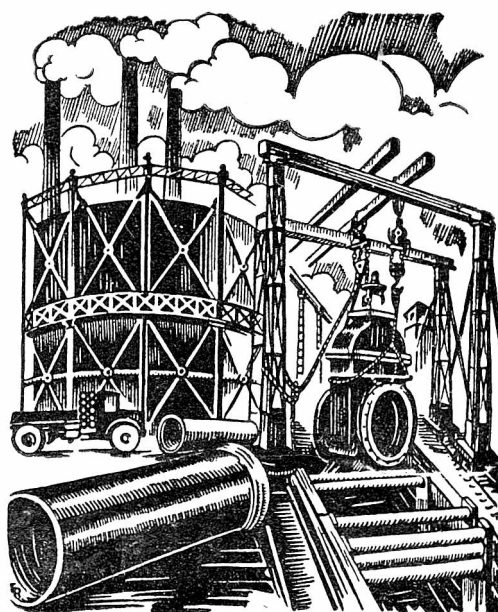


GAZ, WODA

TECHNIKA SANITARNA

— *miesięcznik* —



1

STYCZEŃ 1954

ROK XXVIII

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA

MIESIĘCZNIK

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 1

STYCZEŃ 1954

ROK XXVIII

TREŚĆ

Dr Witold Łaniecki — Magnetyczny analizator tlenu.

Inż. Janusz Tromszczyński — Ilościowe metody oznaczania benzolu w gazie.

Czesław Kubik — Kamionka w budownictwie i technice sanitarnej.

Prof. Eugeniusz Zaczynski — W sprawie norm zużycia wody wodociągowej.

Inż. Kazimierz Skalski — Rolnicze wartości ścieków przemysłu rolno-spożywczego.

Mgr inż. Jadwiga Kelus — Zagadnienie usuwania fenoli ze ścieków przemysłowych.

Prof. Zygmunt Rudolf i mgr inż. Maciej Maczyński — Badania technologiczne śmieci miejskich.

J. Ferencowicz i J. Jędrzejowski — Wpływ typu budynku na koszty eksploatacyjne urządzeń klimatyzacyjnych.

Mgr inż. Stefan Smolny i Aleksander Maller — Teoria przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych do urządzeń ogrzewania parowego niskoprężnego do 0,5 atn.

Z prasy zagranicznej.

Listy do Redakcji.

СОДЕРЖАНИЕ

Др В. Ланецки — «Магнетический анализатор кислорода».

Инж. Я. Тромшиньски — «Количественные методы определения бензола в газе».

Ч. Кубик — «Керамические стойкие изделия в строительстве и санитарной технике».

Проф. Е. Зачиньски — «К вопросу норм использования водопроводной воды».

Инж. К. Скальски — «Значение сточных вод в агро-пищевой промышленности».

Инж. Я. Келюс — «К вопросу устранения фенолов из промышленных сточных вод».

Проф. З. Рудольф и инж. М. Мончиньски — «Технические исследования городского сора».

Я. Ференцович и Я. Ендржеёвски — «Влияние типа здания на эксплуатационные издержки кондиционирующих устройств».

Мгр инж. С. Смольны и А. Маллер — «Теория многоплечих приборов безопасности для систем парового отопления низкого давления до 0,5 атн.».

Из зарубежной печати.

Письма в Редакцию.

SOMMAIRE

Dr W. Łaniecki — „Analysateur magnétique de l'oxygène”.

Ing. J. Tromszczyński — „Méthodes quantitatives de désignation du benzol en gaz.”

C. Kubik — „Grès flammé dans l'industrie du bâtiment et dans la technique sanitaire”.

Prof. E. Zaczynski — „Normes de consommation de l'eau municipale”.

Ing. K. Skalski — „Valeur agricole des égouts de l'industrie agricole et d'alimentation”.

Ing. J. Kelus — „Le problème de l'élimination des phénols des égouts industriels.”

Prof. Z. Rudolf et Mgr Eng. M. Maczyński — „Études technologiques des ordures de ville”.

J. Ferencowicz et J. Jędrzejowski — „Influence du type d'un bâtiment sur le coût d'exploitation des installations climatiques”.

Mgr Ing. S. Smolny et A. Maller — „La théorie des appareils de sûreté à plusieurs jambes pour des installations du chauffage à vapeur à basse pression jusqu'à 0,5 atn.”

Presse étrangère.

Lettres des lecteurs.

IN THIS ISSUE

W. Łaniecki, Dr — „Magnetic oxygen recorder”.

J. Tromszczyński Eng. — „Quantitative methods of benzole designation in gas”.

C. Kubik — „Stoneware in building and sanitary engineering”.

E. Zaczynski, Prof. — „On municipal water consumption norms”.

K. Skalski, Eng. — „The agrarian value of agricultural and food industry waste”.

J. Kelus, Eng. — „The problem of phenols removal from industrial waste”.

Z. Rudolf, Prof. and M. Maczyński Mgr Eng. — „Technological tests of town refuse”.

J. Ferencowicz and J. Jędrzejowski — „The influence of the type of a building on air conditioning equipment exploitation costs”.

S. Smolny, Mgr Eng. and A. Maller — „The theory of a safety apparatus for low pressure steam heating equipment up to 0,5 atn.”

Foreign press

Letters to the editor

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. 6191/c z dnia 24.11.53. Nakład 2950. Ark. wyd. 6,5. Form. A4. Ark. druk. 4. Pap. V kl. druk sat., podpisano do druku 5.1.54 r., druk ukończono dn. 7.1.54. 4-B 22755

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 1

STYCZEŃ — 1954

ROK XXVIII

Urządzenia komunalne w latach 1954 — 1955 w świetle tez IX Plenum KC PZPR



Przyjęte przez IX Plenum KC PZPR tezy do dyskusji przed II Zjazdem PZPR stwierdzają, że państwowe nakłady na rozwój urządzeń komunalnych zostaną zwiększone w roku 1955 o 26% w porównaniu z rokiem 1953.

W zakresie wodociągów, oprócz naszych czołowych budowli jak: budowa wodociągu Tomaszów—Łódź, budowa zapory w Goczałkowicach, buduje się całkowicie nowe wodociągi w Dębicy, Łańcucie i Mielcu.

Rozbudowa obejmuje wodociągi w Warszawie, Białymstoku, Lublinie, Rzeszowie, Inowrocławiu i Wałbrzychu, a także w szeregu innych, mniejszych miast, jak np. w Starachowicach, Krasnymstawie, Andrychowie, Szczawnicy, Krynicy itd.

Nowe ujęcia dla wód wodociągowych będą wykonane w Częstochowie, Olsztynie, Zielonej Górze, Gorzowie, Gubinie, Braniewie, Ornecie, Morągu i wielu innych mniejszych miastach.

W zakresie kanalizacji, oprócz rozbudowy tej sieci w Warszawie i miastach wojewódzkich, przewidziana jest sze-roka rozbudowa kanalizacji w Skarżysku, Sanoku, Stalowej Woli, Otwocku i Żyrardowie. Nowe oczyszczalnie ścieków powstają w Skoczowie, Strumieniu, Otwocku i Żyrardowie.

W dziedzinie podniesienia stanu higienicznego ludności przewiduje się budowę szeregu kąpielisk i łaźni. Między innymi przewiduje się wykonanie tego rodzaju inwestycji w Łodzi, Żychlinie, Opocznie.

Poważne nakłady zostają przeznaczone w latach 1954—1955 na usprawnienie komunikacji miejskiej, na zwiększenie ilości wozów tramwajowych i autobusowych, na dalszą rozbudowę zaplecza technicznego oraz polepszenie gospodarki remontowej taboru. Tak więc przewiduje się rozbudowę linii tramwajowych w Warszawie, województwie stalinogrodzkim, Nowej Hucie i trolejbusów w Wałbrzychu oraz prace przygotowawcze do budowy komunikacji tramwajowej w Częstochowie. W całym szeregu ośrodków jak: Warszawa, Stalinogród, Wałbrzych i inne, poważnie zostaną rozbudowane zaplecza dla komunikacji tramwajowej i trolejbusowej, w postaci budowy zajezdni tramwajowych i trolejbusowych oraz rozbudowy i budowy warsztatów dla napraw taboru.

W dziedzinie zaopatrzenia ludności w gaz miejski poważnie zostaną rozbudowane gazownie w Piotrkowie, Kaliszu i Lublinie. Budowę nowych pieców gazowniczych przewiduje się w Głubczycach, Kędzierzynie, Niemodlinie, Paczkowie, Dobrem Mieście, Pisz, Zdunach, Rogoźnie, Rawiczu oraz w kilku innych miejscowościach. IX Plenum wyraźnie wskazało na konieczność rozwoju baz paliwowo-energetycznych, a tym samym na konieczność rozwoju gazownictwa, jako oszczędnej formy spalania węgla.

W zakresie zieleni przewiduje się kontynuowanie dwóch największych inwestycji w tym względzie: budowę Parków Kultury w Warszawie i Stalinogrodzie. Dodać przy tym wypada, że w latach 1954—1955 wokół budującego się wspaniałego daru Związku Radzieckiego dla Polski, Pałacu Kultury i Nauki im. Józefa Stalina w Warszawie, powstaną nowe piękne zieleńce, wykonane w znacznej mierze z drzew dwudziesto- i trzydziestoletnich.

Nakłady na remonty kapitalne izb mieszkalnych wzrosną w roku 1955 przeszło dwukrotnie w porównaniu z rokiem 1953. Tak więc na tym odcinku, na przestrzeni najbliższych dwóch lat, nastąpi bardzo poważna poprawa warunków mieszkalnych ludności miejskiej. Jednocześnie państwo zwiększy sprzedaż materiałów budowlanych dla ludności wiejskiej oraz na cele budownictwa indywidualnego w miastach.

IX Plenum KC PZPR, nakreślając drogi do poprawy poziomu życiowego mas pracujących, wskazało, że oprócz wzrostu płac realnych pracowników oraz wzrostu dochodów pracującego chłopstwa, m. in. przez politykę stopniowego obniżania cen na artykuły masowego użytku oraz rozwoju budownictwa socjalnego i kulturalnego, niezmiernie ważnym elementem w zakresie poprawy tego poziomu jest rozwój gospodarki mieszkaniowej i komunalnej.

Zwiększone zadania w interesujących nas branżach winny zmobilizować wszystkich polskich gazowników, wodociągowców i techników sanitarnych tak, ażeby zadania wytyczone przez IX Plenum zostały w pełni wykonane, a tym samym zabezpieczyły szybki marsz Polsce Ludowej i najszerzszym rzeszom jej ofiarnych obywateli na wielkiej i wspaniałej drodze budownictwa socjalistycznego.

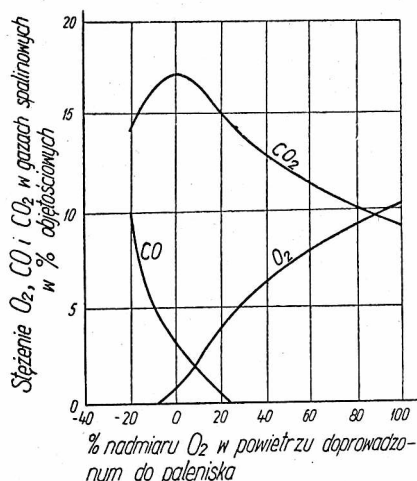
Dr WITOLD ŁANIECKI

Magnetyczny analizator tlenu

1. Wstęp.

W miarę doskonalenia techniki pomiarowej zaznacza się coraz wyraźniejsza tendencja stosowania metod elektrycznych dla pomiaru wielkości nieelektrycznych. Ciekawym przykładem jest niedawno stosunkowo opracowana metoda pomiaru koncentracji tlenu w mieszaninie gazów, oparta na magnetycznych właściwościach tlenu.

Metody te zostały opracowane przede wszystkim dla potrzeb wielkich elektrowni, gdzie kontrola racjonalnego spalania węgla gra zasadniczą rolę. Wiadomo, że dla dobrego spalania węgla jest potrzebny pewien nadmiar tlenu. Doświadczenie wykazało, że przy zbyt wielkim nadmiarze tlenu temperatura w palenisku obniża się, przy zbyt małej ilości tlenu w gazach uchodzących do komina znajduje się pewna ilość tlenku węgla, co również powoduje straty i w dodatku zatrzuwa powietrze. Według dokładnie przeprowadzonych badań, wyniki których przedstawiono w postaci wykresów (rys. 1), do paleniska należy doprowadzić tlen w nadmiarze wynoszącym 30%, co odpowiada zawartości tlenu w gazach uchodzących do komina 6%. Przy tych warunkach nie znalaziono w gazach spalinowych nawet śladów CO.



Rys. 1. Stężenie O_2 , CO i CO_2 w gazach spalinowych w % objętościowych w zależności od nadmiaru tlenu. (wg (1)).

Kontrola procesu spalania może być dokonana jedynie przy pomocy przyrządu wykazującego zawartość tlenu w gazach uchodzących do komina. Powszechnie stosowana kontrola zawartości CO_2 nie może dać dostatecznie pewnych wyników, gdyż zależy ona w wysokim stopniu od rodzaju paliwa. Wynosi ona 21% przy spalaniu koksu, 19% przy węglu i przeciętnie 12% przy spalaniu gazu świetlnego. Jeżeli stosuje się stale jeden i ten sam rodzaj paliwa, to pomiar zawartości CO_2 daje dostatecznie pewną wskazówkę, czy spalanie odbywa się w sposób racjonalny. Tymczasem pomiar stężenia tlenu daje zawsze pewny wynik i może być bez żadnych ograniczeń stosowany we wszystkich przypadkach.

2. Podstawy fizyczne działania magnetycznego analizatora tlenu.

Działanie magnetycznego analizatora tlenu opiera się na jego wyjątkowo wysokiej wartości przenikliwości magnetycznej μ . Gazy z wyjątkiem tlenu i tlenku azotu są diamagnetyczne. Wartości μ dla najczęściej spotykanych gazów zostały zebrane w tablicy 1.

Przenikalność magnetyczna nie jest stała, lecz zmienia się w szerokich granicach w zależności od ciśnienia i temperatury. Kilka przykładowych liczb dla tlenu podano w tablicy 2.

Z przytoczonych danych liczbowych wynika, że zastosowanie metody pomiaru zawartości tlenu w mieszaninie gazów jest dopuszczalne jedynie wtedy, gdy jest wykluczona obecność tlenku azotu.

Tablica 1 (6)

Przenikalność magnetyczna μ dla różnych gazów przy 760 mm Hg w temperaturze 20°C.

nazwa gazu	$(\mu-1) \cdot 10^{-9}$
N_2	-0,39
O_2	141,3
H_2	-0,165
Ar	-0,748
He	-0,078
CO_2	-0,78
N_2O	-0,792
Etylen	-1,88
Acetylen	-0,525
Propan	-1,882
NH_3	-0,79
Ne	-0,277
NO	60,3
Cl_2	-1,67
CH_4	-1,67

Tablica 2 (13, str. 57)

O_2	1 atm	16°C	141,3
O_2	40 atm	16°C	78.200,0
O_2	1 atm	-183°C	4.069.000

Konstrukcja analizatorów tlenu opiera się na następującym zjawisku: Wiadomo, że jeżeli umieścić w niejednorodnym polu magnetycznym ciało diamagnetyczne, to będzie ono z tego pola wyrzucane. Tak samo będzie się zachowywało ciało paramagnetyczne o przenikalności μ , umieszczone w ośrodku także paramagnetycznym o przenikalności μ_2 , przy czym $\mu_2 > \mu_1$. Siła z jaką to ciało będzie wyrzucane, jest proporcjonalna do iloczynu natężenia pola magnetycznego przez jego gradient:

$$H \frac{dH}{dx}$$

Z tego widzimy, że powiększenie wartości tej siły może być osiągnięte: 1) przez zastosowanie możliwie najsilniejszych pól magnetycznych, 2) przez zastosowanie biegunów magnesów lub elektromagnesów o takim kształcie, aby pole magnetyczne było niejednorodne, o możliwie największej wartości gradientu tego pola.

W celu analizy stężenia tlenu w mieszaninie gazów została wyzyskana zmienność wartości przenikliwości magnetycznej, w zależności od temperatury. Jeżeli umieścić w polu magnetycznym przewodnik, np. cienki drucik platynowy nagrzewany prądem elektrycznym, to powietrze, a więc i tlen w nim zawarty, ogrzeje się. Wskutek podniesienia temperatury przenikalność tlenu zmniejszy się i ogrzana porcja gazu zostanie wyrzucona z niejednorodnego pola magnetycznego, jak ciało diamagnetyczne.

Do ciał paramagnetycznych stosuje się prawo Curie.

$$1) \quad X = C \frac{1}{T}$$

X oznacza podatność magnetyczną, T — temperaturę bezwzględną, C — jest wielkością stałą dla danej substancji.

Zastosujmy dla danego gazu prawo gazów doskonałych;

$$2) \quad pv = RT$$

Podstawmy; $V = \frac{M}{d}$; M jest masą jednego mola gazu, d — jego gęstością. Równanie Clapeyrona przybiera postać;

$$3) \quad p \frac{M}{d} = RT$$

Weźmy teraz pod uwagę podatność magnetyczną, nie masową, a objętościową, wyznaczoną z równania;

$$4) \quad X_v = X_m \cdot d = C \frac{d}{T}$$

Podstawiając d z równania Clapeyrona, otrzymujemy;

$$5) \quad X_v = \frac{pM}{RT} \cdot \frac{C}{T}$$

$$6) \quad X_v = \frac{C_p M}{RT^2}$$

Siła, działająca na ciało o objętości dv , podatność którego wynosi X , umieszczone w polu magnetycznym H , o gradientie $\frac{dH}{dx}$ równa się:

$$7) \quad dF = X_v H \frac{dH}{dx} \cdot dv$$

Po podstawieniu wartości X_v ze wzoru (6) otrzymujemy:

$$8) \quad dF = \frac{C \cdot p \cdot M}{RT^2} H \cdot \frac{dH}{dx} dv$$

Równanie (8) może być zastosowane w przypadku, gdy pewna ilość tlenu o objętości dv i o temperaturze T znajduje się w otoczeniu tlenu o temperaturze T_0 . Ze wzoru (8) otrzymamy wówczas:

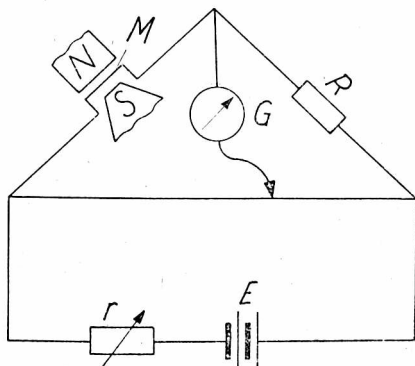
$$9) \quad dF = \frac{C \cdot p \cdot M}{R} \cdot H \frac{dH}{dx} \left[\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_1^2} \right] dv$$

3. Doświadczalne podstawy

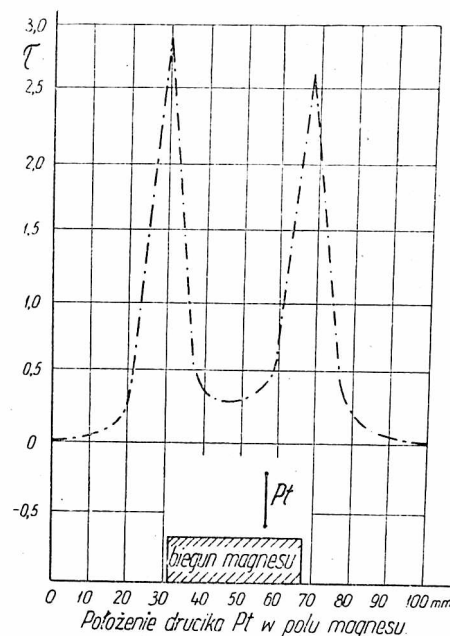
Wzór (9) został sprawdzony doświadczalnie przy pomocy układu przedstawionego na rys. 2. Druk platynowy M , o grubości 0,01 mm, długości 7 mm, został umieszczony pomiędzy biegunami elektromagnesu specjalnego kształtu. Druk platynowy jest włączony w obwód mostka Wheatstona. Prąd elektryczny w tym układzie ogrzewa drucik. Druk ten umieszczano w różnych miejscach w otoczeniu biegunów elektromagnesu. Odległość pomiędzy biegunami wynosiła 10 mm. Z chwilą włączenia prądu następowało ogrzanie drucika i otaczającego powietrza. Ze względu na bardzo małe rozmiary drucika następuje stan równowagi w bardzo krótkim czasie. Z drugiej strony oporność platyny wzrasta ze wzrostem temperatury i po krótkim czasie ustala się na pewnej wartości R_1 . Jeżeli następnie włączyć prąd w obwód elektromagnesu, to wskutek powstania siły, wartość której obliczymy ze wzoru (9), tlen, znajdujący się w najbliższym otoczeniu drucika platynowego o temperaturze T_1 , zostanie wyrzucony z pola. Na jego miejsce wejdzie z otaczającej atmosfery porcja zimnego tlenu, ogrzeje się i znów zostanie wyrzucona itd. Powstanie ciągły przepływ tlenu. Druk platynowy oziębi się i temperatura jego ustali się na wysokości T_2 , a oporność jego ustali się na R_2 .

Siła powodująca przepływ gazu należy dodatkowo od stężenia tlenu, jeżeli badamy mieszaninę gazów. Dlatego do wzoru (9) należałoby wprowadzić dodatkowy współczynnik, zależny od koncentracji tlenu. Efekt nie wystąpi, jeżeli drucik platynowy zostanie umieszczony w atmosferze beztlenowej i oporność drucika w polu magnetycznym będzie taka sama jak i bez pola. Największa różnica wartości $R_1 - R_2$ wystąpi wtedy, gdy w otoczeniu drucika będzie czysty tlen. Wnioskujemy, że miarą stężenia tlenu będzie wartość

$$10) \quad \tau = \frac{R_1 - R_2}{R_1}$$



Rys. 2. Schemat układu elektrycznego magnetycznego analizatora tlenu. (wg (1))



Rys. 3. Zależność wartości $\tau = \frac{R_1 - R_2}{R_1}$ od położenia drucika platynowego w polu magnetycznym. (wg (1))

Dodatnia wartość τ oznacza oziębienie, ujemna ogrzewanie drucika platynowego. Sprawdzanie wzoru (10) polegało na wyznaczaniu wartości τ przy różnych położeniach drucika w otoczeniu biegunów elektromagnesu ustawionego w ten sposób, że kierunek był pionowy.

Krzywe (rys. 3), odnoszą się do pomiarów przeprowadzonych przy przesuwaniu platynowego drucika w kierunku pionowym. Doświadczenia wykazały, że wartość τ nie zależy prawie wcale od tego, czy drucik zostanie ustawiony prostopadle, czy równoległe do linii sił pola magnetycznego.

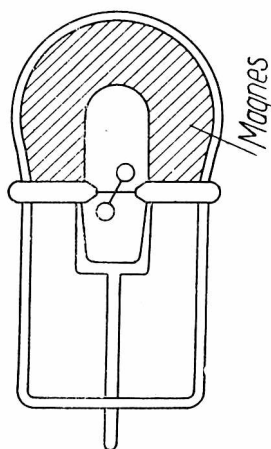
Krzywe doświadczalne posiadają wyraźnie zaznaczone maxima na brzegach biegunów elektromagnesu, gdzie wartość $\frac{dH}{dx}$ jest największa. W środkowej części, gdzie pole magnetyczne jest w przybliżeniu jednorodne, a więc $\frac{dH}{dx} \cong 0$ wartość τ jest bardzo mała. W doświadczeniu tym ruch powietrza ogrzanego przez drucik był skierowany do góry: ruch powietrza na skutek działania pola magnetycznego jest skierowany prostopadle do kierunku pola, a więc poziomo. Dwie składowe prędkości ruchu powietrza są więc do siebie wzajemnie prostopadle skierowane.

Jeżeli pole magnetyczne jest skierowane poziomo, to tlen jest wyrzucany w górę, albo w dół. To znaczy, że prędkość powstaje wskutek ogrzania powietrza przez drucik dodaje się lub odejmuje od prędkości związanej z wpływem pola magnetycznego. Podobnie jak w poprzednim przypadku, otrzymujemy się różne wartości τ w zależności od położenia drucika pomiędzy biegunami elektromagnesu (rys. 3). Położenia maximum odpowiadają krańcom elektromagnesu, gdzie wartość $\frac{dH}{dx}$ przechodzi przez maximum. Nierówne wartości tego maximum pochodzą stąd, że drucik platynowy w polu nie mógł być dostatecznie dokładnie ustawiony.

4. Wykonanie praktyczne

4. 1. Uwagi ogólne.

Jak wynika z przytoczonych poprzednio rozważań, w otoczeniu cienkiego drucika platynowego, ogrzewanego prądem elektrycznym, w niejednorodnym polu magnetycznym powstaje siła działająca na paramagnetyczny gaz, znajdujący się w tym polu. Siły działają na dany gaz niezależnie od tego czy gaz jest w stanie czystym, czy też jest zmieszany z innymi gazami. Siła ta jest ściśle uzależniona od cząstkowego ciśnienia tego gazu. W przypadku mieszaniny różnych gazów siła działająca na daną objętość gazu jest wypadkową sił, działających na wszystkie gazy wzięte z osobna. Ponieważ jednak tylko tlen jest paramagnetyczny i magnetyzacja jego



Rys. 4. Schemat magnetomechanicznego analizatora tlenu. (wg (3))

4. 2. Metoda mechaniczna pomiaru stężenia tlenu.

Z przytoczonych rozważań wynika, że metoda mechaniczna jest najbardziej bezpośrednia. (3) Schemat aparatury do metody mechanicznej został przedstawiony na rys. 4. W polu silnego magnesu stałego zawieszono na cienkiej nici kwarcowej o średnicy 8μ układ z dwóch kulek szklanych $\phi 3$ mm, przytopionych do cienkiego pręcika szklanego o długości 4 mm. Drugi szklany pręcik przytopiono dla przeciwwagi prostopadle do pierwszego oraz przyklejono małe zwierciadło. Całość części ruchomej przyrządu waży 3 mg. Szklana część aparatury, a więc kulki z zawieszaniem, zwierciadło, umocowane na pręciku szklanym, zostały przedstawione na rys. 5.

