 2.—
 Elbaum J., Reicher J.: **Elektryczne aparaty rozruchowe i regulacyjne. Montaż — obsługa — remont**. S. 215, zł 12.—
 Graniec A., Markiewicz E.: **Metalizacja natryskowa**. S. 97, zł 14.—
 Helbrecht J.: **Przeladunek statków handlowych**. Biblioteka Ochrony Pracy. S. 98, zł 6.30
 Janikowski P.: **Składowanie węgla na placu fabrycznym**. S. 92, zł 5.—
 Knopf M.: **Metody badań farb rdzochronnych**. S. 122, zł 8.—
 Kowalski J.: **Wytwarzanie gazu do syntezy**. S. 307, zł 22.— (w oprawie)
 Musil L.: **Ogólne zasady projektowania elektrowni parowych**. Tłum. z niem. J. Dąbrowski, C. Dąbrowski. S. 419, zł 42.— (w oprawie)
 Piotrowski P.: **Najprostsze roboty tokarskie w kłach**. S. 88, zł 4.—
 Staub F.: **Zastosowanie mikroskopu do badania stali i żeliwa**. Wyd. 2. Biblioteka Racjonalizatora. S. 105, zł 2.50
 Terman F. E.: **Radiotechnika**. Tom I. Wyd. 2. S. 671, zł 40.—
 Żmihorski E.: **Chromowanie techniczne i budowa chromowni**. S. 287, zł 12.— (w oprawie)

Do nabycia w księgarniach technicznych **DOMU KSIĄŻKI**
i u kolporterów zakładowych



Warunki prenumeraty

Prenumerata normalna

Kwartalna	18,—
Półroczna	36,—
Roczna	72,—

Zgłoszenia przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze wiejscy i miejscy. Termin zgłoszenia prenumeraty upływa z dniem 10 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Pojedyncze zeszyty „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” można nabyć jedynie w Wydziale Zbytu Czasopism Technicznych NOT, Warszawa, Czackiego 3/5. Zakupu można dokonać osobiście względnie przesyłką pocztową po uprzednim wpłaceniu należności (za zeszyt i koszty przesyłki) na PKO Warszawa, I-21338/113 z wyszczególnieniem opłaconych zeszytów. Cena pojedynczego zeszytu zł 6, porto zł 0,45.

Prenumerata ulgowa

($\frac{1}{2}$ ceny prenum. norm.)

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie klubów racjonalizacji i techniki oraz studenci szkół wyższych. Zgłoszenia (tylko zbiorowe) przez oddziały wojewódzkie NOT oraz koła naukowe studentów przyjmuje PPK „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12 Centralna Ekspedycja, po uprzednim wpłaceniu należności na konto PKO Nr I-14000/110.