Strumień gazu powstający w niejednorodnym polu magnetycznym działa mechanicznie na ruchomą część przyrządu i powoduje jej odchylenie. Odchylenie to odczytuje się przez obserwację promienia świetlnego, odbitego od zwierciadła i padającego na skalę. Pomiedzy stężeniem tlenu i odchyleniem zwierciadła została ustalona zależność drogą doświadczalną.

Ponieważ siła działająca na gaz zależy od temperatury, zostały opracowane 3 metody kompensujące jej wpływ. Najprostsza metoda polegała na wyskalowaniu aparatu przy różnych temperaturach i ułożeniu tablic, względnie wykresów korygujących. Druga metoda polegała na zmianie natężenia pola magnetycznego w ten sposób, aby skompensować temperaturowe zmiany wartości μ . Trzecia metoda sprowadza się do podgrzewania gazu pomiędzy biegunami magnesu, zawsze do jednej i tej samej temperatury przez zastosowanie termostatu.

Według danych literatury zostały skonstruowane aparaty o różnych zakresach stężeń tlenu, np. 0–20 mm Hg, 0–80, lub też 0–800. Dokładność pomiaru mogła być doprowadzona do 1% zakresu przyrządu.

Pomimo prostoty zasady działania aparatu, posiada on wielkie wady:

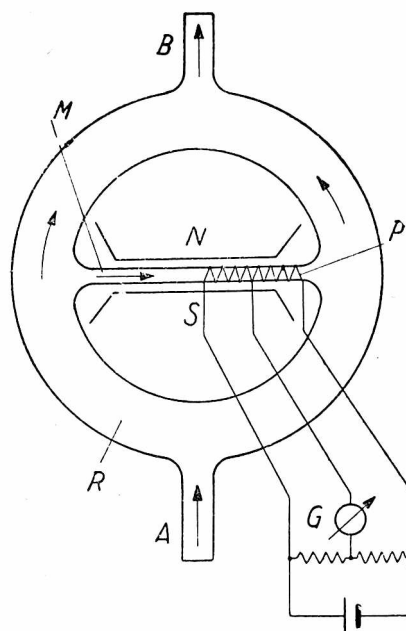
- 1) wielka precyzja, a więc trudności mechaniczne w jego wykonaniu,
- 2) wielka wrażliwość na wstrząsy,
- 3) układ pomiarowy musi się znajdować bezpośrednio przy samym magnecie.

Od tych wad, odgrywających bardzo istotną rolę, są wolne przyrządy elektryczne, prototypem których jest aparatura opisana w rozdziale 3.

Rys. 5. Szkic szklanej części magnetomechanicznego analizatora tlenu (wg (3)).

4. 3. Elektryczna metoda pomiaru stężenia tlenu w mieszaninie gazów.

Metoda ta została w zasadzie opracowana przez d-ra Leherera w I. G. Farbenindustrie w r. 1942. Zasadniczą częścią aparatury przedstawionej na rys. 6 jest komora przepływowa wykonana z mosiądzu o kształcie pierścienia, z przekrojem prostokątnym. Badany gaz wchodzi przez otwór A, położony z jednej strony bocznej ścianki komory, wychodzi z przeciwnej przez otwór B. Prostopadle do prostej, łączącej środki otworu wejściowego i wyjściowego dla gazu, jest umieszczona cienka szklana rurka łącząca prawą i lewą część komory. Rurka ta jest z jednej strony owinięta cienkim drucikiem platynowym $P \phi 0,05$ mm. Drut ten jest podzielony na dwie sekcje. Obie sekcje są włączone w obwód mostka Wheatstone'a tworząc dwa jego ramiona. Przepływający przez druty platynowe prąd o natężeniu 200 A. rozgrzewa je do 80°C . Jedna z sekcji jest umieszczona w polu elektromagnesu (około 15.000 Gauss). Przez cienkie ścianki rurki szklanej gaz ulega nagrzaniu, wskutek czego powstaje zjawisko „wiatru magnetycznego“ wewnątrz rurki, co z kolei powoduje obniżenie temperatury drucika znajdującego się przy wejściu, podniesienie temperatury drucika przy wyjściu. W wyniku nastąpi zakłócenie równowagi mostka. Przez odpowiednie dobranie stałych układów przyrząd może



Rys. 6. Schemat przepływowego analizatora tlenu (wg (2)). NS — bieguny magnesu lub elektromagnesu, W — cienkościenna rurka szklana, P — drucik platynowy, G — galvanometr w mostku Wheatstone'a, R — komora przepływowa, A — otwór wejściowy, B — otwór wyjściowy.

być wyskalowany dla dowolnego zakresu stężenia tlenu, np. 0–2%, wgl. 0–20%. Dokładność pomiaru wynosi co najmniej 2% najwyższego zakresu pomiarowego, na jaki został wyskalowany przyrząd.

Na wartość napięcia w mostku otrzymuje się w tym przyrządzie następującą wartość:

$$11) \quad e = 9,04 \cdot 10^{-8} \frac{C_p}{\eta} \cdot \frac{r^4}{l} \cdot \frac{R_0}{R_i} H^2 \left[T_1 - T_2 \right]^2 \left[\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right] \text{ wolt}$$

C_p — oznacza ciepło właściwe gazu badanego,

i — jest natężeniem prądu przepływającego przez drucik,

r — promień szklanej rurki w cm, wynosił 0,215 cm,

l — długość szklanej rurki w cm

R_0 — oporność drucika platynowego przy 0°C

R — oporność tego samego drucika przy podwyższonej temperaturze podczas pracy.

T_1 — temperatura gazu w środku rurki szklanej

T_2 — temperatura gazu wchodzącego do rurki,

η — lepkość gazu. (2) str. 16b).

W równaniu (11) wartości i , R oraz T , praktycznie nie zależą od natury gazu badanego. W przypadku jednak obecności wodoru wartość T zależy od jego stężenia. Jak widać ze wzo-

ru (11) czułość pomiaru stężenia zależy od wartości stosunku $\frac{C_p}{\eta}$ i może się zmieniać w dość szerokich granicach. Pomiar wykazały, że wartość $\frac{C_p}{\eta}$ wynosi 6,9 dla azotu i 17,75 dla

etylenu. Czułość przyrządu jest więc bardzo uzależniona od obecności innych gazów i w związku z tym przyrząd ten nie może być w całej pełni uniwersalny. Jest to ważna wada przyrządu, gdyż na wskazaniach jego można polegać całkowicie wtedy tylko, gdy skład badanego gazu jest ten sam.

Wadą przyrządu jest okoliczność, że gaz przechodzący przez szklaną rurkę nagrzewa się z pewnym opóźnieniem, gdyż ciepło musi przejść przez ścianki rurki. Temperatura gazu jest zawsze niższa od temperatury drucików. Wskutek tego czułość przyrządu jest niższa od teoretycznie przewidywanej. Dlatego też raczej nie jest wskazane, aby odtwarzać analizator gazów oparty na tej zasadzie.

4. 3. Amerykański analizator Clarence A. Dyer.

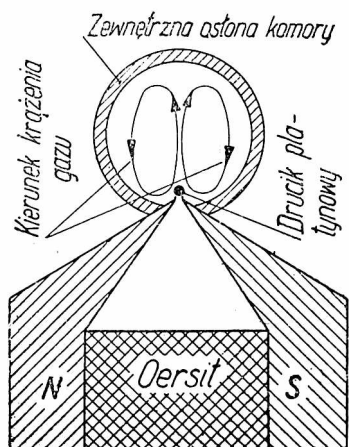
Przyrząd ten został opracowany dla celów lotnictwa. Może on dawać poprawne wyniki pomiarów w szerokich granicach temperatur od 60°F do 160°F. (od ok. -50° do +70°C). Wskazania jego pozostają dokładne w granicach ciśnień od 85 do 760 mm Hg. Objętość komory z gazem mierzonym wynosi 150 cm³.

W zasadzie konstrukcja tego przyrządu jest oparta także na paramagnetycznych właściwościach tlenu.

Komora, do której wprowadza się badany gaz, zawiera 4 cienkie druciki platynowe $\phi 10 \mu$ połączone w mostek Wheatstone'a. Dwa z tych drucików znajdują się w silnym polu magnetycznym. Mostek jest zasilany prądem zmiennym o częstotliwości 20 KC. Zakłócenie mostka związane z obecnością tlenu w badanym gazie jest następnie wzmacniane i oceniane przy pomocy przyrządu pomiarowego, względnie przekazywane na oscylograf. Zostały ustalone ścisłe zależności pomiędzy zawartością tlenu w różnych ciśnieniach i wskazaniami przyrządu pomiarowego.

4. 4. Analizator krążeniowy Siemens.

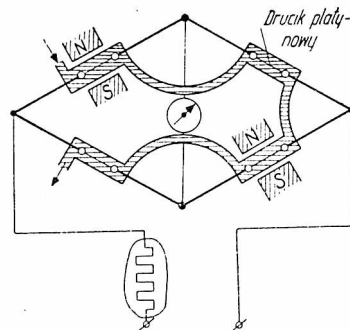
Zasadę działania analizatora Siemens wyjaśnia rys. 7. Źródłem pola magnetycznego jest stały magnes ze stopu o wielkiej sile koercji. Do magnesu są dociśnięte końcówki



Rys. 7. Schematyczne przedstawienie działania krążeniowego analizatora Siemens. Oersit-magnes sztabkowy ze stali o wysokiej koercji, N i S nasadzane biegunki o silnie wyostrożonych końcówkach.

z miękkiej stali — takiego kształtu, aby na małej przestrzeni było skoncentrowane silne pole magnetyczne. W najbliższym sąsiedztwie biegunków magnesu znajduje się cienki drucik platynowy, włączony w obwód mostka Wheatstone'a; „wiatr magnetyczny” powoduje krążenie gazu w komorze i w związku z tym oziębianie się drucika. Stopień oziębiania się jest w ścisłym związku ze stężeniem tlenu w badanym gazie. Schemat analizatora Siemens przedstawia rys. 8.

Składa się on z czterech identycznych komór. W każdej z nich znajduje się cienki drut platynowy. Druty te są włączone w obwód prądu stałego według układu mostka Wheatstone'a. Dwie komory są zaopatrzone w stałe magnesy z końcówkami mocno zaostrozonymi i bardzo do siebie zbliżonymi (rys. 7). W ten sposób uzyskano silne pole magnetyczne po-



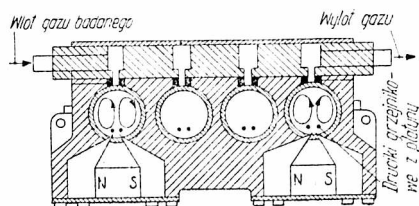
Rys. 8. Schemat krążeniowego analizatora Siemens o czterech komorach.

między tymi końcówkami i silny gradient tego pola. Druty platynowe umieszczone w na korzystniejszym punkcie pola. Przewody umieszczone w polu włączono w obwód mostka Wheatstone'a. Dzięki temu zmiany oporności każdego z tych przewodów, wywołane przez „wiatr magnetyczny”, wzajemnie się potęgują, co prowadzi do powiększenia czułości przyrządu. Przekrój układu komór pokazano na rys. 9. Przyrząd Siemens nie posiada wad przyrządów poprzednio opisywanych. Do wszystkich komór wprowadza się jeden i ten sam gaz podlegający badaniu. Wszelkie więc wpływy środowiska związane z przewodnością cieplną ośrodka gazowego, ciśnieniem lub temperaturą, wzajemnie się znoszą. W przeciwieństwie do przyrządów z wąską rurką szklaną, lepkość gazu nie gra w tym aparacie żadnej roli, nie wpływa na wyniki pomiaru. Pomiar wykazały, że temperatura drucików platynowych wpływa znikomo mało na wynik pomiaru. Według A. Naumana (8, str. 126) odchylenie temperatury wynoszące 80°C od jej normalnej wysokości powoduje błędy w wyznaczonej wartości O_2 wynoszące 0,25%. Zmiana temperatury przewodów platynowych o 40°C powoduje błąd pomiaru tylko o 0,1%. Przy wyższych cząstkowych ciśnieniach tlenu aparat staje się bardziej wrażliwy na zmiany temperatury drutu platynowego. Zmiana ciśnienia 200 mm Hg powoduje zaledwie dostrzegalne błędy pomiaru.

Wysoką precyzję swoją zawdzięcza ten przyrząd temu, że druty platynowe bezpośrednio stykają się z badanym gazem. Jeżeli platyna nie będzie zabezpieczona, to mogą zachodzić przerwy w pracy przyrządu.

Biorąc pod uwagę, że współczynnik termiczny oporności platyny wynosi 0,0039, a dla półprzewodników tenże współczynnik jest bliski — 0,04, czyli około 10 razy więcej, należy przypuszczać, że użycie półprzewodników w postaci cienkich nitów mogłoby dać znaczne korzyści przy konstrukcji analizatorów tlenu typu Siemens. Zastosowanie termistorów byłoby korzystne, gdyż pod mechanicznym względem półprzewodnik jest bardziej wytrzymały od drutu Wollaston'a. Większa powierzchnia powodowałaby ogrzewanie większych mas gazu badanego, a więc intensywniejszy „wiatr magnetyczny”. Moc prądu doprowadzonego do układu mogłaby być znacznie podwyższona i wobec tego przyrząd nie byłby tak precyzyjny, jak to ma miejsce w przypadku zastosowania platyny.

Z zestawienia zasad działania i korzyści, jakie mogą dać poszczególne typy analizatorów opisanych w dostępnej literaturze, wynika, że analizator Siemens z czterema komorami nie budzi istotnych zastrzeżeń z punktu widzenia jego działania. Łączy on prostotę mechanicznej konstrukcji z prostotą układu elektrycznego. Działanie jego jest prawie całkowicie niezależne od różnych czynników ubocznych.



Rys. 9. Przekrój układu komór analizatora krążeniowego.

5. Zakończenie

Jak już mówiliśmy, magnetyczne analizatory tlenu znajdują dotąd, niemal wyłącznie, zastosowanie w wielkich elektrowniach ciepłych, gdzie są spalane wielkie ilości węgla i kontrola racjonalnego spalania węgla ma doniosłe znaczenie dla gospodarki narodowej i dla zdrowia publicznego. Analizatory te mogą się okazać bardzo pożyteczne wszędzie tam, gdzie są używane wielkie ilości materiałów palnych. Dla przykładu można wymienić piece Martina opalane gazem, względnie pyłem węglowym. W tych urządzeniach stała kontrola procesów spalania jest bardzo wskazana. Niewątpliwie analizator tlenu znalazłby zastosowanie w wielu innych gałęziach przemysłu. Analizator tlenu jest więc bardzo ważnym aparatem dla gospodarki krajowej. Dlatego opracowanie prototypu uniwersalnego analizatora dostosowanego do potrzeb naszego przemysłu jest ze wszelkiemi celowe.

Literatura

1. F. Klauer, E. Turowski i T. V. Wolf. Untersuchungen über das Verhalten paramagnetischer Gase im inhomogenen Magnetfeld. Zeitschrift für Technische Physik, r. 1941, str. 223—228.
2. Magnetic type oxygen recorder., str. 94—97, Appendix C Magnetic Oxygen recorder, str. 154—17.
3. I. G. Farbenindustrie A. G. B.I.O.S. Final Report Np 1007, 1946.
3. L. Pauling, R. E. Wood, I. H. Sturdimant.

An Instrument for Determining Partial Pressure of Oxygen in a Gas.

Journal Am. Chem. Soc. Vol. 68, str. 795—798, r. 1946.

4. C. A. Dyer. A paramagnetic Oxygen Analyzer. The Rev. Sc. Instr. T. 18, str. 696—702, r. 1947.

5. R. Sturm. Neuzeitliche physikalische Gasanalysengeräte. B.W.K. Tom 4, str. 374—377, r. 1951.

6. R. H. Griffith. Magnetic Oxygen Recorder for automatic Central of Catalytic Purification Plant. The Gas World, T. 134, str. 522—525, r. 1951.

7. K. F. Luft. Ueber neue Methode der magnetischen Sauerstoffanalyse. Zs. für angewandte Physik. T. 3, str. 300—303, r. 1951.

8. A. Nauman. Ein einfacher magnetischer Sauerstoffmesser, A.T.M. Lief. 197, V 723—17, str. 123—128, r. 1952.

9. M. P. Mendoza. Recent Development in Gas Analyses with special Reference to fuel Gases. B.C.U.R.A. T. XIV, str. 417—419, r. 1950.

10. New Plant and Equipment. Sheet Metal Industries. T. 28, str. 875—876, r. 1951.

11. Ralph H. Munch. Instrumentation. Ind. and Engineering Chem. T. 41, str. 974, marzec 1946.

12. F. Klauer, E. Turowski i T. Wolf. Sauerstoffanalyse von Gasgemischen auf physikalischer Grundlage. Z. Angew. Chemie. T. 54, str. 494—496, r. 1941.

13. M. Wolfke. Elektryczność i magnetyzm. Skrypt. Politechnika Warszawska.

Inż. JANUSZ TROMSZCZYŃSKI
Centralne Laboratorium Gazownictwa

Ilościowe metody oznaczania benzolu w gazie

Metody oznaczania zawartości benzolu w gazie świetlnym można podzielić na trzy następujące grupy oparte na:

1. usunięciu z gazu wszystkich par,
2. usunięciu par tych składników, które mogą być zaabsorbowane przez olej płuczkowy,
3. mierzeniu pewnych parametrów fizycznych gazu proporcjonalnych do stężenia benzolu.

Rozpocznijmy od przeglądu metod grupy pierwszej. Ponieważ w metodach tych usuwamy wszystkie pary, oznaczeniu podlega tu nie tylko benzol, ale także bardzo lotne związki, normalnie nie wmywane przez olej płuczkowy. Wynik takich oznaczeń nie będzie odzwierciedlał rzeczywistej zawartości benzolu w gazie. Jeżeli jednak ilość cieczy wydobytej przy pomiarze pozwoli nam na jej analizowanie, wtedy wprowadzając poprawkę, otrzymamy właściwy wynik.

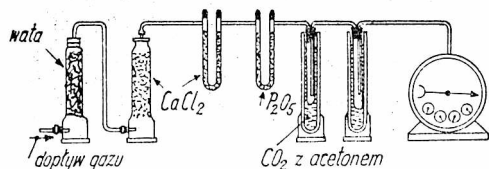
Metody grupy pierwszej mogą być ponadto podzielone na dwie podgrupy, w których stosujemy:

- a) usuwanie par przez oziębianie gazu do bardzo niskich temperatur;
- b) adsorbowanie par na węglu aktywnym.

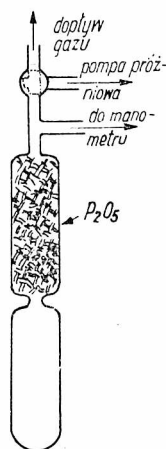
Przykładem metod podgrupy a) będzie oznaczenie St. Claire-Deville'a, opisane po raz pierwszy w 1889 roku w Journal des Usines à Gaz. (1). Wykluczając ewentualne kłopoty związane z utrzymaniem niskich temperatur, metoda ta jest prosta w wykonaniu i daje dobre rezultaty.

Oznaczany gaz jest oczyszczony i wysuszony przy przechodzeniu kolejno przez wieżeczki z watą, CaCl_2 i P_2O_5 (rys. 1).

Suchy gaz przepływa następnie przez dwa naczynia, umieszczone w mieszaninie oziębiającej stałego CO_2 z acetonem lub eterem o temperaturze -72°C . Przy tej temperaturze większość składników surowego benzolu przechodzi w stan stały.



Rys. 1. Zestaw St. Claire-Deville'a.



Rys. 2. Aparat Burrel-Robertsona.

Po przepuszczeniu odpowiedniej ilości gazu, naczynia wyjmują się z mieszaniny oziębiającej i po doprowadzeniu do temperatury pokojowej, zawartość ich analizuje się na benzol.

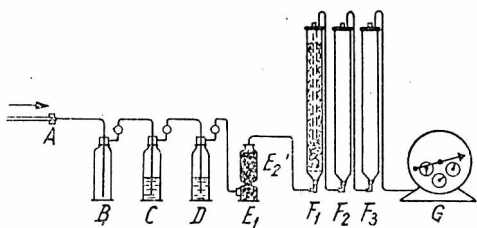
Oznaczenie St. Claire-Deville'a było zmodyfikowane przez Burrel i Robertsona (2) w następującej, interesującej metodzie: Bańka długości około 15 cm (rys. 2) zawiera w górnej swej części, ponad przewężeniem, P_2O_5 . Przez połączenie z pompą próżniową, usuwa się z niej powietrze. W dalszym ciągu, odpowiednio ustawiając kran trójdrożny, napełnia się bańkę gazem, a manometr podłączony do bocznika wykaże ciśnienie atmosferyczne. Następnie bańkę umieszcza się w mieszaninie oziębiającej stałego CO_2 z acetonem. Po upływie 10 minut usuwa się przy pomocy pompy próż-

niowej metan, etylen, CO_2 , CO i inne trwałe składniki gazu. Po zamknięciu kranu aparat doprowadza się do temperatury pokojowej. Ciśnienie, wskazane teraz przez manometr, równa się ciśnieniu cząstkowemu par benzolu w gazie. Dzielnik je przez ciśnienie atmosferyczne, otrzymuje się stężenie benzolu w gazie.

Metoda Burrel i Robertsona posiada jednak tę wspomnianą już wadę, że nie można przy niej zanalizować otrzymanego benzolu.

Najbardziej dziś rozpowszechnioną metodą jest oznaczanie benzolu przez adsorpcję na węglu aktywnym, którą zaliczyliśmy do metod grupy pierwszej b). Opracowanych jest wiele typów aparatów do oznaczeń benzolu, zbudowanych na tej zasadzie. Należy tu z naciskiem podkreślić, że tylko te będą dokładne, w których poprawka na straty w czasie adsorpcji jest stała (3) oraz gdy uzyskany benzol można analizować. Przegląd niektórych sposobów i aparatów zaczniemy od najogólniejszej metody, opisanej w Benzol Motor (4).

Gaz, w którym ma być oznaczona zawartość benzolu, przechodzi (rys. 3) przez pustą zabezpieczającą płuczkę B, dalej przez płuczki C i D i wieżę suszącą E. Płuczka C zawiera 5% roztwór NaOH; zostaje w niej związany siarkowodor.



Rys. 3. Zestaw do oznaczenia na węglu aktywnym. A — kurek, B — płuczka, C — płuczka z 5% roztworem NaOH, D — płuczka z CaCl_2 , E₂ — CaCl_2 stały, E₁ — wata szklana, F — adsorbery z węglem aktywnym, G — gazomierz.

W płuczce D znajduje się syropowaty roztwór CaCl_2 ; usunięta tu zostaje większa część wody, którą ostatecznie pochłania stały CaCl_2 w wieży E. Wata szklana w dolnej części wieży E zatrzymuje mgłę oleju znajdującą się w gazie odbenzolinowanym.

Wysuszony gaz przechodzi przez trzy adsorbery z węglem aktywnym. Są one tak zbudowane, aby przy desorpcji mogły być ogrzewane w piecu elektrycznym, gdy jednocześnie przegrzana para przepuszczana jest przez węgiel. Wyjście tuby winno być zaopatrzone w zakończenie umożliwiające przyłączenie jej do chłodnicy.

Po przepuszczeniu odpowiedniej ilości gazu przez wyżej opisany zestaw (należy określić w czasie adsorpcji temperaturę i ciśnienie gazu) przystępujemy do desorpcji. W tym celu jedną końcówkę adsorbera łączy się z chłodnicą i odbieralnikiem w formie U — rurki umieszczonej w lodzie. Adsorber ogrzewa się w piecu elektrycznym, a przez węgiel, bezprzeponowo, przepuszcza się przegrzaną parę. Temperatura wskazana przez termometr umieszczony w adsorberze winna wynieść 150° . Po zakończeniu desorpcji całkowitą ilość wydostylowanej cieczy oddziela się od wody, mierzy dokładnie i poddaje analizie.

Przy oznaczeniu benzolu tą metodą należy zwrócić uwagę na następujące momenty:

- 1) Przed przeprowadzeniem próby węgiel aktywny musi być nasycony benzolem i zdesorbowany. Świeży węgiel zatrzymuje pewną ilość benzolu, której nie można zdesorbować i która będzie powodem błędów przy pierwszym pomiarze.

- 2) Wszelkie połączenia w zestawie aparatury należy robić „do styku”, aby możliwie skrócić drogę zetknięcia się benzolu z gumą węży.

- 3) Szybkość przepuszczania gazu w czasie adsorpcji winna być dostatecznie mała, aby praktycznie nastąpiło całkowite usunięcie benzolu.

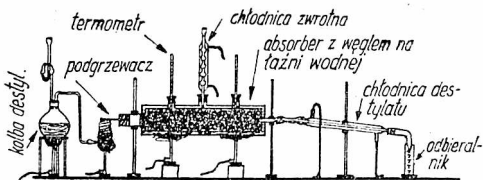
- 4) Pierwszy adsorber przy końcu adsorpcji może być nasycony, ale do ostatniego winna przejść tylko nieznaczna ilość benzolu.

- 5) Jeśli próby są wykonywane jednocześnie przed i za płuczkami (np. przy określaniu wydajności płuczek) szybkość przepuszczania badanego gazu oraz czas trwania obu prób winny być jednakowe. Należy zwrócić uwagę, aby czas przepuszczania gazu był dostatecznie długi to jest, żeby została osiągnięta przeciętna wydajność wymywania benzolu na płuczkach (ze względu na zmienną zawartość benzolu w gazie).

- 6) W czasie adsorpcji należy mierzyć temperaturę i ciśnienie gazu przepuszczanego przez adsorber, w celu przeliczenia objętości gazu na warunki normalne.

Przytoczymy tu kilka typów znormalizowanych aparatów, zbudowanych na zasadzie adsorpcji.

- 1) Aparat do oznaczania benzolu von Bahra (5) (rys. 4).



Rys. 4. Aparat von Bahra.

Adsorber posiada płaszcz wodny, w czasie desorpcji ogrzewany pod chłodnicą zwrotną. Dwa termometry umieszczone w węglu aktywnym wskazują temperaturę desorpcji, w czasie której przepuszcza się przez węgiel przegrzaną parę. Kondensat odbiera się w cylindrze miarowym.

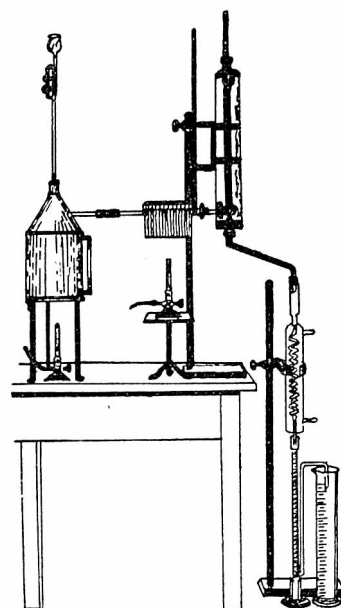
Przy pojemności aparatu 250 g węgla aktywnego, gaz przepuszcza się z szybkością 300 l/godz, a przy 1000 g — 1200 l/godz. (Dane dla węgla o dużym stopniu adsorpcji).

Jednym z częściej stosowanych aparatów jest aparat Kattwinkela (6).

Adsorber z nawiniętą spiralą osłonięty jest płaszczem metalowym. Przez spiralę w czasie adsorpcji przepływa zimna woda, a w czasie desorpcji przegrzana para, której część bezpośrednio przechodzi przez węgiel. Temperatura desorpcji 300°C .

Aparat Weindela (7) (rys. 6) posiada przegrzewacz umieszczony wewnątrz pieca nad gilzą adsorbera. Adsorber łączy się w czasie desorpcji z chłodnicą metalową na stożek uszczelniony pierścieniami, lub poprzez urządzenie dławikowe. Temperatura desorpcji 300°C . Pojemność adsorbera od 50 do 400 g węgla.

Aparatem do oznaczania małych zawartości benzolu w gazie (dla gazu za płuczkami) jest aparat Tausz-Jungmana (rys. 7).



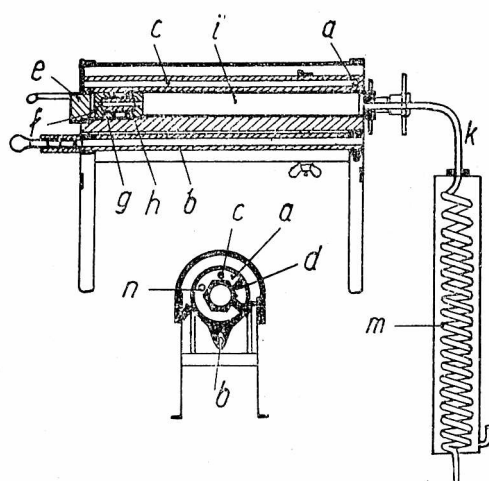
Rys. 5. Aparat Kattwinkela.

Składa się on z miedzianego adsorbera w kształcie gilzy o pojemności około 15 g. z przylutowaną na stałe chłodnicą. Przegrzewacz ogrzewany w oleju łączy się z adsorberem na stożek. Piec gazowy ogrzewany jest w czasie desorpcji do 360° . Aparat ma raczej małe zastosowanie dla oznaczeń ruchomych.

Interesujący ze względu na automatyczną rejestrację, aczkolwiek niedokładny, bo oparty na przyroście wagi węgla aktywnego, jest aparat Remele'a (8) wypuszczony przez Zakłady Junkersa. W przyrządzie tym (rys. 8) gaz przechodzi poprzez dwie wieżyczki zawierające węgiel aktywny. Są one zawieszone na wadze, której równowaga, naruszona przy wzrastającym ciężarze węgla adsorbującego benzol, wyrównywana jest przez mechanizm łańcuchowy. Rejestruje on na taśmie ilość zaadsorbowanego benzolu. Zapis na początku każdej godziny rozpoczyna się od 0.

Aparaty wyżej opisane, w których benzol po zaadsorbowaniu desorbuje się, należy przed użyciem wycychować. W tym celu do adsorbera wkrapla się znaną ilość benzolu (3). Po zdesorbowaniu, z różnicy benzolu w kroplonym i uzyskanego, określa się wielkość poprawki. Poprawkę tę (ślepa próbę wykonuje się dotąd, aż uzyska się stałość poprawki) uwzględnia się przy pomiarach. Stałość poprawki jest warunkiem dobrego oznaczenia. Oczywiście, wszystkie czynności przy pomiarze muszą być znormalizowane.

Oprócz desorpcji, prowadzonej przy pomocy przegrzanej pary wodnej, używano do odpędzenia zaadsorbowanego na węglu aktywnym benzolu również i innych metod. Weissen-



Rys. 6. Aparat Weindela. a — korpus, b — urządzenie grzejne, c — przewzmacz pary, d — wlot pary, f — kanał parowy, g — uszczelka, i — adsorber, n — gniazdko termometru.

berger i Piatti (9) stosowali ogrzewanie nasyczonego węgla w kolbie destylacyjnej z mieszaniną krezoli; następnie benzol oddzielali przez destylację. Metodę tę próbowano zastosować w pracach nad odbenzolowywaniem w Centralnym Laboratorium Gazownictwa w Warszawie. Po oddestylowaniu benzolu z węgla aktywowanego umieszczonego w krezolu, krezol odpędzono niemal do sucha, a węgiel próbowano regenerować przez wymycie NaOH lub alkoholem metylowym. Oddestylowany benzol poddawano destylacji frakcjonowanej i mierzono. Bayer (10) proponuje do oznaczania zaadsorbowanego benzolu stosować oznaczenia kolorymetryczne. W tym celu część wyekstrahowanego alkoholem benzolu zadaje się roztworem formaliny ze stężonym H_2SO_4 (0,02 ml 40% formaliny rozpuszcza się w 60 ml stężonego H_2SO_4). Zależnie od procentu stężenia benzolu otrzymuje się odpowiednie natężenie barwy, które porównuje się z wzorcem, normalnymi metodami kolorymetrii. W pracach Centralnego Laboratorium Gazownictwa powyższą metodę zmodyfikowano, stosując ją do jakościowego wykrywania benzolu. W tym celu, na końcu normalnego zestawu do oznaczania benzolu drogą adsorpcji na węglu aktywnym, włączono równoległe płuczkę ze stężonym H_2SO_4 i formaliną (w stosunku jak wyżej podano). Co pewien czas włączano płuczkę, badając czy jej zawartość nie zabarwia się. W ten sposób zabezpieczono się przed ewentualnym przedostaniem się benzolu przez węgiel aktywny. Można było także stosować dla danej ilości węgla aktywnego maksymalną szybkość gazu, bez obawy strat benzolu.

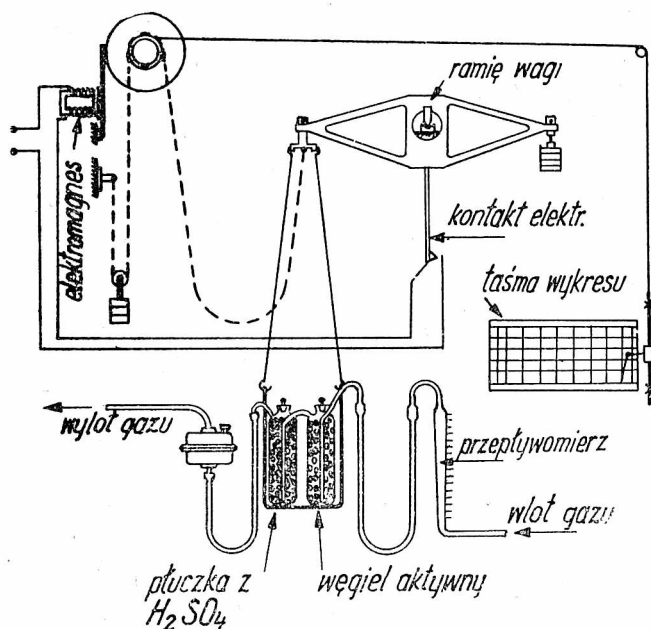
Metody grupy II. Zaliczyliśmy do niej metody polegające na oznaczaniu benzolu przez absorpcję w oleju płuczkowo-

wym (11). Olej możemy używać taki sam, jaki stosuje się w technice, a więc smołowy czy też solarowy; można również stosować anilinę, tetralinę, nitrobenzen lub kwas olejowy. Ponieważ zaabsorbowany benzol usuwamy z oleju przez destylację, zrozumiałe jest, że w tej metodzie przewagę będą miały oleje wysoko wrzące. Pozwolą one w konsekwencji na dobre oddzielenie zaabsorbowanego benzolu. Jeśli wymienione zostały niższe wrzące, anilina czy nitrobenzen, to ze względu na posiadanie stałego punktu wrzenia. Ponadto ślady aniliny znajdujące się w uzyskanym benzolu mogą być wymyte przy pomocy rozcieńczonego kwasu.

Przy metodach tych dużą uwagę należy zwrócić na sposób przepuszczania gazu. Duża powierzchnia zetknięcia gazu z olejem warunkuje całkowite wymycie benzolu oraz pozwala na szybsze przepuszczanie gazu.

Oznaczenie zawartości benzolu w gazie przeprowadza się następująco:

Urządzenie dla oczyszczania i wysuszenia gazu jest takie samo, jak dla metody adsorpcyjnej. Jako absorbery służą trzy płuczki, każda napełniona około 150 ml oleju. Gaz przepuszcza się w ciągu 100 godzin z szybkością około 30 l/godz. Raz na dobę pierwszą płuczkę usuwamy, druga staje się wtedy pierwszą, a jako trzecią ustawiamy płuczkę ze świeżym olejem. Po przepuszczeniu około 3 m³ gazu oddzielne próbki

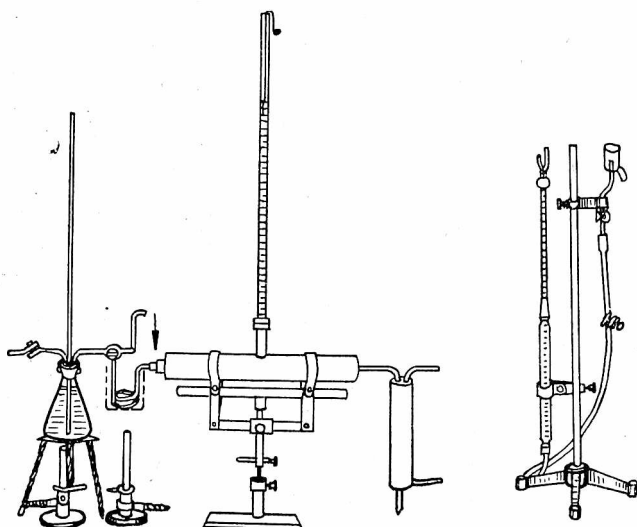


Rys. 8. Aparat Remela-Yunkersa.

z płuczek są dodawane razem i destylowane. Destylat do 240° analizuje się na zawartość benzenu, toluenu i ksylenu.

Przy stosowaniu do oznaczeń oleju pobranego z benzolowni należy zwrócić uwagę na niezupełne odbenzolowanie oleju w kolumnie destylacyjnej. W celu znalezienia poprawki na zawartość benzolu w oleju odsyconym, wykonuje się szereg oznaczeń dla oleju idącego na płuczki. Próby przeprowadza się dla 2 l oleju. Początkowo wykonuje się wstępną destylację do 200° C w kolbie stalowej. Uzyskany destylat rektyfikujemy na kolumnie Younga do maksymalnej temperatury 160°, w ilości 5 ml/min. Znalezioną w ten sposób poprawkę stosuje się przy oznaczeniu benzolu w gazie wychodzącym z płuczek; dla gazu wchodzącego jest to niekonieczne.

Dogodnym aparatem do oznaczania benzolu metodą grupy II jest urządzenie zaprojektowane przez Reada (rys. 9). Jest to kolumna z blachy żelaznej, mająca dwanaście półek z dzwonami o wysokości otworów 6 mm. W dolnej części kolumny znajduje się zbiornik na olej o dużej objętości. Średnica wieży wynosi ok. 7,5 cm. Aparat jest bardzo wydajnym skrubierem dla około 600 l gazu/godz. Olej przepływa przez kolumnę w ilości nie mniejszej od 1 l/godz. Oznaczenie zawartości benzolu w gazie przy pomocy tego aparatu trwa około 2 godzin, przy czym otrzymuje się znaczną ilość zaabsorbowanego produktu. Wydajność tej metody w stosunku do metody St. Claire-Deville wynosi 98% przy oleju o dość wysokiej wiskozie. Przy oleju właściwym sprawność ta wzrasta do 100%.



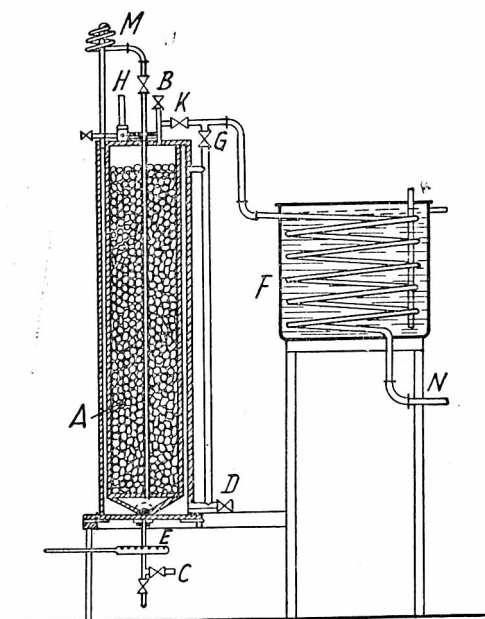
Rys. 7. Aparat Tausz-Jungmana.

Lessing (12) wprowadził do metody absorpcyjnej następującą modyfikację: zbiornik A (rys. 10) o pojemności około 40 l napełniony jest porowatym materiałem, nasyconym olejem płuczkowym. Gaz przepuszcza się zaworem B do wylotu C, który połączony jest z gazomierzem. Zbiornik A posiada płaszcz wodny chłodzący go w czasie absorpcji. Gaz przechodzi przez wypełnienie w ilości 150 l/godz.. Po przejściu 3 m³ gazu zawory B i C zamyka się, a płaszcz wodny opróżnia się do 1/3 przez kran D. Zapala się gaz w pierścieniu E. Nadmiar pary uchodzi przez zawór G do skraplacza F. Gdy woda zaczyna wrzeć, kurek G zamyka się, a otwiera się zawory H i K, zapalając jednocześnie palnik pod przegrzewaczem M. Kondensat benzolu i wody jest odbierany w cylindrze miarowym przy N. Po oddzieleniu benzol analizuje się.

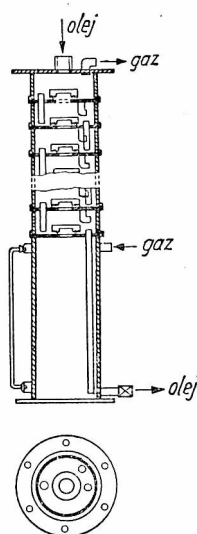
Metody grupy III. Punktem wyjścia tych metod jest fakt, że pewne fizyczne parametry gazu są proporcjonalne do stężenia benzolu. Na przykład, im większa jest zawartość benzolu w gazie, tym większe jest natężenie energii świetlnej wysyłanej przez płomień spalającego się gazu. To ostatnie zjawisko wykorzystał Delson (13) w swojej metodzie fotoelektrycznej. Polega ona na użyciu fotokomórek dla zmierzenia natężeń światła dwóch płomieni gazowych; jednego dla gazu odbenzolowanego na węglu aktywnym, drugiego dla tego samego gazu o szukanej zawartości benzolu.

Rys. 11 przedstawia schemat urządzenia Delsola. Gaz dopływający z sieci przez kran r rozdziela się na dwa strumienie o jednakowych wydatkach przepływu. Równość wydatków sprawdza się na manometrze M, który powinien wskazywać zerowe wychylenie. W A znajduje się adsorber z węglem aktywnym, a w t — półkapirala, wyrównująca stratę ciśnienia gazu na adsorberze. W palnikach B₁ i B₂ gaz spala się bez uprzedniego dostępu powietrza, dając płomień 150 mm szerokie i 35 mm wysokie. Skrzynka C zabezpiecza płomień przed prądem powietrza. Jest ona podzielona symetryczną przegrodą.

Dwie, tego samego typu, komórki fotoelektryczne L₁ i L₂ tworzą z mikroamperomierzem I i potencjometrem p światłomierz aparatu. Systematyczne badania przeprowadzone przez Delsola wykazały, że błąd, który można popełnić przy odczycie zerowego stanu manometru odpowiada wychyleniu 1/2 jednostki mikroamperomierza. Czułość wskazań mikroamperomierza nie ulega zmianie, gdy zawartość tlenu w gazie waha się w granicach 0,5%—2,5%.



Rys. 10. Aparat do suchej metody Lessinga.

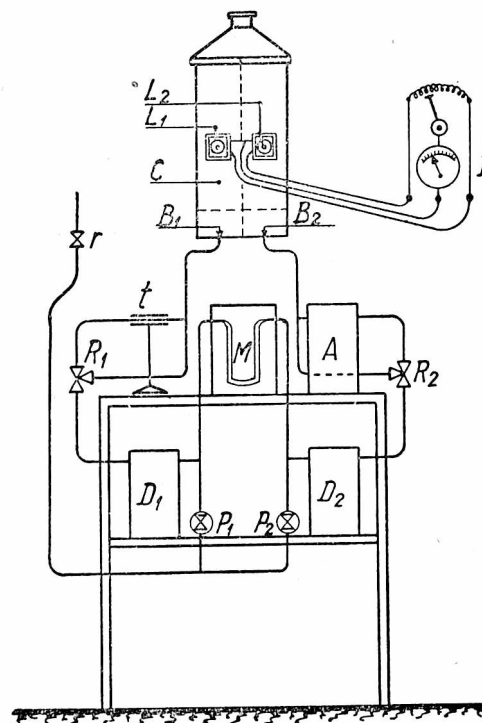


Rys. 9.
Skrubler Reada.

Krzywa zmienności wskazań mikroamperomierza jest liniową funkcją zawartości benzolu w gazie. Czułość pomiaru jest bardzo zadowalająca (np. dla gazu o zawartości 3,6 g benzolu/m³ odpowiada 8,0, a dla gazu o 3,19 g benzolu/m³ — 5,7).

Na specjalną uwagę zasługuje metoda interferometryczna, którą omówimy nieco szerzej. W metodzie tej (14) oznacza się pewną wielkość, będącą jednocześnie funkcją stężenia benzolu oraz miarą różnicy pomiędzy wartością współczynników załamania światła gazu zawierającego benzol i gazu bez tego składnika.

Rys. 12 przedstawia schemat interferometru Rayleigha, udoskonalonego przez Habera i Löwego. Gaz zawierający benzol przechodzi przez komorę C₂, gaz odbenzolowany (całkowicie!) przez komorę C₁. Płytki zamykające (A) i (B) są wspólne dla obu komór. Równoległe promienie po wyjściu z kolimatora (Kl) przechodzą przez przesłonę o dwóch szczelinach, a następnie przez obie komory C₁ i C₂ oraz bezpośrednio pod nimi. W okolicy ogniska lunety F obie wiązki pro-



Rys. 11. Metoda fotoelektryczna Delsola.

mieni spotykają się i dają zjawisko interferencji. Jeżeli przez obie komory przepływa gaz nie zawierający benzolu (ten sam gaz), lub o tym samym stężeniu benzolu, to w środku pola widzenia okularu widać biały prążek otoczony dwoma czarnymi i szeregiem barwnych z obu stron (przy użyciu światła białego). Gdy zaś gazy w obu komorach posiadają różne współczynniki załamania światła (co odpowiada w naszym przypadku różnej zawartości benzolu), obserwuje się przesunięcia prążków w górnej połowie pola widzenia. Prążki w dolnej połowie, gdzie promienie przechodzą przez powietrze, pozostają na miejscu. Obracając przy pomocy śruby mikrometrycznej na bębnie b pryzmat G można doprowadzić do zlania się połówek pola widzenia ze sobą; prążki wrócą wtedy na stare miejsce. Przy pomocy podziałki na bębnie odczytuje się wielkość obrotu.

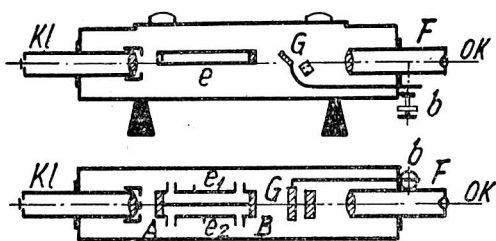
Zasadnicze równanie (15), łączące wielkości odczytane na interferometrze ze stężeniem w procentach objętościowych dla mieszaniny dwóch gazów, ma postać:

$$x = \frac{100 \cdot n_x - n_b}{n_a - n_b} \quad (1)$$

gdzie:

x — szukana % obj. gazu A przy T⁰ i P mm Hg

n_a — współcz. załamania światła dla gazu A przy T⁰ i P mm Hg



Rys. 12. Schemat interferometru.

n_b — współcz. załamania światła dla gazu A przy T^0 i P mm Hg

n_x — współcz. załamania światła mieszaniny gazowej przy T^0 i P mm Hg.

Zakładamy $n_a > n_b$.

Różnicę $n_x - n_b$ możemy odczytać przy pomocy interferometru. Jest ona proporcjonalna do liczby przesuniętych prążków interferencyjnych i jednocześnie zależy od długości fali użytego światła oraz długości komory interferencyjnej. Stąd:

$$n_x - n_b = \frac{m \cdot \lambda}{L} \quad (2)$$

gdzie: m — liczbie prążków interferencyjnych, które przesunęły się w polu widzenia w związku z przepływem przez komory gazu badanego oraz porównawczego.

L — długość komory interferometru

λ — długość fali użytego światła.

Po podstawieniu równania (2) do (1) otrzymamy:

$$x = \frac{100 \cdot m \cdot \lambda}{L (n_a - n_b)} \text{ przy } T^0 \text{ i } P_{\text{mm Hg}} \quad (3)$$

co po przeliczeniu na warunki normalne wyniesie w procentach obj.

$$x = \frac{100 \cdot m \cdot \lambda \cdot T \cdot 760}{L (n_a^0 - n_b^0) p \cdot 273} \quad (4)$$

Przeliczając % objętości na zawartość w g/m³ przy uwzględnieniu ciężaru molowego M i objętości molowej 22,41 l otrzymamy równanie:

$$x \text{ g/m}^3 = \frac{x \cdot M}{22,41} = \frac{100 \cdot m \cdot \lambda \cdot T \cdot 760 \cdot M}{L \cdot (n_a^0 - n_b^0) p \cdot 273 \cdot 22,41} \cdot C$$

Występująca we wzorze stała instrumentu C zależy od ilości przesuwających się prążków, jednak przy małych instrumentach nie trzeba ich uwzględniać.

Przy zwykłych pomiarach zbyt długo trwałoby liczenie przesuwających się prążków interferencyjnych. Aby tego uniknąć, posługujemy się wspomnianą przy opisie aparatu śrubą mikrometryczną:

$$\text{Wielkość } \frac{m \cdot \lambda}{L} n_x - n_b$$

określamy jako funkcję różnicy podziałek bębna w położeniu zerowym i po skompensowaniu obrazu interferometrycznego.

$$\frac{m \cdot \lambda}{L} = n_x - n_b = f(TT_1 - TT_0) f(IW)$$

gdzie:

IW = tzw. „wartości interferometrycznej”,

TT_0 — odczyt na bębnie w położeniu początkowym,

TT_1 — odczyt na bębnie, gdy prążki są zgrane.

Podobnie jak m, IW jest także zależne liniowo od składu badanego gazu. Podane wyżej wzory przekształca się przy uwzględnieniu podziałki bębna

$$\% \text{ objętości } x = \frac{100 \cdot IW \cdot T \cdot 760 \cdot b \cdot \lambda \cdot a}{L (n_a^0 - n_b^0) \cdot p \cdot 273 \cdot a} \cdot C$$

$$\text{g/m}^3 x = \frac{100 \cdot IW \cdot T \cdot 760 \cdot M \cdot b \cdot \lambda}{L (n_a^0 - n_b^0) \cdot p \cdot 273 \cdot 22,41 \cdot a} \cdot C$$

IW — odczytana różnica na podziałce bębna przy danej temperaturze i ciśnieniu,

a — „wartość interferometryczna” w liniowym wzroście,

b — wartość zależna od a przy przesuwaniu się prążków.

Znając stałe interferometru i współczynnik załamania światła można obliczyć z powyższych wzorów wielkości x, to jest stężenia, np. eteru w powietrzu, benzolu w powietrzu, czy w gazie itp.

Jeżeli jednak tych liczb się nie zna, wtedy instrument trzeba wycechować.

Dla lepszego uzmysłowienia powyższych rozważań, opisane będzie poniżej cechowanie interferometru, oraz samo określenie stężenia dla benzolu zawartego w gazie świetlnym.

Cechowanie interferometru.

Przez komorę ci przepuszczamy gaz badany, np. powietrze. Przez C₂ gaz porównywany, o znanym procencie zawartości benzolu: np. powietrze + benzol. Przy określeniu wartości podziałki IW dla benzolu obojętne jest, czy jako ośrodka użyjemy powietrza, N₂, CO₂ lub innego gazu, wartość podziałki pozostanie ta sama. Przy cechowaniu przeto używa się powietrza, aby uprościć oznaczanie.

Bardzo dokładnie znajdujemy objętość 3—5-litrowej butli z doszlifowanym korkiem oraz dwoma kranami. W butli umieszcza się 30 kulek szklanych, których objętość jest również uwzględniona, oraz zatopioną ampulkę ze zważonym na wadze analitycznej benzolem. (Benzol ten powinien być otrzymany z badanego gazu przez adsorpcję na węglu aktywnym). Butlę zamyka się korkiem doszlifowanym i przez połączenie z pompą próżniową usuwa się z niej powietrze. Po odłączeniu od pompy i zamknięciu kranu rozbija się ampulkę z benzolem przez wstrząsanie butli.

Po dłuższej chwili benzol wyparowuje całkowicie. Przez otworzony kran wpuszcza się ostrożnie powietrze do wyrównania ciśnienia. Następnie znów zamyka się kurek i dobrze wstrząsa, aby nastąpiło dobre wymieszanie powietrza z benzolem. Tę mieszaninę używa się do cechowania interferometru.

Przystępując do cechowania, określa się położenie zerowe przy czym obraca się śrubą tak długo, aż uzyska się wyraźny obraz interferencyjny. Połówki obrazu oczywiście się pokrywają. Następnie butlę z mieszaniną powietrza i benzolu łączy się do styku z kamerą ez. Przez drugi kran wlewa się powoli do butli rtęć, która przepycha powietrze z benzolem do komory. Jednocześnie przez komorę e₁ przepuszcza się powietrze.

Przykład:

Położenie zerowe 12 (TT_0).

Pokręcenie śrubą g daje przy podziałce 441 (TT_1) pokrycie się prążków.

Temp. 22° C; ciśnienie p — 754 mm Hg.

Waga benzolu 0,0675 g,

objętość butli 3514 ml,

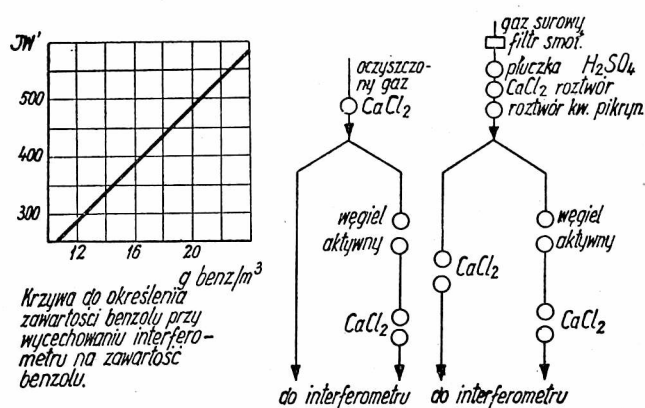
odczytana wartość interferometru:

IW = 441 — 12 = 429

Poprawkę dokonuje się następująco:

Skorygowana podziałka bębna IW'

$$IW' = \frac{IW \cdot C \cdot T \cdot 760}{P \cdot 273}$$



Rys. 13.

gdzie p odczyt barometru

T abs. temp.

C współczynnik poprawki

$$IW, \frac{429 \cdot 0,998 \cdot 295 \cdot 760}{754 \cdot 273} = 466$$

Ponieważ

$$\frac{0,0675 \cdot 1000}{3,514} = 19,21 \text{ g benzolu/m}^3 \text{ pow.}$$

jednej podziałce przy 0° i 760 mm Hg odpowiada

$$\frac{19,21}{466} = 0,04129 \text{ benzolu/m}^3$$

Przez szereg analogicznych oznaczeń dla różnych zawartości benzolu w powietrzu, ustala się średnie stężenie benzolu odpowiadające jednej podziałce bębna.

Określenie stężenia benzolu w badanym gazie jest obecnie bardzo proste. Gaz zawierający benzol prowadzi się przez komorę e; gaz odbenzolowany na węglu aktywnym — przez komorę e₁. Wykonuje się odczyty dla obrazu początkowego i po skompensowaniu; uwzględniając ciśnienie i temperaturę, przelicza się na warunki normalne i mnoży się otrzymaną wartość IW przez wartość wzorcową.

Przykład:

T ₀	T ₁	T ₁ - T ₀	°C	P _m Hg	IW
12	418	406	25°	746	451

skąd otrzymuje się stężenie benzolu:

$$451 \cdot 0,0412 = 18,6 \text{ g/m}^3$$

Przy pomiarze należy zwrócić uwagę na węgiel aktywny przed komorą porównawczą. Przy użyciu świeżego węgla o dużej zdolności absorpcji, mogą być zaabsorbowane gazowe węglowodory, np. C₂H₄; otrzymuje się wtedy wyniki nieco za wysokie. Z drugiej strony zużyty węgiel aktywny oddaje niskocząsteczkowe związki, co wpływa także na wyniki. Z tych powodów filtr węglowy winien być włączony dopiero, gdy przepuści się przez niego pewną ilość gazu z benzolem, np. 20 l/100 g węgla, a odnawia się filtr wtedy, gdy zwiększy on swą wagę o 15—20%. Uwzględniając te warunki otrzymuje się prawidłowe wyniki.

Dokładność odczytu jest proporcjonalna do długości komory interferometru. Aby na podziałce można było dokładnie odczytać dla powyższego stężenia 0,0412 g/m³, komora powinna mieć długość 100 cm. Przy małym instrumencie, o komorze o długości 20 cm, — można odczyt wykonać dla stężenia 0,206 g/m³.

Zagadnienie, czy takie wyniki, jak np. wpływy atmosferyczne, różne gatunki węgla aktywnego, różne warunki procesu odgazowania (temperatura retort) itp., wpływają na zmianę wielkości wzorcowej ilości benzolu równoważnej jednej podziałce, nie jest jeszcze należyście rozwiązane. Jednak na podstawie dotychczasowych badań należałoby przypuszczać, że wpływ tych czynników jest niewielki.

W zakończeniu wspomnieć jeszcze należy o spektrograficznym oznaczeniu stężenia benzolu w gazie. Jest ono dokładne tylko dla małych zawartości benzolu, nie przekraczających 2—3 g/m³, wobec czego posiada małe znaczenie dla oznaczeń ruchowych.

Jak widzimy, metody grupy III, w porównaniu do uciążliwych i wiele czasu wymagających metod grupy I i II —, są metodami prostymi w użyciu i co najważniejsze — szybkimi. Dlatego (szczególnie metoda interferometryczna) nadają się one doskonale do seryjnych oznaczeń przeprowadzanych w analizie ruchowej. Należy jednak pamiętać o tym, co podkreślano wyżej, że najpewniejszymi oznaczeniami będą zawsze takie, które pozwolą na analizowanie otrzymanego benzolu. Nie można więc zupełnie zrezygnować z metod pozostałych.

L I T E R A T U R A

- 1) St. Claire-Deville, J. Usines gaz, 13, 71; 1889; 42, 369; 1918 Gas J. 145, 272; 1919.
- 2) Burrell i Robertson, Ind. Eng. Chem. 7, 112; 1915.
- 3) J. Nadziakiewicz i H. Hoffman, Przegląd Górniczy 39, 24—27, 1952.
- 4) W. H. Hoffert i G. Claxton, Motor Benzole, Its production and Use, London, 1938.
- 5) Bahr, Stahl u. Eisen 43, 404; 1923.
- 5) Gas- u. Wasserfach 65, 608; 1922.
- 6) R. Kattwinkel, Brennstoff-Chem. 4, 179, 1923; 5, 102; 1924.
- R. Kattwinkel, Chem. Ztg. 47, 682; 1923.
- 7) A. Weidel-Gollmer, Angew. Chem. 37, 773; 1924; Brennstoff-Chem. 4, 179; 1923.
- 8) Brüggemann, Glückauf, 66, 1272; 1930.
- 9) Weissenberger i Piatti, Oest, Chemiker-Ztg. 27, 69—70 Weissenberger i Piatti, Petroleum 1925; 933—35.
- 10) Fr. Bayer, Gas Analyse. Methoden der Arbeitspraxis 1941, s. 105.
- 11) Whitehead. Benzol, 1920, s. 53.
- 12) Lessing, Gas J., 137, 347, 1917.
- 13) M. R. Delsol, J. Usines Gaz, 60, 470—1; 1936.
- 14) M. Struszyński, Analiza Techniczna tom I, s. 527; Haber, Löwe, Angew.-Chem., 23, 1393; 1910. F. Müller, F. Freude i P. Kaunert, Gas- u. Wasserfach 83, 641; 1940.
- 15) F. Schuster, Laboratoriumsbuch für Gaswerke u. Gasbetriebe aller Art. 2, Teil.

CZESŁAW KUBIK

Centr. Zarz. Przem. Ceram.

W a r s z a w a

Kamionka w budownictwie i technice sanitarnej

Przemysł kamionkowy, produkujący szereg podstawowych dla potrzeb budownictwa materiałów, posiada w okresie dynamicznego rozwoju polskiego przemysłu i budownictwa poważne zadania do spełnienia. Do najważniejszych z tych zadań należą:

- produkowanie wyrobów wysokiej jakości, według obowiązujących warunków technicznych,
- produkowanie wyrobów kamionkowych w dostatecznych, stale wzrastających ilościach,
- produkowanie wyrobów tanich.

Przemysł kamionkowy, stanowiący jedną z podstawowych branż przemysłu ceramicznego, produkuje między innymi bardzo poważne ilości materiałów budowlanych, obejmujących następujące grupy:

- rury kamionkowe kanalizacyjne i kamionkę sanitarną,
- płytki podłogowe,
- płytki okładzinowe,
- klinkier budowlany,
- klinkier drogowy.

Dotychczasowy stan techniczny przemysłu kamionkowego w zakresie posiadanego parku maszynowego, urządzeń produkcyjnych, odpowiednio wyszkolonej kadry inżyniersko-

technicznej, opanowania procesów technologicznych, czy też stosowania nowych metod produkcji — nie jest zadowalający.

Równie niekorzystnie przedstawia się zabezpieczenie ciągłości pracy zakładów tej branży, zupełnie niedostatecznie inwestowanych, nie posiadających odpowiedniego zaplecza w produkcji maszyn i urządzeń do wymiany i dla zabezpieczenia wykonawstwa stale zwiększających się zadań produkcyjnych.

Przyczyną tego wysoce niekorzystnego stanu było w pierwszym rzędzie słabe w pierwszych latach po wyzwoleniu zainteresowanie się tym przemysłem.

W pierwszych latach odbudowy zniszczeń powojennych, zakłady wyrobów kamionkowych, posiadające w dodatku bardzo poważne rezerwy gotowych wyrobów, szczególnie w grupie kamionki kanalizacyjnej i płytek podłogowych terakotowych, nie wykorzystwały, z braku zamówień, swojej pełnej mocy produkcyjnej. Mimo bardzo poważnych zniszczeń wojennych, którymi dotknięte zostały zakłady wyrobów kamionkowych na terenach Dolnego Śląska, odbudowa tych zakładów, z przyczyn przytoczonych wyżej, została poważnie zaniedbana i opóźniona. W okresie 3-let-

niego planu odbudowy konieczność zaspokojenia potrzeb ludności w zakresie najniezbędniejszych wyrobów konsumpcyjnych skierowała główny wysiłek odbudowy na te zakłady przemysłu ceramicznego, które wyroby konsumpcyjne produkowały. Dlatego też w latach 1945 — 1948 inwestowano głównie zakłady przemysłu ceramicznego produkujące dobra konsumpcyjne, na które w tym okresie i w dalszym ciągu jest olbrzymi popyt.

Dopiero rok 1949, gdy PZPR i Rząd Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej wytyczyły przed narodem wspaniały program rozbudowy naszego przemysłu i budownictwa, ujęty cyframi planu 6-letniego, przyniósł zwrot pod tym względem i właściwe ustawienie zakładów wyrobów kamionkowych w rodzinie przemysłu ceramicznego.

Przyjmując plan poszczególnych asortymentów wyrobów kamionkowych roku 1950 za 100, w roku 1955 postawiono przed przemysłem kamionkowym następujące zadania:

w kamionce kanalizacyjnej podniesienie potencjału produkcyjnego o 300%,
w płytkach podłogowych podniesienie potencjału produkcyjnego o 200%,
w płytkach okładzinowych glazurowanych podniesienie potencjału produkcyjnego o 170%,
w klinkierze budowlanym podniesienie potencjału produkcyjnego o 900%.

Pozorny nadmiar wyrobów kamionkowych z okresu odbudowy zmienił się na tle cyfr planu 6-letniego w ogólny deficyt tych artykułów, zaś sam przemysł kamionkowy okazał się zupełnie nieprzygotowany do spełnienia nałożonych na niego poważnych zadań produkcyjnych.

W okresie tym, gdy przystapiono z pośpiechem do nadrabiania powstałych zaległości i jak najszybszego uruchomienia przemysłu kamionkowego, na jego drodze rozwoju zarysowały się pierwsze poważne trudności. Były nimi: brak dostatecznie wielkiej kadry fachowych pracowników, trudności w odbudowie i wymianie urządzeń produkcyjnych i pomocniczych, jak również trudności przy odbudowie i uruchamianiu nieczynnych do tej pory zakładów.

Wprawdzie przemysł kamionkowy, zaniedbywany do roku 1949, ooczony został obecnie troskliwą opieką i otrzymał również bardzo poważne sumy inwestycyjne, wzrost jego potencjału produkcyjnego nie był, mimo tych środków, dostatecznie wielki, aby po odrobieniu zaległości poprzedniego okresu, nadążyć i sprostać postawionym przed nim zadaniom.

1. Przechodząc do charakterystyki przemysłu kamionkowego na tle opisanego wyżej okresu należy stwierdzić, że przemysł ten posiada szereg bardzo poważnych braków z zakresu technicznego i technologicznego zabezpieczenia produkcji, należą do nich:

1. 1. Nieopanowanie w całości technologii produkcji, w której najpoważniejszymi mankamentami są:

1. 1. 1. — niedostateczna znajomość bazy surowcowej, którą przemysł obecnie dysponuje,
1. 1. 2. — niewłaściwy dobór surowców do produkcji,
1. 1. 3. — niedostateczne opanowanie technologii suszenia wyrobów,
1. 1. 4. — brak wykorzystania ciepła z pieców przemysłowych dla procesu suszenia półwyrobów,
1. 1. 5. — słabe opanowanie technologii samego wypału, co niekorzystnie odbija się na możliwościach skrócenia cyklu palenia i właściwym doborze paliwa,
1. 1. 6. — niezadowalająca jeszcze jakość produkowanych wyrobów.

1. 2. Bardzo zły stan parku maszynowego i urządzeń produkcyjnych spowodowany głównie przez:

1. 2. 1. — niewłaściwą konserwację maszyn i urządzeń.
1. 2. 2. — nieumiejętność wykorzystania właściwych maszyn do odpowiednich procesów technologicznych,
1. 2. 3. — brak zabezpieczenia dostaw nowych maszyn dla wymiany maszyn zużytych i dla zastąpienia czynnych lecz nieekonomicznych w użyciu,
1. 2. 4. — brak odpowiednich zakładów i baz remontowych dla produkcji i remontów maszyn w kraju,
1. 2. 5. — trudności w otrzymywaniu maszyn i urządzeń produkcyjnych z importu.

1. 3. Niedostatecznie rozwinięte bazy surowców podstawowych do pro-

dukcji, przez co powstają trudności technologiczne, przy ciągłej zmianie zestawów surowców podstawowych, jak również nieekonomiczne przewozy poważnej masy towarowej wpływające na znaczne podrożenie kosztów produkcji.

1. 4. Prymitywne metody wydobywania surowców, co jest przyczyną wysokich nakładów produkcyjnych, podrażających bardzo znacznie koszty produkcji wyrobów kamionkowych,

1. 5. Brak warunków technicznych i norm na poważną ilość produkowanych asortymentów wyrobów, jak również brak opracowanych norm zużycia na stosowane do produkcji surowce i materiały pomocnicze.

1. 6. Brak podstawowego zaplecza naukowego — badawczego w postaci instytutu, biur projektów, dla opracowania dla przemysłu nowych technologii produkcji, jak również opracowania i wprowadzenia do produkcji nowych wyrobów.

Brak wymienionych placówek naukowych jest przyczyną, że przemysł kamionkowy pracuje dotychczas na starych, nie zmienionych od wielu lat metodach technologicznych.

1. 7. Brak kadry fachowców i bardzo słaby poziom wiedzy i zainteresowania branżą ze strony młodych kadr szkolonych w średnich szkołach zawodowych.

1. 8. Niedostateczna ilość zakładów produkujących kamionkę budowlaną jak: płytki podłogowe i okładzinowe, kamionkę kanalizacyjną, klinkier drogowy i budowlany, jak również zupełny brak zakładów dla produkcji klinkieru okładzinowego i kamionki okładzinowo-artystycznej.

2. Dotychczasowe osiągnięcia w dziedzinie produkcji i stosowania badań naukowych.

Mimo przedstawionych poprzednio zaniedbań i niedostatecznego rozwoju przemysłu kamionkowego, osiągnięcia w zakresie produkcji i stosowania badań naukowych, chociaż niedostateczne, są jednak w omawianym przemysle poważne.

2. 1. Do zasługujących na wymienienie należą:

2. 1. 1. Likwidowanie robót ciężkich i pracochłonnych przez częściowe wprowadzanie mechanizacji i automatyzacji. Zmechanizowano w poważnym stopniu transport wewnętrzny w zakładach przez zastosowanie wózków podnośnikowych, wózków akumulatorowych, transporterów przenośnikowych i różnego rodzaju wind rozwiązujących transport pionowy.

2. 1. 2. Skrócenie cyklu suszenia i wypału, przez zastosowanie surowców mniej wrażliwych na suszenie, skrócono czas suszenia wyrobów kamionki kanalizacyjnej o ca 20%. Dokonywane częste próby skrócenia cyklu wypalania wyrobów kamionki kanalizacyjnej, płytek podłogowych, płytek okładzinowych dały pozytywne rezultaty pozwalające na podniesienie zdolności produkcyjnej poszczególnych zakładów.

2. 1. 3. Wprowadzanie w szerokim zakresie usprawnień pomocniczych w procesach produkcyjnych i pomocniczo-produkcyjnych, jak zwiększenie ładowości pieców przez właściwą ustawkę wyrobów do wypalania.

2. 1. 4. Wprowadzenie nowych metod produkcji, opartych na doświadczeniach przodującego przemysłu Związku Radzieckiego.

2. 2. Wprowadzenie do produkcji płytek okładzinowych i płytek podłogowych surowców zastępczych, eliminując tym całkowicie z produkcji używane dotychczas surowce importowane, zaś ograniczając w poważnym stopniu używanie surowców deficytowych.

2. 3. Częściowe używanie z dodatnimi wynikami gorszych gatunków węgla do wypału wyrobów.

Zagadnienie to obecnie bardzo ważne dla przemysłu kamionkowego, będącego poważnym konsumentem cennego obecnie paliwa jakim jest węgiel, jest właściwie dopiero zapoczątkowane.

W 1954 roku przemysł kamionkowy winien postawić sprawę wypalania wyrobów gorszymi gatunkami węgla jako zagadnienia pierwszoplanowe.

2. 4. Poprawiono poważnie jakość produkowanych wyrobów, zmniejszając równocześnie procent braków.
2. 5. Opracowano warunki techniczne, normy na wyroby gotowe i normy zużycia surowców i pomocniczych materiałów podstawowych na ca 60% wszystkich produkowanych wyrobów kamionki budowlanej.
2. 6. Wprowadzono do produkcji nowe asortymenty wyrobów, jak kanalizacyjne rury kamionkowe o średnicy powyżej 500 mm do 1000 mm.
2. 7. Na bazie kadrowej zakładów Polski centralnej, poprzez przeszkolenie kadry w ilości ca 3000 pracowników, zabezpieczono fachowe kadry pracownicze dla licznych zakładów przemysłu kamionkowego na Ziemiach Odzyskanych.
3. Mimo poważnych osiągnięć produkcyjnych, technologicznych i organizacyjnych, w przemyśle kamionkowym ciągle jeszcze wyroby tego przemysłu są deficytowe i zapotrzebowanie na nie wzrasta z roku na rok. Odczuwa się poważny deficyt w kamionce kanalizacyjnej, płytkach podłogowych, płytkach okładzinowych, klinkierze budowlanym i drogowym. Zatem, dla zapewnienia gospodarce narodowej potrzebnych ilości materiałów budowlanych z kamionki, przed przemysłem tym zarysowują się następujące drogi rozwojowe:
 3. 1. Zagadnienie baz surowcowych.
W tym zakresie należy w pierwszym rzędzie dokonać pełnego rozpoznania ilościowego i jakościowego obecnych baz surowcowych zaopatrujących przemysł kamionkowy, następnie zaś przeprowadzić unowocześnienie metod wydobywania surowców z tych kopalń, przez wprowadzenie pełnej mechanizacji. Dla dalszego zabezpieczenia przemysłu kamionkowego w dostateczną ilość surowców, należy w tempie możliwie jak najszybszym dokonać rozpracowania dalszych terenów surowcowych, w pierwszym zaś rzędzie złóż położonych w okolicach Gór Świętokrzyskich, jak dalsze tereny Parszowa i Baranowa, Chlewisk i Opoczna. Wymagają również rozpracowania zasobne w gliny kamionkowe tereny na Ziemiach Odzyskanych, zwłaszcza zaś położone w rejonach miejscowości Bolesławiec, Łęknica, Gozdnicza na zachodzie oraz południowym zachodzie w rejonie m. Brzegu.
 3. 2. Budowa nowych zakładów.
Wobec pogłębiającego się stale deficytu wyrobów kamionkowych i ograniczonych możliwości jego pokrycia przez zwiększony potencjał produkcyjny obecnie czynnych zakładów, zagadnienie budowy nowych zakładów wyrobów kamionkowych staje się specjalnie pilne. W tym zakresie należy w najszybszym czasie wybudować następujące nowe zakłady wyrobów kamionkowych jak:
 3. 2. 1. — Dla kamionki kanalizacyjnej o mocy produkcyjnej 15000 ton rocznie.
 3. 2. 2. — Dla płytek podłogowych o mocy produkcyjnej rzędu 300.000 m² rocznie.
 3. 2. 3. — Dla klinkieru drogowego o mocy produkcyjnej rzędu 20.000.000 szt. rocznie.
 3. 2. 4. — Dla klinkieru budowlanego o mocy produkcyjnej rzędu 15.000.000 szt. rocznie.
 3. 2. 5. — Dla kamionki okładzinowej o mocy produkcyjnej rzędu 15.000 ton rocznie.
 3. 2. 6. — Dla kamionki okładzinowej artystycznej o mocy produkcyjnej rzędu 4.000 ton rocznie.
3. 3. Dalsza modernizacja i mechanizacja zakładów.
Celem tej akcji, prowadzonej w odniesieniu do czynnych już zakładów przemysłu kamionkowego, winno być poprzez usunięcie robót ciężkich i pracochłonnych dalsze zwalnianie nadwyżek załogi i kierowanie jej do innych gałęzi gospodarki narodowej. Usunięcie drogą mechanizacji dalszych ciężkich prac, wykonywanych dotychczas ręcznie, pozwoli na znaczne zwiększenie procentu kobiet. Modernizować i mechanizować należy przede wszystkim następujące procesy produkcyjne na zakładach:
 - wyładunek i załadunek wagonów,
 - transport surowców do przeróbki,
 - suszenie surowców,
 - przerób mas,
 - suszenie mas,
 - transport mas do formowni,
 - formowanie wyrobów i ich transport do suszarni,
 - suszenie wyrobów,
 - palenie wyrobów.
3. 4. Produkcja maszyn i urządzeń ceramicznych.
Celem zapewnienia pełnego zaopatrzenia zakładów przemysłu kamionkowego w potrzebną ilość maszyn i urządzeń, niezależnych od dostaw importowych, należy znacznie powiększyć produkcję tych maszyn i urządzeń w kraju. W tym celu, jako akcja poprzedzająca budowę, czy przestawienie jednego z zakładów metalowych dla wyłącznej produkcji maszyn ceramicznych w kraju, należy utworzyć przy biurach projektów i instytutach naukowych branżowych specjalne komórki (pracownie) konstrukcji maszyn i urządzeń ceramicznych.
3. 5. Dla realizacji postawionych wyżej postulatów w zakresie kierunków rozwojowych przemysłu kamionkowego należy powołać placówkę naukowo-badawczą — Instytut Naukowo-Badawczy dla Przemysłu Kamionki Budowlanej, z następującymi podstawowymi zadaniami:
 3. 5. 1. — Badanie złóż surowcowych i dobór właściwych surowców do produkcji.
 3. 5. 2. — Opracowywanie nowych technologii produkcji.
 3. 5. 3. — Opracowywanie nowych metod wypалу przy zastosowaniu węgla niższego gatunku.
 3. 5. 4. — Mechanizacja produkcji.
 3. 5. 5. — Opracowywanie nowych wyrobów i ich wprowadzenie do produkcji.
 3. 5. 6. — Proponowany do uruchomienia instytut winien dysponować również zakładem doświadczalnym, na którym przeprowadzane byłyby próby na skalę półtechniczną.

NOTATKA O USTALONEJ NORMIE PN-53/B-04700 „STUDNIE WIERCONE. WYTTCZNE DO BUDOWY”

W dniu 2 października 1953 r. Polski Komitet Normalizacyjny ustalił normę PN-53/B-04700 „Studnie wiercone. Wytyczne do budowy”.

Norma obejmuje zagadnienia wyboru miejsca dla budowy studni wskazując, jakie należy przeprowadzić badania wstępne, aby zabezpieczyć warunki dobrego czerpania wody i nie dopuścić do jej zakażenia.

W normie podane są eksploatacyjne średnice rur i rodzaje mechanicznych urządzeń do podnoszenia wody. Podane są również najczęstsze sposoby wykonania zarurowania oraz uszczelnienia w rozmaitych warstwach gruntu. Podane są również filtry, ich umieszczenie i stosowanie obsypki.

Z uwagi na charakter normy, stanowiącej wytyczne do budowy studzien, przewidziana jest do uznania za zaleconą.

ZAKŁAD BUDOWNICTWA PKN.

Prof. EUGENIUSZ ZACZYŃSKI

W sprawie norm zużycia wody wodociągowej

W dyskusji, jaka się u nas toczy w ostatnich latach na temat norm zużycia wody wodociągowej, zwolennicy wysokich norm niejednokrotnie powołują się na „rzeczywiste” bardzo wysokie zużycie wody wodociągowej w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Podając jednakże to wysokie zużycie — zwykle nie podają jego analizy, a przytaczają same cyfry, oparte przeważnie tylko i wyłącznie na danych produkcyjnych zakładów wodociągowych. Nie wspominają również, że w tych wysokich cyfrach „zużycia” znajdują się straty, powstające na skutek nieszczelności sieci wodociągowych, które nie mogą być podstawą dla ustalenia norm zużycia wystarczającego na wszystkie potrzeby człowieka, ale mimo to oszczędnego zużywania wody. Dlatego pozwalam sobie w silnym skrócie podać analizę zapotrzebowania wody na cele bytowo-gospodarcze mieszkańców miast, tak jak ona jest podawana w czasopismach amerykańskich.

W majowym numerze w 1953 r. miesięcznika „Water and Sewage Works” (str. 62—63) omówiono normy zapotrzebowania wody na cele bytowo-gospodarcze, zestawione na zasadzie badań i rozważań przeprowadzonych przede wszystkim przez M. A. Ponda i opublikowanych w „Journal of American Water Works Association” w grudniu 1939 r. oraz na opracowaniach i danych innych źródeł.

Według powyższych danych, w chwili obecnej w Stanach Zjednoczonych, jako najmniejszą normę zapotrzebowania wody wodociągowej na cele bytowo-gospodarcze uważa się tylko 20 (dwadzieścia) gal U. S. tj. około 76 l /mieszkańca/dobę. Norma ta jest uzasadniona następująco:

picie (drinking)	1 gal = 3,8 l/m/d
pranie (laundry)	6 „ = 22,8 „
mycie (bathing)	5 „ = 19,0 „
kłozety (toilet) 2 spł. dz.	5 „ = 19,0 „
inne potrzeby	3 „ = 11,4 „
razem:	20 gal = 76 l/m/d

W pozycji „picie” jest wykazana cała ilość wody zużywana w kuchni, a więc nie tylko na samo picie, ale i na przygotowanie posiłków, zaś w poz. „mycie” również woda zużywana w kąpiele. Wymienieni fachowcy uważają jednak ilość 20 gal/mieszkańca/dobę za zbyt małą i zalecają przyjmować jako normę zużycia 25, a nawet 30 gal. = 114 litrów /mieszk./dobę.

Jest to ilość wody, jaka powinna być dostarczona do każdego indywidualnego gospodarstwa domowego przyłączonego do sieci wodociągowej. W przypadkach, gdy wyposażenie wewnętrzne przekracza przeciętny standard i gdy przewiduje się zużywanie wody wodociągowej na inne cele specjalne, jak np. skrapianie ogródków przydomowych, mycie samochodów osobowych itp., to wtedy normę zużycia wody należy obliczać na podstawie przewidywanych miejsc zużycia i poniższych norm jednostkowych:

podstaw. zużycie na cele byt.-gosp.	20 gal. = 76 l/m/d
kąpiel w wannie	25 „ = 95 l/kap.
natrysk	5 g/m = 19 l/min.
spłukanie kłozetu. (dziennie)	6 gal. = 22 l/m/d
skrapianie trawników (wąż 5/8")	7 g/m = 27 l/min.
mycie samochodu osobowego	150 gal. = 570 l/sam.

Na podstawie analizy realnych potrzeb, obliczonych według powyższych norm jednostkowych i statystyki zużycia wody w typowych miastach amerykańskich, w omawianym artykule wysunięto następujące normy zużycia wody wodociągowej:

1. Minimalne przeciętne zużycie na potrzeby bytowo-gospodarcze w miastach i osiedlach 30 gal. = 114 l/m/d
2. Dla projektów sieci rozdzielczych i instalacji wewnętrznych, celem zachowania bezwzględnej pewności zaopatrzenia 40 „ = 150 l/m/d

3. Roczny przyrost zużycia może być przyjmowany w wysokości 1% rocznie do maksymalnego zużycia 50 „ = 190 l/m/d

Powyższe przeciętne zużycie wody w całym osiedlu różnicuje się w poszczególnych dzielnicach, w zależności od rodzaju zabudowy charakterystycznej dla danej dzielnicy. Tak np. przeciętne zużycie wyniesie w dzielnicy:

1. zabudowy willowej (jednorodzinne, wolno stojące domki)	
minimum	35 gal = 132 litr/mieszk./dobę
średnio	55 „ = 208 „
maksimum	100 „ = 378 „
2. zabudowy blokowej (domy wielorodzinne)	
minimum	35 „ = 132 „
średnio	40 „ = 150 „
maksimum	55 „ = 208 „

Z powyższych cyfr widzimy, że normy zużycia wody w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. na normalne potrzeby bytowo-gospodarcze i ogólnosiedlowe nie są wcale wyższe od norm stosowanych w Związku Radzieckim, a wysokie przeciętne zużycie podawane w sprawozdaniach niektórych zakładów wodociągowych jest spowodowane zużywaniem wody wodociągowej przez przemysł, oraz dużą nieszczelnością przewodów i marnotrawstwem wody w ogólnej gospodarce komunalnej.

Dlatego też przy ustalaniu norm zużycia wody dla naszych wodociągów nie należy opierać się na normach amerykańskich, lecz na analizie zużycia wody ustalonej przez badaczy radzieckich.

A. N. Marzejew w podręczniku „Komunalnej Higieny” (Kommunalnaja Gigiena — Medgiz — 1951) podaje następującą analizę zużycia wody wodociągowej w średniej wielkości osiedlu:

Kąpiel (250 l) 1 raz tygodniowo	35 l/m/d
tusz orzeźwiający — codziennie	25 „
mycie rąk — 3 razy dziennie	5 „
przygotowanie potraw	5 „
mycie podłóg (1 l/m ²)	10 „
spłukiwanie kłozetu — 3 razy dziennie	18 „
kropienie zieleni i inne cele komun.	52 „

Razem 150 l/m/d

Należy podkreślić, że według Marzejewa powyższe normy stanowią pokrycie zapotrzebowania w małych i średnich osiedlach. Natomiast w dużych miastach socjalistycznych, posiadających szereg specjalnych instytucji i zakładów użyteczności ogólnej oraz urządzeń sportowych, normy wyżej podane mogą być niewystarczające dla pokrycia potrzeb ogólnokomunalnych, które w tych przypadkach należy ustalić osobno na zasadzie zapotrzebowania jednostkowych poszczególnych zakładów i instytucji.

Ponadto należy pamiętać, że w normach powyższych nie jest uwzględnione zużycie wody dla celów przemysłowych, które także częstokroć musi być pokrywane przez ogólny wodociąg. Szczególnie należy pamiętać o drobnych warsztatach przemysłowych, które rozrzucone są w zasadzie na obszarze całego miasta i zużywają wodę wodociągową tak dla potrzeb produkcyjnych, jak i bytowych swych pracowników. Stąd też ustalenie ilości wody potrzebnej dla danego osiedla nie może być oparte tylko i wyłącznie na zasadzie sztywnych norm jednostkowych, ale w każdym przypadku musi być szczegółowo przeanalizowane. Dobrze zrozumiany interes gospodarczy państwa i społeczeństwa wymaga oszczędnej gospodarki w każdej dziedzinie, ale też tzw. „oszczędne projektowanie” nie może prowadzić do projektowania i wykonywania inwestycji wodociągowych, które by okazały się niewystarczające w kilka lat po ich wykonaniu.

Inż. KAZIMIERZ SKALSKI

Rolnicze wartości ścieków przemysłu rolno-spożywczego

Przemysł rolno-spożywczy przerabia głównie surowce pochodzenia rolnego. Płody rolne przetwarzane przez jego zakłady oddają znaczną część zawartych w nich, a pobranych przez rośliny z gleby, składników nawozowych do opuszczających zakład ścieków przemysłowych. Te wartości nawozowe można zużytkować dla dobra rolnictwa w sposób bezpośredni przez stosowanie metod produkcyjnych (utylicacyjnych) wykorzystywania ścieków przemysłu rolno-spożywczego.

Jedną z metod tego rodzaju jest nawadnianie ściekami przemysłowymi upraw rolnych, stosowane sporadycznie w niektórych gałęziach przemysłu (np. w przemyśle cukrowniczym, ziemniaczanym, drożdżowym). Najczęściej jednak istniejące rozwiązania techniczne nie spełniają wymagań stawianych metodzie produkcyjnej, gdyż nie dają w rzeczywistości produkcji płodów rolnych, ale niedoceniane i źle eksploatowane zaledwie spełniają rolę urządzeń konsumpcyjnych, unieszkodliwiających ścieki przemysłowe.

Stan taki wynika z braku właściwej oceny wartości rolniczych tego rodzaju ścieków, a przyczyną tego jest słabo opracowany materiał analityczny szerokiego wachlarza ścieków przemysłowych.

Celem tej publikacji jest przedstawienie skromnego, z powodu wymienionych braków, ale jednak wymownego obrazu wartości rolniczej ścieków naszego przemysłu i przekonanie o celowości rolniczego ich wykorzystania. Wykorzystanie takie ma być spełnieniem tezy Liebiga o oddaniu glebie tych składników, które jej zostały zabrane. Oprócz tego rolnicze wykorzystanie ścieków może dać oszczędności przez wykorzystanie niemineralnych składników ścieków, które przy ich jednostronnym unieszkodliwianiu szły na marne, i te korzyści, jakie daje nawadnianie gruntów w celu podwyższenia poziomu wód gruntowych.

Rolniczą wartość ścieków stanowią:

- a) wartość nawozowa, określona zawartością azotu, fosforu i potasu,
- b) wartość nawilżania gleby,
- c) wartość stymulująca, określona zawartością czynników pobudzających rozwój roślin,
- d) wartość próchnicza,
- e) wartość bakteryjna, określona zawartością bakterii ziemnych.

Aby uzyskać możliwie wyraźny obraz wartości nawozowej ścieków przemysłowych z niektórych zakładów przemysłu rolno-spożywczego zebrałem w tablicy I wyniki

oznaczeń analitycznych azotu, fosforu i potasu w tych ściekach, obok odnośnych wartości dla ścieków sanitarnych.

Podane zawartości pochodzą ze źródeł określonych w tablicy. Dla niektórych zakładów podano kilka różniących się między sobą analiz. Różnice te, zaistniałe na skutek zmienności warunków technologicznych przerobu surowca, stopnia rozcieńczenia ścieków, różnych sposobów nawożenia gleby i różnych warunków wzrostu roślin (z wyłączeniem przetwórstwa mięsnego i mleczarskiego), orientują o możliwościach wahań stężeń składników nawozowych w ściekach. Zestawione cyfry pozwalają na ustalenie rzędu wartości nawozowej każdego z wymienionych rodzajów ścieków pod kątem zawartości trzech podstawowych pierwiastków nawozowych i porównanie tego rzędu z wartością nawozową ścieków sanitarnych. Wyniki takiego porównania można streścić następująco:

1) Ścieki przemysłowe podanych zakładów są pod względem stężeń składników nawozowych cenniejsze od dostatecznie docenianych ścieków sanitarnych. Pozorny wyjątek pod tym względem stanowią ogólne ścieki cukrowni, a to z tego powodu, że w ich skład wchodzi duże ilości wód spławiakowych wynikające z silnej hydromechanizacji transportu buraków. Przy zastosowaniu recyrkulacji wód spławiakowych wartość nawozowa pozostałych ścieków cukrowni przewyższa ścieki sanitarne.

2) Stosunek zawartości w ściekach przemysłowych azotu, fosforu i potasu w odniesieniu do przyjętej za jednostkę zawartości P_2O_5 w ściekach sanitarnych wyraża się cyframi jak podano w tablicy II. Wyliczono je na podstawie tablicy I, biorąc do porównania charakterystyczne cyfry wartości nawozowej ścieków ogólnych. Mniejsza stosunkowo zawartość azotu (za wyjątkiem ścieków wytwórni butanolu) w ściekach przemysłowych ma przeciwwagę w znacznie wyższej zawartości potasu (za wyjątkiem ścieków mleczarni i rzeźni).

Czy oznacza to mniejszą wartość ścieków przemysłowych, czy może stawia je wyżej od wartości nawozowej ścieków sanitarnych? Na pytanie to daje odpowiedź porównanie danych tab. II z rocznym zapotrzebowaniem składników nawozowych przez kilka upraw i wzajemnych stosunków tych składników, które podaje tab. III.

Z porównania tablic II i III wynika, że dla pokrycia tego zapotrzebowania odpowiednie od ścieków sanitarnych są ścieki przemysłu rolno-spożywczego. Dla przytoczonych przykładów upraw same ścieki sanitarne mogą być zbyt obfitym źródłem azotu, a niedostatecznym dostawcą pozo-

Tablica I

ścieki z zakładu wytwórczego	zawartość w mg/l			analiza według poz. literatury
	N	P_2O_5	K_2O	
cukrownia, ścieki ogólne	30	10	50	1)
gorzelnia rolnicza:				
ścieki ogólne	32,2	21	brak ozn.	7)
sokowe	1310	657	"	7)
roszarnia lnu	43	72	360	3)
mleczarnia	18—160	3—4	brak ozn.	8)
	100	60	70	1)
przetwórnia mięsa	115	brak ozn.	brak ozn.	7)
krochmalnia ziemniaczana:				
ścieki ogólne:	140	57	213	2)
	90—250	20—30	75—100	7)
ścieki owocowe:	250	170	600	2)
	558,5	322	1114	4)
	177—639,26	brak ozn.	brak ozn.	9)
rzeźnia	290	102	142	
	50—500	30—200	100—200	5)
drożdżownia	832	brak ozn.	brak ozn.	6)
wytw. butanolu				
ścieki wywaru	1384,5—1549,8	92,2—106,6	brak ozn.	9)
ścieki sanitarne	80	20	60	11)

Tablica II.

ścieki z zakładu	stosunki wzajemne składników nawozowych w odniesieniu do składu ścieków sanitarnych		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ P
cukrownia	1,5	6,5	2,5
gorzelnia rolnicza	1,5	1	—
roszarnia lnu	2	3,5	18
mleczarnia	5	3	3,5
przetwórnia mięsa	6	—	—
krochmalnia ziemniaczana	7	3	10,5
rzożnia	15	5	7
drożdżownia	41,5	—	—
wytw. butanolu	69—77,5	4,5—5,5	—
ścieki sanitarne	4	1	3

stałych składników. Ponieważ każda uprawa ma swoje zapotrzebowanie składników nawozowych, należy je uzgodnić z charakterem ścieków przemysłowych, dobierając odpowiedni rodzaj uprawy, odpowiednie dawki ścieków i okresy nawożenia. Wynika z tego jasno, że dla każdego przypadku rolniczego wykorzystywania ścieków należy oddzielnie rozpatrywać bilans składników nawozowych, opierając się na analizach utylizowanych ścieków i odcieku z terenu zwilżanego oraz śledząc losy przemian, jakim podlegają składniki nawozowe.

Ścieki przemysłu rolno-spożywczego opuszczają zakład wytwórczy najczęściej w stanie kwaśnienia powodowanego obecnością w nich wielu składników pożywkowych dla świata drobnoustrojów, bakterii pochodzących z przarabianego surowca i sprzyjającą dla tych bakterii temperaturą ścieków. Na skutek wzrostu kwasowości (nierzadko PH = 4 — 4,5) wytrącają się ze ścieków sole wapniowe powstałe z kwasów: octowego, mlekowego, masłowego. Niezależnie od celowo stosowanego najczęściej nawapniania ścieków dostają się one na tereny upraw rolnych w stanie ponownie kwaśnym. Swym odczynem mogą powodować odwapnianie nawilżanej gleby, jej degradację z powodu psucia struktury i utrudniania przez to rozkładu związków organicznych zawartych w ściekach. Wadę tę wykazują ścieki przemysłowe podobnie jak i ścieki sanitarne, jednak w znacznie większym stopniu. Dlatego musi się stosować nie tylko racjonalne nawapnianie świeżych ścieków w ramach odpowiedniej oczyszczalni wstępnej, ale również dodatkowe nawożenie wapnem gruntów nawilżanych. Stopień nawożenia wapnem i jego okresowość muszą być, rzecz oczywista, określane na podstawie analizy gleby i sposobu jej użytkowania. Za przybliżoną wartość przyjmuje się 20 q wapna na hektar.

Wartość nawilżania omawianego rodzaju ścieków jest w przybliżeniu równa wartości ścieków sanitarnych. Zależy ona równie od lokalnych warunków glebowych, klimatycznych, a nade wszystko od okresu, w którym zakład oddaje ścieki jako surowiec odpadkowy, wykorzystywany przez rolnictwo. Okresy te są dla każdej gałęzi przemysłu specyficznie rozmieszczone w różnych porach roku, a to w związku z kampanijnym charakterem prac niektórych zakładów. Z tego powodu nie tylko charakter ścieków ale

i okres ich oddawania ma silny wpływ na końcową ocenę wartości rolniczej ścieków, a w tym wartości nawozowej i wartości nawilżania.

Według Bacha 4) występują w ściekach sanitarnych elementy stymulujące wzrost roślin, których znaczenia nie można pomijać przy ocenie ścieków. Z braku gruntownych badań nad ściekami przemysłowymi nie można twierdzić o podobnym stanie i na tym odcinku. Wznosząc z rodzaju surowców i ich technologicznej obróbki można przypuszczać, że w ściekach niektórych zakładów przemysłu rolnospożywczego mogą występować obok stwierdzonych dużych ilości składników nawozowych pewne ilości stymulatorów.

Doprowadzane ze ściekami przemysłowymi węglowodany i białka osadzają się na gruzelkach gleby i pod działaniem mikroflory gleby, zasilanej stale nowymi dawkami pożywek ze ścieków i nowymi bakteriami, ulegają powolnej mineralizacji z wywiązywaniem gazów (CO₂, N₂). Spulchniające działanie tych gazów przyczynia się do coraz sprawniejszego przebiegu biochemicznych procesów mineralizacji organicznych zanieczyszczeń, niesionych w dużych ilościach ze ściekami. Z organicznej materii naniesionej przez ścieki powstaje cenna próchnica, podnosząca pierwotną wartość gleby. Stale powstająca próchnica działa adsorbującą zarówno na wodę jak i na składniki mineralne, tym silniej i dłużej przytrzymywane dla użytku czerpiących je roślin, im bogatsza w próchnicę jest gleba. Duża ilość próchnicy jest podłożem i surowcem dla pracującej w glebie mikroflory, która z kolei dostarcza roślinom CO₂. Ścieki przemysłu rolnospożywczego są obciążone głównie związkami organicznymi i to decyduje o dużej ich wartości pod względem tworzenia próchnicy. Wartość ta rozciąga się w szerokich granicach dla różnych przemysłów i dlatego musi być oceniana oddzielnie dla każdego rodzaju przetwórstwa. Wartość próchnicza jest wykładnikiem stanu fizyko-chemicznego głównych składników obciążających ścieki i powinna być oceniana na podstawie szczegółowej analizy tych składników. Wyniki analizy chemicznej i fizyko-chemicznej powinny być, obok analizy gleby, drogowskazem przy określaniu sposobu jej nawilżania i obciążania ściekami. Silny wpływ na obniżanie wartości próchnicznej ścieków wywierają mogące w nich występować tłuszcze i oleje. Wśród przemysłów rolnospożywczych może to mieć miejsce w przemyśle tłuszczowym, mleczarskim, rzeźniach oraz przetwórstwie mięsnym i rybny. Ścieki tych zakładów powinny być dokładnie uwolnione od tłuszczu i dopiero wtedy kierowane do rolniczego wykorzystania. Sprawnie działające tłuszczowniki pozwalają wykorzystać ginące ilości cennego surowca i zabezpieczają strukturę gleby przed jej degradacją, spowodowaną zalepianiem cennych porów międzygruzelkowych.

Wartość ścieków przemysłowych pod kątem oceny pożytecznej roli bytującej w nich mikroflory ma niepoślednie znaczenie. Ścieki te mają zwykle temperaturę wyższą od temperatury otoczenia i rozwijające się w nich życie jest bujne. Dostające się do ścieków przetrwalniki bakterii wolno bytujących na przearabianym surowcu rozwijają swoją biochemiczną działalność w kierunku pożądanego i prowadzącego do mineralizacji rozkładu organicznych zanieczyszczeń ścieków. Są to najczęściej bakterie ziemne. Rozmnażając się w glebie rozkładają próchnicę, prowadzą końcowe fazy mineralizacji i nagrzewają górną warstwę gruntu. Każda z tych działalności jest potrzebna dla świata roślinnego. Najsilniej uwydatnia się na uprawach nawożonych ściekami znaczenie nagrzewania gleby w początkowych stadiach wegetacyjnych.

Tablica III

Uprawa	Roczne zapotrzebowanie w kg składników nawozowych dla uprawy na powierzchni 1 hektara			Stosunki wzajemne zapotrzebowanych składników nawozowych w odniesieniu do P ₂ O ₅ jako jednostki			dane według
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Rajgras	214	69	260	3,1	1	3,8	10)
Kapusta	114	67	177	1,7	1	2,6	10)
Rzepa polna	118	47	262	2,5	1	5,6	10)
Ziemniaki	120	48	200	2,5	1	4,0	3)
Buraki cukrowe	180	60	200	3,0	1	3,3	3)
„ pastewne	240	95	375	2,5	1	4,0	3)

Wartość rolniczą ścieków przemysłu rolno-spożywczego podkreśla nieobecność w nich soli silnie dysocjujących, które mogłyby działać destrukcyjnie na glebę przez niszczenie koloidów próchnicy. Wartość tę podnosi również brak w ściekach składników trujących dla roślin.

Przegląd głównych elementów składających się na wartość rolniczą ścieków przemysłu przerabiającego głównie płody rolne, daje przybliżony obraz znaczenia, jakiego nabiera rolnicze wykorzystywanie tych ścieków. Ma ono bezpośredni wpływ na poprawę bilansu nawozowego i wodnego, niezależnie od mniejszych może, ale w skali ogólnokrajowej równie ważnych korzyści gospodarczych, wynikających z pozostałych, szkiełowo określonych wartości ścieków przemysłu rolno-spożywczego. Dalszy planowy wzrost uprzemysłowienia kraju i modernizacja gospodarki rolnej nakazują wzmocnienie prac badawczych nad ściekami tej gałęzi przemysłu, która najsilniej wiąże się z rolnictwem i rozumie jego potrzeby. Będzie to dalszym krokiem ku coraz wyższej formie oszczędności surowców cennych dla gospodarki narodowej, a równocześnie realizacją postępu technicznego.

STRESZCZENIE:

Ścieki przemysłu rolno-spożywczego są pod względem wartości rolniczej cenniejsze od ścieków sanitarnych. Wynika to z wykazanych na podstawie analiz zawartości podstawowych składników nawozowych (N, P₂O₅, K₂O) oraz wartości próchnicznej i bakteryjnej. Z tych powodów ścieki tej gałęzi przemysłu powinny być wykorzystywane dla celów rolniczych, przy ścisłym uwzględnianiu specyficznych

własności zarówno samych ścieków, jak i nawożonych nimi kultur rolnych.

L i t e r a t u r a :

1. J. Koenig „Die Verunreinigung der Gewässer“ — Berlin 1899.
2. K. Mysłakowski „Zastosowanie ścieków kuchnia-nych do melioracji łąk, pól i stawów rybnych“ — Inżynieria rolna, Nr 4, 1930.
3. A. Kreuz „Handbuch der landwirtschaftlichen Abwasser-serverwertung“ — Berlin 1938.
4. F. Sierp „Gewerbliche und industrielle Abwasser“ — Handbuch der Lebensmittelchemie — Berlin 1939.
5. F. Ullman „Enzyklopädie der technischen Chemie“ — Berlin 1928.
6. W. Kiby „Reinigung von Abwasser der Presshefe-fabrikation“ — Chemiker Zeitung, Nr 59, 1934.
7. T. E. Boldyriew „Proizvodstviennyye stocznyje wody“ — Moskwa 1948.
8. E. Pijanowski „Zagadnienie wód odpływowych z zakładów mleczarskich“ — Przemysł Rolny i Spożywczy, Nr 10, 1952.
9. Dział Drożdżowy GIPRiS „Prace nad oczyszczaniem wód ściekowych przemysłu rolnego i spożywczego“ — Przemysł Rolny i Spożywczy, Nr 9, 1952.
10. B. O. Botuk „Oczistka bytowych stocznych wod“ — Moskwa 1949.
11. W. Hausmann „Praxis der Abwasserreinigung“ — Berlin 1950.

Mgr inż. JADWIGA KELUS

Zagadnienie usuwania fenoli ze ścieków przemysłowych

W miarę uprzemysławiania kraju wzrasta ilość ścieków przemysłowych, odprowadzanych do odbiorników. Jednym z zanieczyszczeń ścieków, trudniejszym do usunięcia, są tzw. fenole, obejmujące przeszło 30 związków organicznych. Znajdują się one w ściekach pochodzących z gazowni, koksowni, stacji generatorowych, fabryk niektórych mas plastycznych, fabryk syntetycznego paliwa itp.

Fenole w większych dawkach są trujące, tak np. dawka 3 do 5 mg/l zabija ryby, ale już znacznie mniejsza, a mianowicie 0,1 mg/l czyni mięso ryb niezdatnym do konsumpcji (3). Ponadto wody zawierające nawet bardzo małe ilości fenoli (powyżej 0,0005 mg/l lub według innych źródeł powyżej 0,001 mg/l (2) po przechlorowaniu posiadają tak przykry smak i zapach na skutek obecności chlorofenoli, że nie nadają się do picia, a tym samym do zasilania wodociągów. Ogólnie jednak stawiane są bardzo wysokie wymagania co do zawartości fenoli w ściekach odprowadzanych do odbiorników; pociąga to za sobą duże koszty instalacji oczyszczających ścieki; porównywalne często z kosztami wszystkich surowców użytych przez dany przemysł do produkcji.

Koksownie są jednym z najważniejszych źródeł fenoli, dlatego należy zapoznać się bliżej ze sposobami otrzymywania fenoli w trakcie produkcji i metodami unieszkodliwiania pozostałych małych ilości, które przedostają się do ścieków.

Fenole znajdują się w nieoczyszczonym gazie koksowniczym. Wody ściekowe pochodzące z procesu gaszenia koksu nie zawierają fenoli lub zaledwie ich ślady. Gaz koksowniczy oczyszczany jest na drodze fizycznej i chemicznej — studzony, uwalniany od smoły i wody pogazowej — amoniakalnej, cyjanków, benzolu, związków siarki.

Głównym źródłem zanieczyszczenia są wody amoniakalne, których otrzymuje się około 100 litrów na 1 tonę węgla wprowadzoną do produkcji. W nich znajdują się, między innymi, również i fenole w ilościach kilku gramów na liter (4 do 7 g).

Wody amoniakalne poddawane są przeróbce, w pierwszym etapie usuwany jest amoniak oraz częściowo dwutlenek węgla i siarkowodor. Następnym etapem przeróbki wód amoniakalnych jest usunięcie z nich fenoli. Proces ten może być przeprowadzony kilku metodami, a mianowicie:

1) Przez destylację z parą wodną, a następnie zadanie roztworem sody: fenole przechodzą w fenolany, które następnie ponownie przeprowadza się w fenole przy pomocy dwutlenku węgla. Wydajność tej metody wynosi 90—95%. W wodach ściekowych pozostaje jednak jeszcze około 350 do 400 mg/l fenoli.

2) Fenole usuwane są z wody amoniakalnej przy pomocy

solwentów, a następnie wydzielone bądź to na drodze destylacji, lub też zadawane sodą — powstają, jak w poprzedniej metodzie, fenolany. Wydajność metody zależy od wyboru solwentu, a mianowicie przy użyciu benzolu, trójchloroetyleny lub olei lekkich wynosi 90 do 95%; przy użyciu mieszanek 90% octanu butylu, 5% octanu amylu i 5% octanu propylu, wydajność wynosi 98%. Poza wymienionymi solwentami do regeneracji fenoli są używane inne złożone solwenty. W ściekach pozostaje jednak jeszcze 350—400 mg/l, lub przy użyciu bardziej wydajnego solwentu 80 — 140 mg/l fenoli.

3) Można również używać do regeneracji fenoli węgla aktywnego. Po wyczerpaniu zdolności adsorpcyjnych węgla, wynoszących około 10% na wagę węgla (4) regeneruje się fenole przy pomocy benzolu, a następnie postępuje się podobnie jak w metodzie 2. Wydajność tej metody wynosi około 98% (5).

Nawet po regeneracji 98% fenoli, ścieki zawierają zbyt wielkie ilości fenoli, by można było je bez oczyszczenia wpuścić do odbiorników. Dlatego pozostałe fenole należy usunąć ze ścieków. Do tego celu stosowane są zarówno metody chemiczne, jak i biologiczne.

Metody chemiczne polegają przede wszystkim na utlenieniu fenoli przy pomocy różnych środków utleniających; nie wszystkie z opracowanych metod znalazły zastosowanie praktyczne ze względu na trudności techniczne i koszty związane z ich zastosowaniem. Proponowane były następujące środki utleniające: 1) woda utleniona, 2) nadmanganian potasu, 3) chlor, 4) ozon, 5) dwutlenek chloru.

1. Woda utleniona utlenia fenole początkowo do cztero-hydroksybenzenu, a następnie do orto i parachinonu. Proces ten jest jednak trudny w wykonaniu technicznym i mało interesujący.

2. Nadmanganian potasu utlenia fenol do kwasu salicylowego, a następnie do kwasu szczawowego lub do mezo-winowego. Fenol rozkładany jest w 62%, natomiast inne związki o bardziej złożonej budowie, należące do grupy fenoli, w znacznie niższym procencie. Proces ten jest kosztowny, wymaga bowiem dużych ilości nadmanganianu potasu. Stosowany jest dla rozkładu chlorofenoli, do tego celu służy 5% roztwór K₂MnO₄, przy czym należy obniżyć pH ścieków do 3, przy użyciu 700 mg/l K₂MnO₄ osiąga się całkowite rozłożenie chlorofenoli.

3. Często do rozkładu fenoli używa się chloru. Proces należy prowadzić w środowisku alkalicznym (pH=7 do 10) w temperaturze niższej niż 40°. Na mg fenolu zużywa się 50 mg Cl₂. Przy niższym pH (pH < 7) powstają chlorofenole nadające wodzie przykry smak.

Ozon w niektórych krajach uważany jest za najbardziej zalecany środek do utleniania fenoli. Rzeczywiście ozon rozkłada całkowicie pierścień benzenowy fenoli, ponadto utlenia cyjanki, rodanki i inne związki obecne w ściekach. Proces może być prowadzony w sposób ciągły lub periodyczny, przy czym proces periodyczny jest bardziej ekonomiczny niż ciągły, a mianowicie, przy tym samym czasie kontaktu, wynoszącym około 2 godzin, proces periodyczny wymaga 2 mg ozonu na 1 mg fenoli, gdy przy pracy ciągłej należy zużyć 4 mg ozonu na 1 mg fenolu. Proces jest najbardziej wydajny w środowisku alkalicznym (11,5 do 12,8 pH). Jonizacja ścieków ponadto zmniejsza ich utlenialność w 70%, a BZT w 60%.

5. Najbardziej nowoczesnym procesem jest proces utleniania fenoli przy pomocy dwutlenku chloru. Metoda ta ma następujące zalety:

1) dwutlenek chloru rozkłada całkowicie fenole niezależnie od pH ścieków i ich temperatury;

2) czas reakcji jest krótki 1 — 2 minut, a w wyjątkowych wypadkach 15 minut;

3) w żadnym wypadku nie powstają chlorofenole, co zdarza się przy utlenianiu fenoli przy pomocy chloru;

4) w ściekach pozostaje po zastosowaniu dwutlenku chloru poniżej 1 mg/l fenoli. (7)

Równoległe do procesów chemicznego utleniania fenoli zostały opracowane metody biologiczne.

Znane są dwie metody:

1. Oczyszczanie ścieków zawierających fenole bez mieszania ich ze ściekami miejskimi.

2. Oczyszczanie ścieków mieszanych.

1. Metoda pierwsza nadaje się specjalnie dla małych zakładów przemysłowych, np. ścieków z gazowni, wód generatorowych itp. Ścieki zawierające fenole, po dokładnym oczyszczeniu ich z domieszek smoły i 24-godzinnym osadniku, rozcieńcza się wodą lub oczyszczonymi ściekami i przepuszcza się przez złożo biologiczne, powstałe w wieży wysokości około 3 m, a średnicy 0,8 m, wypełnionej materiałem porowatym. Początkowo przepuszcza się przez złożo wyłącznie ścieki miejskie, następnie mieszane, a po miesiącu tylko przemysłowe.

Najlepszą wydajność osiąga się przy zawartości około 150 mg/l fenoli w ściekach, maksymalne stężenie dopuszczalne wynosi 200 mg/l fenoli, a przy stężeniu 300 mg/l praca złoża ustaje. Optymalna temperatura wynosi 20 — 25°. Tego typu urządzenie może przerobić 10 m³ wody amoniakalnej, zawierającej 2 — 3 g/l fenoli, po odpowiednim rozcieńczeniu, w ciągu doby.

2. Można również oczyszczать ścieki zawierające fenole po zmieszaniu ich ze ściekami miejskimi. Najlepsze rezultaty osiąga się przy dodaniu 0,5% ścieków zawierających fenole do ścieków miejskich.

Próby stosowania osadów czynnych do rozkładu fenoli zawiodły, ponieważ maksymalne obciążenie ścieków przy tej metodzie nie wywołujące zakłóceń wynosi jedynie 12 mg/l.

Fenole, które przedostały się do odbiorników, ulegają rozkładowi dzięki procesom samooczyszczania, które mogą przebiegać aerobowo lub anaerobowo. Szybkość rozkładu w warunkach aerobowych zależy od wielu czynników, a mianowicie od:

1. temperatury — optymalne warunki 20—40°,

2. stężenia fenoli — przy większych stężeniach dzięki własnościom toksycznym fenoli proces jest zwolniony lub zahamowany,

3. natury mikroflory i jej stężenia — w zbiornikach ścieków lub odbiornikach mocno obciążonych ściekami miejskimi proces zachodzi prędzej, niż w odbiornikach o wodzie czystej,

4. budowy chemicznej samych fenoli — im prostsza cząsteczka tym łatwiej ulega rozkładowi.

Trwałość fenoli zwykłych wynosi 4 do 7 dni, gdy tymczasem chlorofenoli do 25 dni.

W warunkach anaerobowych proces przebiega znacznie wolniej.

Streszczenie.

1. Fenole są jednym z uciążliwych zanieczyszczeń ścieków.

2. Przy większej koncentracji fenole są regenerowane różnymi metodami i przeznaczane do dalszej przeróbki.

3. Pozostałe ilości fenoli należy unieszkodliwić; można to uczynić albo na drodze chemicznego utlenienia, albo na drodze biologicznej. Spośród metod chemicznych najbardziej nowoczesna jest metoda utlenienia dwutlenkiem chloru.

4. Fenole o niewielkiej koncentracji wprowadzone do odbiorników ulegają rozkładowi na drodze biologicznej, proces ten jest jednak dość powolny, szczególnie jeśli przebiega w warunkach anaerobowych.

5. Metody laboratoryjne oznaczania fenoli w ściekach są uciążliwe w wykonywaniu; niezbyt czułe, wymagają uprzedniego spreparowania próbki (6).

Literatura

1. M. S. Niesmiejana — O przedelno dopustimych koncentracjach fienola w wodojomach — *Gigiena i Sanitarija* 7/1953.
2. A. N. Anisimow — *Gigieniczeskaja ocenka niekotorych sposobow obezwrieziwanija fienolnych wod slancewoj promyslennosti* — *Gigiena i Sanitaria* 8/1953.
3. R. Colas — *Les phenols dans l'eau residuaire* — *L'eau* 40 59 — 1953.
4. J. Nowacki i H. Zieliński — *Usuwanie fenoli z wód produkcyjnych i ścieków* — *Przemysł Chemiczny* 32 409 1953.
5. L. Coin — *L'épuration des eaux résiduaires de cokeries* — *L'eau* 32 str. 61 1953.
6. E. Noisette — *Méthodes de dosages des Phénols dans les eaux* — *L'eau* 32 str. 71 1953.
7. Cardey — *Le traitement des eaux résiduaires phénolées par le peroxyde de chlore* — *L'eau* 32 str. 75 1953.

Prof. ZYGMUNT RUDOLF
Mgr inż. MACIEJ MACZYŃSKI

Badania technologiczne śmieci miejskich

Znane na świecie metody badań śmieci i odpadków są wynikiem wieloletniej pracy i doświadczeń, dzięki którym laboratoria wykonujące te badania posiadają wyrobiony i doświadczony personel, urządzenia oraz wypróbowane metody, dostosowane do jakości śmieci danego terenu i stosowanych sposobów ich zwózki i unieszkodliwiania.

Sytuacja nasza pod tym względem jest nierównie trudniejsza. Racjonalna przeróbka śmieci i ewentualne ich wykorzystanie zapoczątkowane zostało w Poznaniu, gdzie usiłowano rozwiązać to zagadnienie na właściwej drodze technicznej. Niestety doświadczenia Poznania przepadły w czasie wojny, a zainstalowany piec do spalania śmieci jest od wojny nieczynny. Postawienie więc tego zagadnienia na właściwym poziomie wymaga rozpoczęcia pracy od początku, łącznie ze zbieraniem dokumentacji techniczno-analitycznej i doświadczeń. Pracę tę należy więc zacząć od rozważań i badań zasadniczych i na ich podstawie dopiero ustalić ostateczną metodę badania i klasyfikacji śmieci w ten sposób ujętą, aby na podstawie uzyskanych wyników można było projektować najwłaściwsze sposoby unieszkodliwiania, wzgl. zużytkowania odpadków.

Przypuszczać należy, że charakter i skład odpadków domowych i miejskich uległ też i u nas w stosunku do okre-

su przedwojennego, zwłaszcza w większych miastach, zmianom. Na zmiany te złożyły się różne powody i przyczyny.

Jako pierwszy, a może najważniejszy powód tych zmian, należy uważać zniszczenia wojenne budynków oraz rozwijający i wzmagający się szybko ruch budowlany. Oba te czynniki muszą odbijać się na jakości śmieci i odpadków miejskich w sposób zdecydowany. Dzięki temu w masach wywożonych odpadków duży procent zajmować będą takie składniki jak: gruz ceglano-wapienny i betonowy, ziemia z wykopów, złom żelaza budowlanego, zniszczone części instalacji domowych itp. Pominąwszy złom żelazny i występujący w małych ilościach złom metali kolorowych, odpadki te nie będą nadawać się do dalszej przeróbki. Ponieważ złom żelazny i innych metali objęty jest ogólną akcją zbiórki metali i, o ile chodzi przynajmniej o większe jego kawały, wybierany jest z odpadków bezpośrednio na budowie, można ten dział odpadków w śmieciach wywiezionych z miast pominąć. Pozostały materiał przedstawia mieszaninę pokruszonej cegły, odpadków wapna, tynków, betonu i ziemi z wykopów. Poza tym możliwe są w tych śmieciach jedynie odpadki drewna z rusztowań itp., o ile nie zostaną one wybrane przed wywozem. Wartość użytkowa w jakimkolwiek kierunku tych odpadków jest znikoma, nie

posiadają one ani wartości opałowej, ani składników o wartości nawozowej, a wysypywanie ich na uprawną glebę prowadzi do uszkodzenia jej struktury i utrudnia obróbkę. Na szczęście odpadki te nie zawierają również prawie zupełnie składników organicznych mogących podlegać procesom fermentacji lub gnicia, nadają się więc doskonale do zapełniania dołów i wyrównywania terenów podmiejskich, np. glinianek. Niema zatem celu i potrzeby szczegółowych badań tych śmieci, należy je jedynie zbierać i wywozić oddzielnie na wybrane miejsca, traktując je jako materiał sanitarnie obojętny.

Odpadki uliczne miejskie.

Znaczne zwiększenie ruchu pojazdów mechanicznych w większych miastach i zmniejszenie ilości pojazdów o trakcji konnej, musiało się odbić na rodzaju i jakości śmieci zbieranych przy zamykaniu ulic. W mniejszych miastach, gdzie przeważa ruch konny, śmieci te stanowią ceniony — zwłaszcza przez ogrodników — nawóz. Przy obecnych warunkach ruchu wartość nawozowa tego materiału zmalała znacznie, jest to poprostu muł lub błoto, naniesione na kołach pojazdów, pochodzące ze startych nawierzchni. Bardzo podobny skład będzie posiadał również muł z koszy studzienek kanalizacyjnych.

Ponieważ jednak materiał ten zbierany jest i usuwany przeważnie oddzielnie, może on również bez trudności być traktowany oddzielnie przy studiach i badaniach odpadków. W materiale tym nie należy spodziewać się ani poszukiwać tzw. odpadków użytkowych, ani też większej wartości kalorycznej. Najwłaściwszym sposobem wykorzystania tych odpadków w naszych warunkach będzie użycie tego materiału jako nawozu, ewent. po przefermentowaniu go na kompost lub też jako substancji mogącej poprawiać strukturę gleby. W badaniach tych odpadków można ograniczyć się do określenia zawartości N, K₂O, P₂O₅ ewent. CaO, Al₂O₃ i Fe₂O₃ oraz zawartości wilgoci i straty przez prażenie, która pozwala na ocenę sumarycznej zawartości części organicznych i składników o wartości nawozowej, podlegających gnicu.

Pewien wpływ na skład tego typu śmieci mogą mieć materiały spadające z pojazdów ciężarowych, przewożących różne towary ulicami. Materiały te jednak nie będą miały znaczącego wpływu na średni skład śmieci, zwłaszcza o ile to będą większe przedmioty, np. kawałki węgla lub drzewa; są one przeważnie ręcznie zbierane, rozdrobnione zaś materiały, np. wapno itp. prawie nigdy nie spadają w takiej ilości, aby mogły mieć wpływ na średni skład śmieci, o ile próbka pobrana była z dostatecznie wielkiej masy.

Odpadki przemysłowe muszą być uważane również za odrębny i specjalny rodzaj. Są to przeważnie większe masy materiałów o niewielkiej różnorodności. Usuwaniem ich zajmują się przeważnie zakłady przemysłowe we własnym zakresie, a unieszkodliwienie i ewent. wykorzystanie ich daje się sprowadzić do ściśle określonego, jednostronnego zagadnienia technicznego, którego rozwiązanie winno należeć do oddziałów technicznych fabryk, z których te odpadki pochodzą.

Nieco odrębnie przedstawia się zagadnienie odpadków drobnej wytwórczości, warsztatów rzemieślniczych itp. Odpadki te dostają się przeważnie do śmietników, stanowią więc jeden ze składników odpadków domowych i z nimi też zawsze powinny być rozpatrywane. Powojenna zmiana w składzie tego typu odpadków będzie się wyrażała, prawdopodobnie w związku z rozbudową przemysłu, zwiększeniem masy odpadków produkcji z dużych zakładów przemysłowych, a zatem mas odpadków o jednostajnym dla każdego zakładu składzie.

Śmieci i odpadki z domów mieszkalnych, sklepów, hal targowych, jadłodajni itp.

Ponieważ odpadki te są wywożone i wyrzucane najczęściej łącznie, muszą więc być badane razem.

Powojenne warunki życia musiały się również odbić zarówno na ilości, jak i jakości śmieci. Coraz to większe rozpowszechnienie kuchenek gazowych zmniejszyło prawdopodobnie w dużym stopniu ilość popiołu z pieców i kuchni, jak również i ilości materiałów o wartości kalorycznej w popiołach. Zwiększy się natomiast ilość szlaku z kotłów do centralnego ogrzewania.

Również i zmiana sposobu odżywiania się dużej części ludności (stołówki) oraz akcja oszczędnościowa (zbiórka papieru i używanie sznurków papierowych) odbijają się na składzie odpadków. Wyraża się to przede wszystkim zmniejszeniem się ilości odpadków kuchennych i organicznych w śmieciach domowych, gdyż odpadki kuchenne ze stołówek

i gospód, jako dające się łatwo ująć i wykorzystać, są przeważnie oddzielnie gromadzone i skarmiane przez nieogrzewane.

Można więc stwierdzić, że w żadnym wypadku nie należy opierać się na przedwojennych analizach i doświadczeniach oraz, że badania i studia nad składem i możliwościami unieszkodliwiania i ewent. wykorzystania odpadków należy rozpocząć na nowo, od gromadzenia danych analitycznych i statystycznych.

Przy wyborze metod i sposobów badania, które będą dalej omówione, starano się uwzględnić następujące założenia i przesłanki.

1. Odpadki z dzielnic lub bloków domów, na terenie których prowadzone są roboty budowlane albo większe remonty, nie powinny być badane, gdyż wywożone z nich śmieci i odpadki mają charakter zupełnie odmienny od przeciętnego charakteru śmieci miejskich, a ponadto skład tego materiału jest chwilowy i przejściowy.

2. Odpadki przemysłowe z większych zakładów, jako materiał o dużej masie i dość jednolitym składzie, również nie powinny być badane i rozpatrywane łącznie ze śmieciami miejskimi. Są one materiałami specyficznymi i dalsze postępowanie z nimi winno być rozwiązywane przez ich producentów.

3. Wszystkie pozostałe odpadki miejskie stale należy badać i rozpatrywać razem, jako jedną masę.

Przy wyborze metod badań nad śmieciami kładziemy nacisk na następujące momenty:

Możliwość daleko idącej segregacji i wykorzystania tzw. odpadków użytkowych. Względ ten podyktowany jest zarówno okolicznościami gospodarczymi i koniecznością wykorzystywania wszelkich dostępnych nam surowców, np. makułatury i szmat, których potrzebuje przemysł papierniczy. Ponadto należy zorganizowane wybieranie ze śmieci odpadków użytkowych przynosi korzyści materialne, które mogą w dużej nawet części pokryć koszty wywozu i unieszkodliwienia śmieci.

Proponowane metody badań muszą być możliwie łatwe i proste, co pozwoliłoby na zorganizowanie punktów badawczych, obsługiwanych przez personel o niezbyt wysokich kwalifikacjach i doświadczeniu i umożliwiło dokonywanie analiz w każdym, przeciętnie wyposażonym laboratorium chemicznym.

Badania śmieci powinny być u nas początkowo prowadzone możliwie wielokierunkowo, aby zebrać obszerny materiał statystyczny, główny nacisk jednak powinien być położony na najracjonalniejsze wykorzystanie śmieci w naszych warunkach.

Ze stosowanych dziś metod unieszkodliwiania śmieci należy całkowicie odrzucić takie sposoby jak: wysypywanie śmieci do morza, nawet w miejscowościach nadmorskich, lub bezplanowe i niekontrolowane zapełnianie śmieciami podmiejskich glinianek.

Spalanie śmieci, do którego w swoim czasie tyle nadziei przywiązywano, okazało się w gruncie rzeczy opłacalne tylko w pewnych specyficznych warunkach, przy czym instalacja do spalania śmieci wymaga dużych inwestycji i powiązania bądź to z zakładem elektrycznym, bądź też z dużą kotłownią, związaną z gospodarką wykorzystania pary (pralnie, centr. ogrzewanie itp.). Ponadto, jak to wykazują badania radzieckie, wartość kaloryczna śmieci jest na ogół tak niska, że przeważnie zachodzi konieczność wzbogacania kalorycznego śmieci dodatkiem węgla, co już przekreśla zupełnie zasadniczą myśl spalania.

Dla naszych warunków najbardziej celowe wydaje się wykorzystanie śmieci bądź to jako nawozu, w którym głównymi i najwartościowszymi składnikami będą azot, potas i fosfor, bądź też, zwłaszcza frakcje drobnych, jako dodatku spulchniającego dla ciężkich gleb gliniastych.

Takie wykorzystanie śmieci wymaga stosunkowo łatwej i prostej przeróbki drogą fermentacji i związanej z nią mineralizacji substancji organicznej.

Tego rodzaju przeróbki śmieci i odpadków można dokonywać bądź to w małym zakresie w stosach kompostowych, bądź też, o ile chodzi o gospodarke wielkich miast, w komorach Beccariego lub tzw. wysypiskach kontrolowanych.

Poza tym, jak studia nad składem śmieci we wszystkich krajach wykazały, najcenniejszymi, a zatem i najważniejszymi składnikami śmieci są tzw. odpadki użytkowe, którym też należy poświęcić specjalną uwagę przy badaniach, a których należałoby zbierać i wykorzystanie może w pewnym stopniu pokryć koszty zbiórki i wywózki śmieci.

Zorganizowanie badań śmieci wymaga całego szeregu prac przygotowawczych, do których powinny być wciągnięte przedsiębiorstwa oczyszczania miasta pod kierunkiem

J. FERENCOWICZ i J. JĘDRZEJOWSKI

Wpływ typu budynku na koszty eksploatacyjne urządzeń klimatyzacyjnych

Ustawa o planie 6-letnim, precyzując w § 33 zadania w zakresie obniżki kosztów budownictwa, wysuwa jako jeden z podstawowych czynników, które mają doprowadzić do tego celu, oszczędne projektowanie inwestycji budowlanych.

Jedną z dziedzin budownictwa, gdzie ujęcie konstrukcyjne może mieć poważny wpływ na koszt inwestycji, jest budownictwo parterowych budynków przemysłowych. Obniżkę kosztów ich budowy wywołuje mianowicie rezygnacja z górnego oświetlenia naturalnego, czyli niestosowanie świetlików, umieszczonych w dachu budynku.

Burgman w artykule zamieszczonym w 3 numerze Planowego Chozajstwa z roku 1950 podaje na podstawie badań przeprowadzonych przez Ministerstwo Budownictwa Przemysłu Ciężkiego ZSRR, że przez wyeliminowanie świetlików uzyskuje się przy budowie ogólną oszczędność od 10—15%, a oszczędność na stali około 20%.

W pomieszczeniach o niewielkiej powierzchni a znaczniejszych wysokościach, zwłaszcza gdy prowadzone w nich prace nie wymagają jednakowego natężenia oświetlenia, naturalne górne światło zastępuje oświetleniem bocznym. W razie potrzeby w środkowej części pomieszczenia uzupełnia się światło dzienne światłem lamp fluoryzujących.

Częściej zdarza się jednak, choćby ze względu na skalę powstających obecnie obiektów przemysłowych, że powierzchnia pasów zewnętrznych, które mogłyby być oświetlane światłem okiennym stanowi niewielki odsetek całkowitej powierzchni pomieszczenia. Jeżeli ponadto praca prowadzona w pomieszczeniu wymaga jednakowych warunków oświetleniowych, stosowanie okien w ścianach bocznych mija się z celem. Wówczas stosowanie świetlików umieszczonych w dachu budynku staje się równoznaczne z rezygnacją z oświetlenia naturalnego w ogóle i z przejściem na pracę wyłącznie przy oświetleniu sztucznym. Wtedy poza wspomnianą już obniżką kosztów budowy uzyskuje się znaczne oszczędności na wydatkach eksploatacyjnych budynków, zwłaszcza, gdy wnętrza ich są klimatyzowane.

Jest przeto zrozumiałe, że ostatnio wielokrotnie wszczynane były dyskusje nad słusznością dotychczasowych poglądów na celowość stosowania oświetlenia naturalnego przy różnych rodzajach pracy. Zapoznajmy się z argumentami obydwu przeciwnych stron, biorących udział w takiej dyskusji, odnoszącej się do przemysłu włókienniczego.

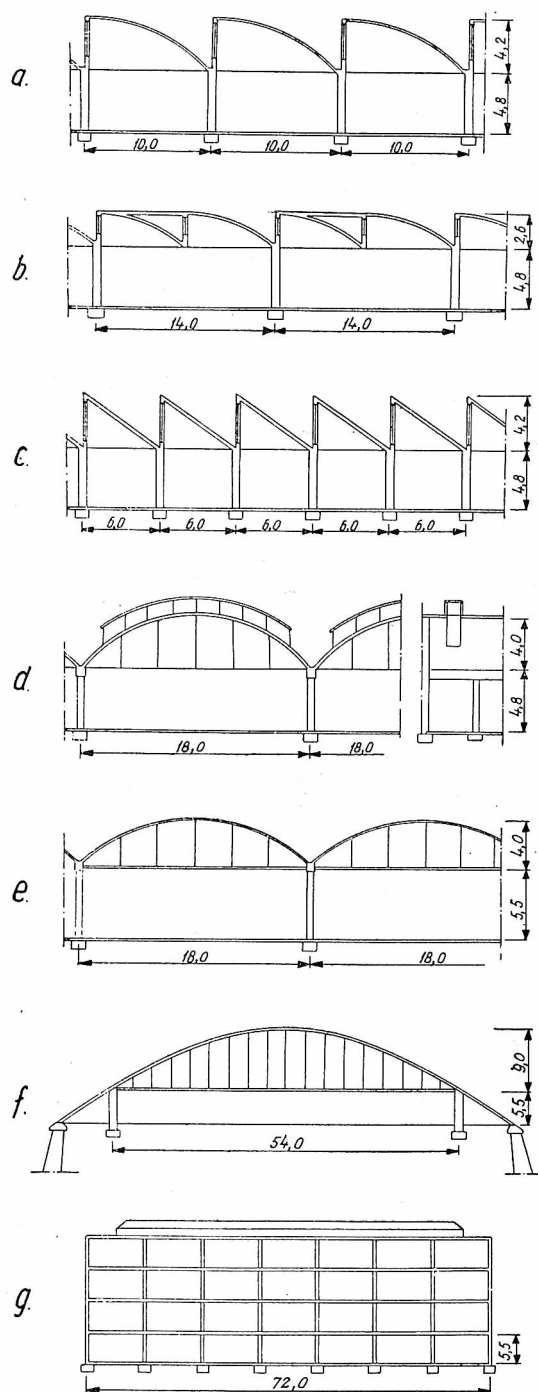
Reprezentanci poglądu, że oświetlenie naturalne powinno być nadal utrzymane, bronią swojego stanowiska starając się udowodnić, że praca w zasadniczych oddziałach fabryk włókienniczych, odbywająca się przy oświetleniu sztucznym, nawet najlepiej zaprojektowanemu, wywołuje zawsze szybciej zmęczenie wzroku, a co za tym idzie — ogólne zmęczenie organizmu i spadek wydajności pracy, niż praca przy oświetleniu naturalnym. W samej rzeczy, badania udowodniły, że np. wydajność tkaczy wzrasta zupełnie wyraźnie wraz ze wzrostem natężenia oświetlenia aż do 2000 lx. Natężenie tej kategorii praktycznie może dać tylko światło naturalne.

Strona przeciwna, utrzymująca, że oświetlenie naturalne w budownictwie przeznaczonych na oddziały fabryk włókienniczych jest zbędne, zwraca uwagę na następujące okoliczności:

1. Wobec pracy prowadzonej w przemyśle włókienniczym z reguły na 2 lub 3 zmiany, kwestia oświetlenia naturalnego może być rozwiązana tylko w sposób fragmentaryczny.
2. Technika oświetlenia sztucznego poczyniła tak duże postępy, że przewaga oświetlenia naturalnego staje się coraz bardziej problematyczna.
3. Jak dowodzi praktyka, oświetlenie naturalne musi być często wspomagane przez oświetlenie sztuczne, zwłaszcza przy szeroko stosowanych obecnie oknach prefabrykowanych z betonu i podwójnie szklonych, kiedy nie można liczyć na czystość szyb świetlikowych.
4. Poza obniżeniem kosztów budynku w wypadku konstrukcji bez otworów oświetleniowych zniżają się koszty konserwacji i eksploatacji budynku.

Na wydatki eksploatacyjne składają się w głównej mierze wydatki na eksploatację urządzeń klimatycznych, drugą znacznie mniejszą pozycję stanowią koszty oświetlenia.

Nie jest naszym zamiarem rozstrzygać tu, który z dwu wymienionych poglądów jest słuszny i w jakim kierunku powinno pójść budownictwo dla przemysłu włókienniczego. Uważamy jednak za pożyteczne przeprowadzić analizę porównawczą kształtowania się kosztów eksploatacyjnych urządzeń klimatyzacyjnych (z uwzględnieniem wydatków na oświetlenie) dla zasadniczych oddziałów przemysłu włókienniczego, w zależności od tego, czy w budynku, w którym oddział się lokalizuje, znajdują się otwory do oświetlenia naturalnego, czy przewiduje się wyłącznie oświetlenie sztuczne. Ujawnienie bowiem liczbowych wartości i relacji pozwoli, choć w pewnym zakresie, zastąpić w dalszych dyskusjach na ten temat argumenty o charakterze jakościowym, które dotąd przeważają, przez bardziej wartościowe i przekonujące argumenty natury ilościowej.



Rys. 1

Typy budynków, które są stosowane w fabrykach włókienniczych przedstawiono na rysunku 1. Konstrukcje z dachami pilastymi występują tu w trzech wariantach. Stropodachom płaskim (rys. 1 c) dają obecnie pierwszeństwo przed łupinami (rys. 1 a i 1 b), ze względu na możliwość zastosowania płyty staloceramicznej, co umożliwia uzyskanie zalecanej oszczędności cementu i stali. Szed podwójny (rys. 1 b) stwarza korzystniejsze warunki oświetleniowe (większa równomierność natężenia oświetlenia) niż, przy zbliżonym rozstawieniu słupów, szed pojedynczy (rys. 1 a).

Ze względu na klimatyzację, zwłaszcza w tkalniach, gdzie należy utrzymać znaczną względną wilgotność powietrza (80÷85%) szedy podwójne lub pojedyncze o mniejszym module, jako niższe, są bardziej wskazane. Duża bowiem wysokość maksymalna pomieszczenia może spowodować wystąpienie znacznych różnic zawartości wilgoci „x” w powietrzu na wysokości strefy roboczej i w najwyższych gatunkach budynku ze względu na to, że powietrze wilgotne, jako lżejsze, intensywniej dążyć będzie do góry. To bardziej wilgotne powietrze będzie posiadać oczywiście podwyższoną temperaturę punktu rosy.

Z drugiej strony w narożach, u góry, między stropodachem i oświetleniem, powierzchnia stropodachu jest w zimie silnie oziębiana przez chłodzące działanie okien. Te dwa zjawiska mogą stać się przyczyną silnej kondensacji pary wodnej na wewnętrznych powierzchniach stropodachu i, co za tym idzie, — opadania kropel. Zaradzić temu można przez dogrzewanie świetlików, ale to pociąga za sobą wzrost strat ciepła.

W konstrukcjach z dachem łukowym i świetlikami latarniowymi (rys. 1 d) kondensacja pary wodnej na wewnętrznej stronie dachu latarni grozi w silniejszym jeszcze stopniu. Poza tym świetliki latarniowe gorzej chronią wnętrze przed insolacją i nie są w stanie zapewnić tak wysokiego natężenia oświetlenia jak świetliki pilaste. Z tych względów budynki tego rodzaju nie są odpowiednie dla zasadniczych oddziałów produkcyjnych (przędzalnie, tkalnie). Można je stosować, ze względu na niższe koszty budowy, jedynie dla oddziałów, gdzie nie jest wymagana znaczniejsza wilgotność powietrza, a warunkom oświetleniowym nie stawia się dużych wymagań (magazyny, pakownie, sale kondycjonowania wózków itp.).

Konstrukcje 1 e i 1 f reprezentują budynki bez oświetlenia naturalnego, stwarzające optymalne warunki dla klimatyzacji pomieszczeń. Obydwa te typy posiadają podwieszone lekkie stropy izolacyjne. Zmniejsza to nie tylko straty ciepła, ale co ważniejsze, można wówczas całkowicie wyeliminować z letniego bilansu cieplnego pomieszczenia zyski ciepła, spowodowane promieniowaniem słonecznym na dach. Tę pomyślną okoliczność, która wpływa na zmniejszenie wielkości urządzenia klimatyzacyjnego, osiąga się przez wentylowanie poddasza częścią powietrza wywiewanego z pomieszczenia. Poddasze stwarza poza tym dogodnie warunki do rozprzeczania przewodów nawiewnych.

Należy tu nadmienić, że w budynkach z dachami pilastymi przewody te umieszcza się obecnie na zewnątrz u podstawy żebów pily (rys. 2). Nie trzeba wyjaśniać rzucających się w oczy takiego rozwiązania, które jest jednak rozwiązaniem jedynym możliwym do przyjęcia, instalowanie bowiem sieci przewodów podwieszonych poniżej podciągów dachu jest dzisiaj odrzucane ze względów sanitarnych (gromadzenie się kurzu) i estetycznych.

Koszt budynku w alternatywie 1 e jest, jak widać z tablicy 1 mniejszy od kosztu budynku z łukiem dużej rozpiętości, poza tym łuki o rozpiętościach do 18—24 m mogą być wykonane z pustaków DS, są więc korzystniejsze ze względu na oszczędność cementu i stali.

Budynki wielopiętrowe (rys. 1 g) z oświetleniem bocznym, posiadają obecnie coraz mniej zwolenników ze względu na komplikacje transportu wewnętrzznego i znaczną nierównomierność natężenia światła dziennego.

Jak widać z tego ogólnego przeglądu, najpoważniejszym przedstawicielem budynku z oświetleniem naturalnym jest budynek o dachu pilastym z modulem (rozstawieniem świetlików) 6—8 m. Dalsze przeto rozważania porównawcze będą przeprowadzone w odniesieniu do takiego właśnie budynku i budynku bez oświetlenia naturalnego o dachu łukowym, z podwieszonym stropem izolacyjnym, przy czym na koszty eksploatacyjne urządzeń klimatyzacyjnych ani na koszty oświetlenia nie ma wpływu konstrukcja łuku, ani jego rozpiętość.

Pierwszym obiektem, dla którego przeprowadzimy analizę kosztów eksploatacyjnych urządzenia klimatyzacyjnego, będzie tzw. oddział manipulacji fabryki jedwabiu wiskozowego,

inaczej zwany oddziałem włókienniczym. Praca na tym oddziale musi być prowadzona przy jednakowej wilgotności względnej powietrza w ciągu całego roku, wynosić 65%. Od temperatury 22°C, optymalnej dla procesów włókienniczych, odstepuje się w praktyce, utrzymując ze względów gospodarsko-ścisłowych w okresie zimy 20°C i dopuszczając wzrost jej w lecie aż do 26°C.

Obiekt, którym się zajmujemy, wymaga 3900 m² powierzchni użytkowej przy wymiarach w planie 54×72 m. Będzie go przeto trzeba do kategorii niewielkich oddziałów tego rodzaju. Moc zainstalowana dla oddziału, wzięta jako przeciętna z 3 fabryk wynosi 0,04 kW/m² przy globalnym współczynniku asymilacji ciepła przez powietrze $\phi = 0,8$ a ilość robotników odniesiona do 1 m² powierzchni — 0,0123 osób/m², co daje dla naszego przypadku 156 kW i 161 pracowników na zmianę.

W I alternatywie zakładamy, że oddział ten zostanie umieszczony w budynku szedowym o wysokości 4,8 m, module szedu 6 m i wysokości okien 3,5 m. Stropodach wykonany z 14 cm pustaków DS, ocieplony podwójną warstwą porowatych płyt pilśniowych, pokryty dwiema warstwami papy i otynkowany wewnątrz, posiada współczynnik przenikania ciepła (z dołu do góry) $k = 0,68 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$. Sytuacja budynku tak w tej, jak i następnej alternatywie jest identyczna, mianowicie z trzech stron przylega on do pomieszczeń ogrzewanych, a od strony zachodniej posiada ścianę zewnętrzną grubości 38 cm.

Dla wyliczenia ilości ciepła, potrzebnego do eksploatacji urządzenia klimatyzacyjnego w ciągu okresu rocznego, wygodnie jest posługiwać się wykresem i-t_z. Przy określaniu poszczególnych wielkości, niezbędnych do budowy wykresu napotykać na dwa problemy natury ogólnej, które wciąż stają przed każdym projektantem urządzeń klimatyzacyjnych.

Pierwszym z nich jest brak normy na obliczenie strat ciepła dla budynków przemysłowych. Jakkolwiek tytuł normy B-03406 brzmi „obliczanie strat ciepła przy ogrzewaniu centralnym” bez zastrzeżeń, że nie stosuje się ona do budynków przemysłowych, to jednak stosowanie jej w tych przypadkach często dawałoby wyniki zupełnie fałszywe.

Zwrócić należy bowiem uwagę na to, że w dużych budynkach ze świetlikami straty przez dach wynoszą zazwyczaj od 90—100% łącznych strat zasadniczych. Na łączne straty w minimalnym tylko stopniu wpływa ilość ścian zewnętrznych i okoliczność, że w ścianach tych znajduje się, albo nie znajduje się pewna ilość okien. Podobnie praktycznie żadnego wpływu na straty nie będzie miała wtedy orientacja budynku.

Tymczasem, zgodnie z normą B-03406, od tych właśnie czynników zależą tzw. dodatki, które mogą zwiększyć sumaryczne zasadnicze straty ciepła, w wypadku skrajnym o 70%.

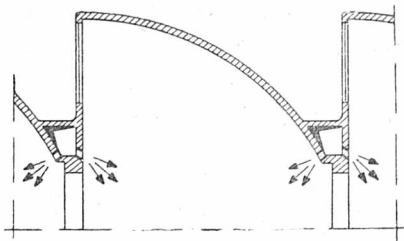
Drugi problem dotyczy przyjęcia właściwej metody obliczania zysków ciepła, spowodowanych promieniowaniem słonecznym.

Metoda oparta na wynikach badań Cammerera i Christiana, podana, między innymi, przez Rietschla w wydaniu z roku 1948 i powtórzona bez zmian w wydaniu z roku 1951, w świetle ostatnich badań i doświadczeń budzić musi poważne zastrzeżenia, nie uwzględnia ona bowiem szeregu czynników, których wpływ na insolację jest dzisiaj bezspornie stwierdzony.

Do czynników tych należy:

1. zdolność akumulacji ciepła przez przegrodę,
2. własności promieniowania rozproszonego, tj. promieniowania od sklepienia niebieskiego,
3. promieniowanie wtórne od nagranych powierzchni otoczenia,
4. różnica między maksymalną temperaturą dzienną i minimalną nocną oraz przebieg zmiany temperatury w ciągu doby.

Nie wykazuje ona również opóźnienia, tj. czasu, po którym zaabsorbowane ciepło przez powierzchnię zewnętrzną



Rys. 2

dochodzi do powierzchni wewnętrznej przegrody, tymczasem jest to warunek zasadniczy trafnego ujęcia maksymalnej wartości zysku ciepła, pochodzącego od promieniowania słonecznego.

Jak widać z szeregu broszur, które ukazały się w ostatnim roku w związku Radzieckim, kwestii trafnego szacunku ilości ciepła insolacyjnego poświęca się obecnie wiele pracy i uwagi. Nowe ujęcia tego problemu noszą jeszcze charakter fragmentaryczny lub są wysuwane jako propozycje, nie апробоване dotychczas w formie oficjalnej i autorytatywnej. Dlatego oparcie się na nich byłoby, naszym zdaniem, przedwczesne.

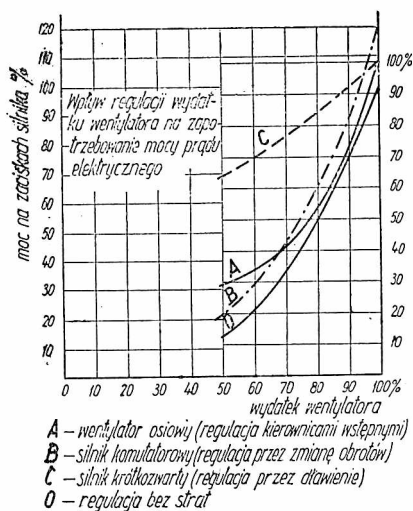
Wobec takiego stanu rzeczy, uważaliśmy za właściwe przyjąć w naszej pracy metodę Mackeya i Wrihta, zalecaną przez A.S.H.V.E. Skorzystaliśmy z jej najnowszego opracowania, opublikowanego w Guide z roku 1952.

Krótkie scharakteryzowanie tej metody przez stwierdzenie, że daje ona większe albo mniejsze wartości insolacji od wartości, otrzymanych przy pomocy recepty Rietschla, jest niemożliwe. Rezultaty bowiem kształtują się w sposób rozmaity. W pewnych przypadkach wypadają one większe, w innych mniejsze. Np. w odniesieniu do przegród typu ciężkiego, a więc ścian murowanych grubości 38 cm. i więcej, dachów z grubą warstwą betonu, lub nawet pustaków ceramicznych zyski ciepła z promieniowania słonecznego wypadają mniejsze. Natomiast zyski ciepła dla dachów szedowych wypadają większe, przez wprowadzenie nowej pozycji, dotychczas pomijanej, uwzględniającej promieniowanie rozproszone i wtórne, która choć okna szedów skierowane są zawsze na północ jest dosyć poważna.

Przed przystąpieniem do wykonania bilansów cieplnych pomieszczenia należy zdecydować się jeszcze na wybór systemu urządzenia klimatyzacyjnego, wspólny oczywiście dla obydwu porównywanych alternatyw, gdyż, jak zastanowimy się bliżej, będzie to miało wpływ na wyniki przeprowadzonej przez nas analizy.

Koszty eksploatacyjne urządzenia klimatyzacyjnego, obsługującego pomieszczenie o danej pojemności, zależą od:

1. obciążenia cieplnego pomieszczeń. Obciążeniem cieplnym nazywać będziemy ilość ciepła, którą urządzenie klimatyzacyjne musi odprowadzić lub doprowadzić do pomieszczenia, by utrzymać w nim niezmienną, żądaną temperaturę. Obciążenie cieplne Q_{zb} w pomieszczeniach produkcyjnych rozpatrywanych przez nas zależy tylko od rodzaju budynku i temperatury zewnętrznej, gdyż przyjmujemy, że ilość ciepła wydzielanego w pomieszczeniu w jednostkę czasu jest stała;
2. oporu sieci przewodów wentylacyjnych. Wyjaśnimy dalej, że konstrukcja budynku może mieć na niego wpływ zasadniczy;
3. systemu obróbki powietrza i sposobu dostosowania urządzenia do pracy, przy zmieniającym się obciążeniu cieplnym;



Rys. 3

4. sprawności i zastosowanych agregatów maszynowych. Obciążenie cieplne pomieszczenia i opory sieci określają zakres pracy, rozmiary zadania, które stawia się do wykonania przed urządzeniem klimatyzacyjnym. Natomiast okoliczności ujęte w dwu ostatnich punktach decydują o ogólnej sprawności urządzenia klimatyzacyjnego, od którego zależy koszt, jakim to zadanie będzie wykonane.

Jeżeli teraz, wskutek zastosowania innej konstrukcji budynku, zakres pracy stojący przed urządzeniem klimatyzacyj-

nym ulegnie zmianie, to różnica kosztów eksploatacyjnych, jaka w konsekwencji tego powstanie, może wypaść mniejsza lub większa zależnie od sprawności urządzenia klimatyzacyjnego. Gdy np. sprawność ta będzie niska, otrzymana różnica zostanie przejawiona.

Nasze rozważania mogą mieć znaczenie praktyczne przede wszystkim w stosunku do nowoprojektowanych obiektów fabrycznych. Należy przeto przyjąć, że klimatyzacja w tych obiektach będzie pod względem technicznym rozwiązana w sposób najbardziej racjonalny. Będą więc to urządzenia klimatyzacyjne z podwójnym obiegiem powietrza, przystosowane do wykorzystania powietrza powrotnego, wywiewanego z pomieszczenia aż do granic, na jakie tylko zezwala konieczność utrzymania w powietrzu wentylującym pewnej minimalnej zawartości powietrza zewnętrznego, określonej z wymogów sanitarnych. Poza tym należy przyjąć, że dostosowanie pracy urządzenia, przy spadku obciążenia cieplnego Q_{zb} , odbywać się będzie przez zmniejszenie wymiany powietrza, a nie przez zmniejszenie zdolności asymilacyjnej powietrza. Przypominamy bowiem, że zachowanie podstawowego warunku gwarantującego niezmienną stan powietrza w pomieszczeniu klimatyzowanym

$$Q_{zb} = \Delta i \cdot L$$

może być zapewnione przy zmianach obciążenia cieplnego Q_{zb} albo przez zmianę $\Delta i = i_{\text{pow. wyw.}} - i_{\text{pow. naw.}}$ zdolności asymilacyjnej powietrza wentylującego w kcal/kg przy zachowaniu stałej wymiany powietrza L kg/h, lub odwrotnie, przez zmianę L przy stałym Δi . Ta druga metoda jest korzystniejsza, gdyż umożliwia redukcję zapotrzebowania energii elektrycznej do napędu wentylatorów, ale stosowanie jej jest ograniczone przez konieczność zapewnienia dostatecznej wielokrotności wymiany i nie zawsze, jak się okaże, może być stosowana w całym zakresie temperatur zewnętrznych. Doświadczenie firm zagranicznych wykazuje, że nie należy w odniesieniu do fabryk włókienniczych schodzić poniżej 3-krotnej wymiany powietrza. W przeciwnym razie zwiększa się bezwładność urządzenia klimatyzacyjnego i przy szybszych zmianach obciążenia cieplnego nie daje się utrzymać parametrów powietrza w pomieszczeniu w granicach dopuszczalnych tolerancji.

Sposób regulacji wymiany powietrza wiąże się z typem zastosowanego wentylatora i rodzajem jego napędu. Wykres podany na rys. 3 wskazuje, jak zmienia się zapotrzebowanie mocy na zaciskach silnika napędzającego wentylator w zależności od wydajności, przy różnych systemach regulacji.

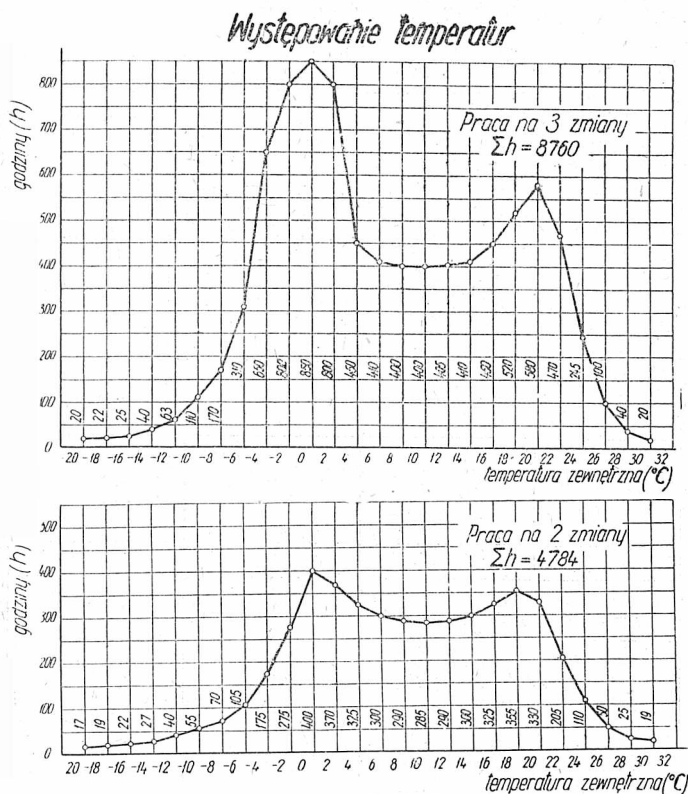
Z wykresu tego widać, że zastosowanie wentylatora osiowego, o wydatku regulowanym przez zmianę kąta kierownicy wstępnej (krzywa A), daje przy ograniczeniu wydatku do 60% spadek zapotrzebowanej mocy o ca 65%. Ażeby przy spadku obciążenia silnika elektrycznego nie dopuścić do poważniejszej obniżki jego sprawności i $\cos \varphi$ stosuje się przełącznik automat trójkąt — gwiazda.

Wentylator odśrodkowy przy zastosowaniu do jego napędu silnika asynchronicznego (krzywa C), pracujący przy stałych obrotach, zmniejsza zapotrzebowanie mocy przy takiej samej obniżce wydatku tylko o 30%. Regulacja odbywa się tu przez dławienie. Lepsze wyniki można by otrzymać przy zastosowaniu kierownicy wstępnej. Nie jest nam bliżej wiadomo jak przedstawia się zmiana zapotrzebowania mocy przy regulacji wentylatora odśrodkowego takim aparatem. Należy sądzić, że system ten nie daje większych korzyści w stosunku do regulacji wydatku przez dławienie, gdyż stosowany jest rzadko.

Regulacja wydatku przez zmianę obrotów wirnika (krzywa B), jakkolwiek korzystna, wymaga zastosowania silnika szeregowo-bocznikowego prądu stałego lub silnika komutatorowego o podobnej charakterystyce i to ją odsuwa na plan dalszy.

Krzywe na rys. 3 są naniesione tylko w granicach od pełnego do 50-procentowego wydatku. Jest to dla praktycznego wykorzystania wykresu wystarczające, gdyż większej redukcji wydatku na ogół się nie stosuje, ze względu na konieczność zapewnienia w pomieszczeniu przynajmniej 3-krotnej wymiany powietrza, o czym już uprzednio wspominaliśmy. Regulacja wydatku wentylatorów osiowych kierownicą wstępną odbywa się w zakresie przekraczającym 100—60%.

Maksymalna wymiana powietrza, a więc i maksymalny wydatek wentylatora określa się z bilansu cieplnego pomieszczenia przy obliczeniowych warunkach dla okresu ciepłej i pełnej insolacji, gdy obciążenie cieplne Q_{zb} przyjmuje swoje umownie największe znaczenie. Tak intensywna wymiana powietrza jest potrzebna tylko wtedy, gdy ilość ciepła przenikająca do pomieszczenia z zewnątrz osiąga lub przewyższa



Rys. 4

ilość ciepła przenikającego z zewnątrz, w warunkach przyjętych do obliczeń. Okres czasu, w którym taka ewentualność może zachodzić, trwa przeciętnie w ciągu roku niespełna 20 godzin. W pozostałym czasie obciążenie cieplne pomieszczenia jest mniejsze, a wymiana powietrza może być odpowiednio zredukowana. Krótko mówiąc, wentylatory w urządzeniach klimatyzacyjnych muszą pracować przy maksymalnym wydatku tylko około 20 godzin w ciągu roku. Przez czas pozostały pracują przy wydatku zredukowanym. Stąd widać, jak wielki wpływ na roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej, której koszt zazwyczaj wielokrotnie przewyższa koszt czynnika grzejącego, ma stosowanie w urządzeniach klimatyzacyjnych zmiennej wymiany powietrza i sposób, w jaki to zostaje urzeczywistnione.

Pomijając wysoką sprawność wentylatorów osiowych, dochodzącą do 75–80%, przez co już można w stosunku do wentylatorów odśrodkowych uzyskać znaczną oszczędność energii elektrycznej, ich właściwości, polegające na gwałtownym spadku zapotrzebowanej mocy przy zmniejszającym się wydatku, przesądzają, że ich zastosowanie w urządzeniach klimatyzacyjnych znacznie się rozszerzy. Mimo tego wentylatory odśrodkowe długo jeszcze zajmować będą przynajmniej równorzędne stanowisko, ze względu na ich cichobieżność oraz często wygodniejsze nawiązanie konstrukcyjne z instalacją maszynowni klimatyzacyjnej.

Dążąc do tego, aby nasza analiza doprowadziła do przeciętnych, średnich wyników, decydujemy się przyjąć, że badane przez nas obiekty będą klimatyzowane przez urządzenia z podwójnym obiegiem powietrza, o zmiennej wymianie powietrza i wyposażone przez wentylatory odśrodkowe z regulacją wydatku przez dławienie. Sprawność agregatów wentylatorów — silnik przyjmujemy wysoką — 59%.

Uważając, że baza, na której oprzemy dalsze wyliczenia została szczegółowo omówiona, przechodzimy do budowy wykresu $i - t_z$, odnoszącego się do naszego przykładu.

Wykres $i - t_z$ składa się z szeregu linii, wyrażających entalpię powietrza w różnych stadiach procesu klimatyzacyjnego w funkcji temperatury zewnętrznej. Choć jest on ogólnie znany, w krótkości wyjaśnimy jego budowę.

Pierwsza krzywa wykresu $i - t_z$ to tzw. krzywa klimatyczna, odpowiadająca przeciętnym, najbardziej charakterystycznym stanom powietrza zewnętrznego.

Jakkolwiek pewnej określonej temperaturze powietrza zewnętrznego t_z mogą towarzyszyć różne wilgotności względne, tj. jakkolwiek stan powietrza nie jest jednoznacznie określony przez temperaturę, to jednak dla każdej temperatury t_z

można zawsze wyznaczyć na podstawie materiału klimatycznego średnią wilgotność powietrza, jaka jej odpowiada. Łącząc temperatury zewnętrzne z towarzyszącymi im średnimi wilgotnościami względnymi otrzymamy najbardziej charakterystyczne stany powietrza w danej miejscowości. Współrzędne punktów krzywej klimatycznej, odpowiadające przeciętnym klimatycznym warunkom Polski, podane są w tabelicy 2. Krzywa ta naniesiona została na wykresie $i - t_z$ (rys. 5 a) i na wykresie $i - x$ (rys. 5 f).

Z kolei wykreśliamy krzywą, wyrażającą entalpię powietrza tuż za komorą natryskową, czyli entalpię punktu komory. Ze względu na to, że w oddziale manipulacyjnym (jak i w przedalni bawelny, która będzie stanowić temat następnej analizy), ilość wydzielającej się pary wodnej jest znikoma i może być pominięta, zawartość wilgoci x , odpowiadająca punktowi komory jest zawsze taka sama, jak zawartość wilgoci w powietrzu znajdującym się w strefie roboczej pomieszczenia klimatyzowanego. Przyjmując teraz względną wilgotność powietrza tuż za komorą $\varphi_k = 95\%$ otrzymamy, że dla stanu powietrza w pomieszczeniu, określonego parametrami

$$t_p = 20^\circ \text{ i } \varphi_p = 65\%$$

entalpia punktu komory wynosi $i_{KI} = 9,19 \text{ kcal/kg}$, zaś dla

$$t_p = 26^\circ \text{ i } \varphi_p = 65\%$$

$i_{KII} = 13,2 \text{ kcal/kg}$, co można odczytać wprost z wykresu $i - x$ (rys. 5 f).

Dopóki entalpia powietrza zewnętrznego nie przekroczy wartości $i_z = i_{KI} = 9,19 \text{ kcal/kg}$, co jak widać z krzywej klimatycznej, naniesionej na wykres $i - x$, odpowiada temperaturze zewnętrznej $t_z = 17,75^\circ\text{C}$, stan powietrza za komorą natryskową wyrażać się będzie stałym punktem KI. Osiąga się to dzięki tzw. „zimowemu” termostатовi komory, sterującemu pierwsze mieszanie i pierwsze podgrzewanie powietrza. Jest to termostat mokry, nastawiony na temperaturę mokrego termometru $t_m = 13,7^\circ$, lub suchy, nastawiony na temperaturę $t_s = 14,2^\circ\text{C}$.

Gdy entalpia powietrza zewnętrznego przekroczy wartość $i_z = 9,19 \text{ kcal/kg}$, czynnika chłodzącego powietrze nie włącza się, a proces w komorze natryskowej prowadzony jest w dalszym ciągu przy pomocy wody obiegowej. Wskutek tego punkt komory zaczyna przesuwać się z położenia K I w kierunku położenia K II po krzywej $\varphi = 95\% = \text{const}$. Dopiero wówczas, gdy entalpia powietrza zewnętrznego osiągnie wartość $i_z = i_{KII} = 13,2 \text{ kcal/kg}$, co odpowiada temp. zewn. $t_z = 26,7^\circ\text{C}$, drugi tzw. „letni” termostat mokry o działaniu odwrotnym, nastawiony na temperaturę mokrego termometru $t_m = 19,3^\circ\text{C}$ zaczyna włączać czynnik chłodzący powietrze, dzięki czemu, mimo dalszego wzrostu entalpii powietrza zewnętrznego, punkt komory poza swoje skrajne położenie K II nie wychodzi.

Po tym wyjaśnieniu określenie przebiegu entalpii punktu komory na wykresie $i - t_z$ nie nastęca żadnych trudności. Będzie on wyrażony łamaną efg, składającą się z trzech części: w zakresie temperatur zewnętrznych od obliczeniowej temp. dla okresu zimowego $t_z = -20^\circ\text{C}$ do $t_z = 17,75^\circ\text{C}$ z odcinka ef prostej, równoległej do osi odciętych, którą można ująć równaniem

$$i_k = 9,19 = \text{constans},$$

w zakresie temperatur zewnętrznych ponad $t_z = 26,7^\circ\text{C}$ z podanego odcinka gh prostej poziomej, którą można wyrazić równaniem

$$i_k = 13,2 = \text{constans}$$

oraz, w zakresie między $t_z = 17,75^\circ$ i $t_z = 26,7^\circ$ z odcinka krzywoliniowego fg, pokrywającego się z krzywą klimatyczną.

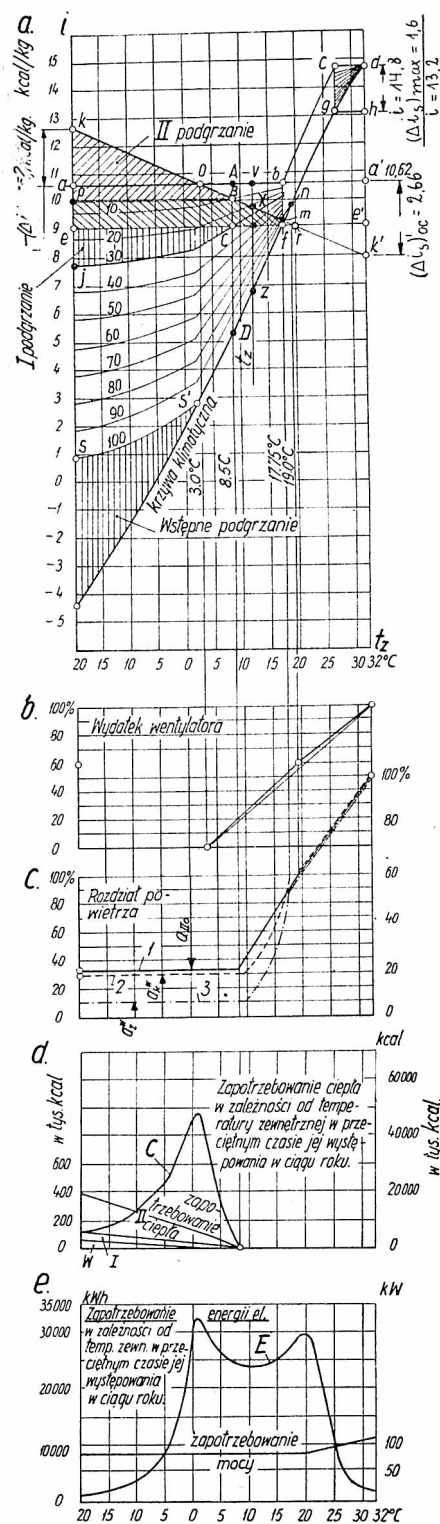
Linia łamana abcd, przedstawiająca entalpię powietrza w strefie roboczej pomieszczenia, składa się również z trzech części. Pierwsza z nich to odcinek ab prostej poziomej

$$i_p = 10,62 = \text{constans}$$

wyrażający niezmiennosć entalpii w zakresie od najniższych temperatur zewnętrznych do temperatury $t_z = 17,75^\circ\text{C}$, gdy punkt komory zajmuje położenie K I, a stan powietrza w pomieszczeniu charakteryzuje punkt PI. Analogicznie odcinek od prostej poziomej

$$i_p = 14,8 = \text{const.}$$

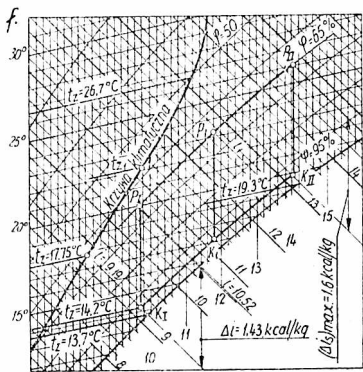
wyraża niezmiennosć entalpii w zakresie temperatur powyżej $t_z = 26,7^\circ\text{C}$, gdy punkt komory ustala się w punkcie K II, a stan powietrza w pomieszczeniu przedstawia punkt P II.



Rys. 5

Pomiędzy $t_z = 17,75^\circ$ a $t_z = 26,7^\circ$ mamy odcinek krzywo-
liniowy bc. W tym zakresie, przy wzroście temp. zewnętrz-
nej, punkt, wyrażający na wykresie i — x stan powietrza
w pomieszczeniu przesuwają się z położenia P I do położenia
P II po krzywej $\varphi = 65\% = \text{const}$. Wymaga to zastosowania
w pomieszczeniu, jako elementu sterującego końcowe procesy
w komorze klimatyzacyjnej, humidostatu.

Poszczególne punkty odcinka bc znajdujemy przy pomocy
wykresu i — x w sposób następujący: z dowolnego punktu „1”
na krzywej klimatycznej, któremu odpowiada temperatura
zewnętrzna t_{z1} prowadzimy prostą równoległą do prostych
 $i = \text{const}$. Z punktu K_1 przecięcia się tej prostej z krzywą
 $\varphi = 95\% = \text{const}$ prowadzimy prostą równoległą do pro-
stych $x = \text{const}$. Przecięcie się ona z krzywą $\varphi = 65\% =$
 $= \text{const}$. w punkcie P_1 . Odczytana z wykresu entalpia i_1
punktu P_1 odpowiadać będzie temperaturze zewnętrznej t_{z1} .



Rys. 5

1	2	3	4
Temp. zewn.	Zapotrzebowa- nie ciepła Q	Przeciętny czas H trwania temp. zewn.	Q . H
°C	kcal/h	h	w tys. kcal.
— 19	398 100	17	6 760
— 17	372 500	19	7 070
— 15	344 100	22	7 580
— 13	314 100	27	8 500
— 11	286 600	40	11 464
— 9	260 500	55	14 700
— 7	229 300	70	16 000
— 5	203 600	105	21 400
— 3	176 800	175	30 900
— 1	149 100	275	41 000
1	117 740	400	47 100
3	84 400	370	31 200
5	50 200	325	16 300
7	26 080	300	7 824

Globalne roczne zapotrzeb. ciepła w kcal.	267 798
---	---------

1	2	3	4
Temp. zewn.	Zapotrzebowa- nie mocy N	Przeciętny czas H trwania temp. zewn.	Zużycie en. el. N . H
°C	kW	h	kWh
— 19	81	17	1 380
— 17	81	19	1 540
— 15	81	22	1 780
— 13	81	27	2 180
— 11	81	40	3 240
— 9	81	55	4 460
— 7	81	70	5 670
— 5	81	105	8 500
— 3	81	175	14 200
— 1	81	275	22 300
1	81	400	32 400
3	81	370	30 000
5	81	325	26 300
7	81	300	24 300
9	81	290	23 500
11	81	285	23 100
13	81	290	23 500
15	81	300	24 300
17	81	325	26 300
19	81	355	28 800
21	86	330	28 400
23	91	205	18 600
25	96	110	10 550
27	101	50	5 050
29	106	25	2 650
31	111	19	2 110

Globalne roczne zapotrzeb. mocy w kWh	395 090
---------------------------------------	---------

Następnym elementem wykresu i — t_z jest linia wyrażająca entalpię powietrza nawiewanego do pomieszczenia. Przyjmujemy najpierw warunki, dla których da się ona łatwo wyznaczyć. Zakładamy więc, że w ciągu całego roku parametry powietrza w pomieszczeniu są niezmiennie: $t_p = 20^\circ\text{C}$, $\varphi_p = 65\%$ oraz $i_p = 10,62$ kcal/kg. Wtedy również punkt komory będzie stały, a entalpia jego $i_{KI} = 9,19$ kcal/kg. Na wykresie i — t_z entalpia pomieszczenia wyrażona będzie wówczas przez prostą aa', a entalpia komory przez prostą ee'.

Jeżeli dalej przyjmujemy, że przez cały rok utrzymana będzie stała wymiana powietrza, że ruch ciała przez przegrody odbywać się będzie tylko przez dach i przez jedyną ścianę zewnętrzną a insolacją od swojej pełnej wartości przy $t_z = 32^\circ$ liniowo zanikać będzie, by przy obliczeniowej temperaturze dla okresu zimnego $t_z = -20$ spaść do wartości 0, to równanie linii, wyrażającej entalpię, może być wyprowadzone z warunku asymilacji zbędnego ciepła przez powietrze wentylujące. Mamy więc

$$(i_2 - i_1) \cdot L = Q + \frac{Q_i \cdot (t_z - t_{oz})}{t_{oc} - t_{oz}} - q \cdot (t_p - t_z)$$

skąd

$$i_1 = i_2 + \frac{q \cdot t_p - Q}{L} + \frac{Q_i \cdot t_{oz}}{L(t_{oc} - t_{oz})} - t_z \left[\frac{Q_i}{L(t_{oc} - t_{oz})} + \frac{q}{L} \right]$$

gdzie:

i_1 — entalpia powietrza nawiewanego (zmienna) w kcal/kg,
 i_2 — entalpia powietrza wywiewanego (stała). Przy wywiewie dolnym $i_2 = i_p$.

L — wymiana powietrza w kg/h,

q — straty ciepła przez przegrody zewnętrzne przy różnicy temperatur 1° w kcal/h $^\circ\text{C}$,

$\pm Q$ — stałe, niezależne od temp. zewnętrznej zyski lub straty ciepła z pominięciem zysku ciepła z insolacji w kcal/h,
 Q_i — maksymalna wartość insolacji uwzględniona w letnim bilansie cieplnym w kcal/h,

t_p — temperatura pomieszczenia w $^\circ\text{C}$,

t_{oc} — temperatura obliczeniowa dla okresu ciepłego w $^\circ\text{C}$,

t_{oz} — temperatura obliczeniowa dla okresu zimnego w $^\circ\text{C}$,

t_z — temperatura zewnętrzna (zmienna) w $^\circ\text{C}$.

Ostatnie równanie można przedstawić w postaci

$$i_1 = A - B \cdot t_z$$

$$\text{gdzie } A = i_2 + \frac{q \cdot t_p - Q}{L} + \frac{Q_i \cdot t_{oz}}{L(t_{oc} - t_{oz})} = \text{constans}$$

$$B = \frac{Q_i}{L(t_{oc} - t_{oz})} + \frac{q}{L} = \text{constans}$$

Jest to równanie prostej, nachylonej pod kątem do osi odczytanych, więc dla jej wykreślenia wystarczy wyznaczyć dwa punkty, przez które ona przechodzi. Niech będą to punkty k i k' odpowiadające temperaturze obliczeniowej dla okresu zimnego i temperaturze obliczeniowej dla okresu ciepłego. Zwróćmy uwagę, że odcinek ak odpowiada ubytkowi entalpii powietrza wentylującego $(\Delta i_s)_{oz}$ — podczas procesu w pomieszczeniu przy temperaturze zewnętrznej równej temperaturze obliczeniowej dla okresu zimnego $t_{oz} = -20^\circ\text{C}$, podobnie jak odcinek a'k' odpowiada przyrostowi entalpii powietrza wentylującego $(\Delta i_s)_{oc}$ podczas procesu w pomieszczeniu przy temperaturze $t_{oc} = +32^\circ\text{C}$.

Dla wyznaczenia przeto położenia punktu k i k' należy obliczyć wielkość $(\Delta i_s)_{oz}$ i $(\Delta i_s)_{oc}$. W tym celu należy wykonać letni i zimowy bilans cieplny pomieszczenia klimatyzowanego.

Bilans cieplny przy temp. obliczeniowej $t_{oc} = 32^\circ\text{C}$ przedstawia się następująco:

1. Ciepło z maszyn i silników	107.000 kcal/h
2. Ciepło z zewnątrz z uwzględnieniem insolacji	144.800 kcal/h
3. Ciepło wydzielane przez ludzi	10.000 kcal/h
4. Ciepło pochodzące z pracy wentylatora nawiewnego	45.000 kcal/h

maksym. obciążenie cieplne $(Q_{zb})_{oc}$ 306.800 kcal/h

Dla obliczeniowych warunków zimowych ($t_z = -20^\circ\text{C}$) będzie:

1. Ciepło z maszyn i silników	107.000 kcal/h
2. Ciepło wydzielane przez ludzi	10.000 kcal/h
3. Ciepło pochodzące z pracy wentylatorów	45.000 kcal/h
Zyski ciepła Q_p	162.000 kcal/h
1. Straty ciepła przez dach	900 kcal/h
2. Straty ciepła przez ścianę zach.	21.500 kcal/h
Straty ciepła Q_r	22.400 kcal/h

Ciepło zbędne $(Q_{zb})_{oz} = Q_p - Q_r = 162.000 - 22.400 = 139.600$ kcal/h.

Znak "—" wskazuje, że mamy do czynienia z niedoborem ciepła, który musi pokryć ciepło od powietrza wentylującego.

Ilość ciepła przenikającą do pomieszczenia wskutek pracy wentylatorów obliczono, przyjmując całkowity spręż wentylatora nawiewnego przy maksymalnym wydatku $h_{cn} = 85$ kg/m 2 , wentylatora wywiewnego $h_{cw} = 55$ kg/m 2 , sprawność wentylatorów $\eta_w = 0,6$, sprężność przekładni pasowej $\eta_p = 0,94$ i globalny współczynnik asymilacji ciepła przez powietrze $\varphi_c = 0,8$ dla lata i $\varphi_z = 0,55$ dla zimy. Zmniejszenie wartości tego współczynnika w zimie jest uzasadnione koniecznością uwzględnienia strat ciepła, jakie zachodzą w maszynowni i częściowo w przewodach. W zimowym bilansie cieplnym uderza mniejszy zysk ciepła spowodowany pracą wentylatorów, chociaż zysk ten pochodzi w lecie tylko od wentylatora nawiewnego, w zimie zaś od nawiewnego i wywiewnego łącznie. Przyczyną tego jest zmniejszony wydatek wentylatorów w okresie przejściowym i zimą oraz przyjęcie różnych wartości globalnego współczynnika asymilacji ciepła.

Maksymalną wymianę powietrza określimy z warunków obliczeniowych dla okresu ciepłego. Będzie więc

$$L_{max} = \frac{(Q_{zb})_{oc}}{(\Delta i_s)_{max}} = \frac{306800}{1,6} = 192000 \text{ kg/h, czyli } 160000 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie $(\Delta i_s)_{max} = 1,6$ kcal/kg jest to maksymalna zdolność asymilacyjna powietrza odczytana z wykresu i — x (rys. 5 f). W okresie zimnym i przejściowym wymianę powietrza redukujemy do

$$L_{min} = 0,6 \cdot L_{max} = 0,6 \cdot 160.000 = 96000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Stworzy to przy pojemności pomieszczenia $V = 72.54.6 = 23400 \text{ m}^3$

4-krotną wymianę powietrza. Przyjmując dalej, że ilość powietrza zewnętrznego w wentylującym nie obniży się poniżej 10%, otrzymamy w stosunku do powietrza zewnętrznego 0,4-krotną wymianę, co w zupełności wystarczy, gdyby pominąć nawet naturalną wymianę powietrza odbywającą się przez infiltrację.

Przy stałej wymianie w ciągu całego roku, wynoszącej $L_{min} = 96000 \text{ m}^3/\text{h}$, otrzymamy

$$(\Delta i_s)_{oz} = \frac{(Q_{zb})_{oz}}{L_{min}} = - \frac{241500}{96000 \cdot 1,2} = -2,1 \text{ kcal/kg}$$

$$(\Delta i_s)'_{oc} = \frac{(Q_{zb})_{oc}}{L_{min}} = \frac{306800}{96000 \cdot 1,2} = 2,66 \text{ kcal/kg}$$

Odmierzając na wykresie i — t_z od punktu „a” w górę odcinek odpowiadający 2,1 kcal/kg, otrzymamy na końcu jego punkt „k”. Podobnie, odkładając od punktu „a” w dół odcinek odpowiadający 2,66 kcal/kg, znajdziemy położenie punktu „k”.

Prosta kk' przecina w punkcie „r” przy temperaturze zewnętrznej $t_z = 19^\circ\text{C}$ prostą ee'. W zakresie temperatur zewnętrznych powyżej $t_z = 19^\circ\text{C}$ entalpia powietrza nawiewanego staje się mniejsza od entalpii punktu komory. Zdolność asymilacyjna powietrza wentylującego musiałaby być w tym zakresie większa od $\Delta i_s = 10,62 - 9,19 = 1,43$ kcal/kg co, jak widać z wykresu i — x, nie może być zrealizowane. Problem zostaje rozwiązany przez zwiększanie przy przekroczeniu temp. zewnętrznej $t_z = 19^\circ\text{C}$ wymiany powietrza z L_{min} aż do L_{max} . W tym zakresie temperatur zewnętrznych nawiewamy stale powietrze o stanie punktu komory, a zdolność asymilacyjna powietrza pozostaje stale równa 1,43 kcal/kg. W rezultacie, linią wyrażającą zmienność powietrza nawiewanego w funkcji temperatury zewnętrznej będzie łamana kre'.

(c. d. n.)

Mł inż. STEFAN SMOLNY
Kierownik Katedry Ogrzewania i Wietrzenia —
Szkoły Inżynierskiej w Szczecinie.
ALEKSANDER MALLER
Asystent Katedry Ogrzewania i Wietrzenia.

Teoria przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych do urządzeń ogrzewania parowego niskoprężnego do 0,5 atm

Polska norma PN/B-02412 „Zabezpieczenie urządzeń ogrzewania parowego niskoprężnego” rozróżnia trzy typy hydraulicznych przyrządów bezpieczeństwa, zabezpieczających kotły ogrzewania parowego niskoprężnego: dwa jednoramiennne i jeden wieloramienny. Dopóki wysokość w świetle pomieszczenia kotłowni na to pozwala, stosować możemy przyrządy bezpieczeństwa jednoramiennne. W razie zaś niemożności zastosowania przyrządów jednoramiennych, co zdarza się często przy ciśnieniu roboczym p_r w kotle bliskim 0,5 atm, norma dopuszcza użycie przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych. Poza tym norma podaje, że suma wysokości poszczególnych ramion przyrządu bezpieczeństwa wieloramiennego nie powinna przekroczyć wysokości dopuszczalnej H , obliczonej ze wzoru:

$$H = H_r + 0,1 H_r \quad (1)$$

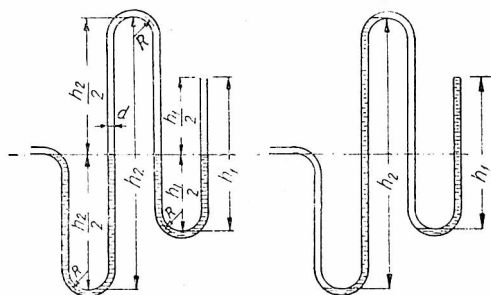
gdzie H_r odpowiada wysokości ciśnienia roboczego p_r pary w kotle, wyrażonej w mm słupa wody, a dodatek 0,1 H_r na wahania ciśnienia w żadnym wypadku nie może być mniejszy od 200 mm.

Do sprawnego działania urządzenia jest to co prawda warunk konieczny, ale bynajmniej nie wystarczający, gdyż brak nam jeszcze wiadomości, w jakim stosunku do siebie pozostawać mają wysokości poszczególnych ramion i ich wzajemne usytuowanie wysokościowe. Brak w technicznej literaturze krajowej i zagranicznej sposobów obliczania przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych, popartych rozważaniami naukowym i badaniami, prowadzi do wielu błędów i marnotrawstwa materiałów i robocizny. Znalazło to swój wyraz w normie PN/B-02412 tylko dopuszczającej użycie tych przyrządów. Jedynie nieliczni projektanci potrafili należycie obliczyć i zaprojektować wieloramienny przyrząd bezpieczeństwa, jednak ich nakład pracy jest niewspółmiernie duży.

Aby położyć kres wszelkim wątpliwościom i błędom popełnianym przez projektantów, podajemy wyniki naszych dotychczasowych prac i obliczeń, dotyczących przyrządów wieloramiennych, mimo że dalsze badania laboratoryjne są jeszcze w toku. Wyniki te są już wystarczające do prawidłowego projektowania. Sądzimy, że w ten sposób zdołamy usunąć poważną lukę w naszej literaturze technicznej i zapobiegniemy projektowaniu przyrządów wieloramiennych „na wycucie”.

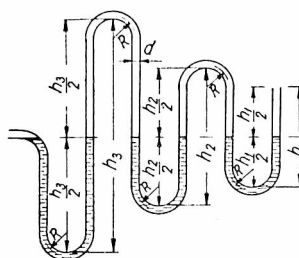
1. Wstęp

Przyrząd bezpieczeństwa stanowi urządzenie hydrauliczne samoczynnie ograniczające ciśnienie pary powyżej pewnego ciśnienia dopuszczalnego, potrzebnego do sprawnego działania urządzenia ogrzewania parowego niskoprężnego. Mając powyższą definicję na uwadze rozpatrzmy dwa typy przyrządów bezpieczeństwa: dwuramienny i trójramienny w ich dwóch stanach granicznych. W pierwszym stanie granicznym odpowiadającym ciśnieniu w kotle równym ciśnieniu atmosferycznemu, woda wypełnia ramiona przyrządu do poziomu wierzchu lejka do napełniania a wszystkie zawory są szczelnie zamknięte (rys. 1 i 3). W drugim stanie granicznym

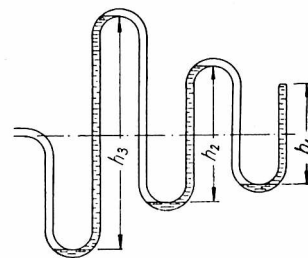


Rys. 1

Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

nym odpowiadającym ciśnieniu pary w kotle równym ciśnieniu dopuszczalnemu H wg wzoru (1), woda zostaje wyparta przez ciśnienie pary (przekazujące się częściowo za pośrednictwem powietrza zamkniętego w ramionach przyrządu) z ramion zstępujących do wstępujących (rys. 2 i 4). Stan drugi bezpośrednio poprzedza naruszenie równowagi w przyrządzie, wyrzucenie wody z wszystkich ramion do zbiornika wyrzutowego i otwarcie bezpośredniego połączenia kotła z atmosferą, co prowadzi do odciążenia kotła.

Wypada tu zaznaczyć, że dla przyjętego na rysunkach 1 i 3 usytuowania wysokościowego poszczególnych ramion przyrządów w stosunku do początkowego zwierciadła wody, dla wielkości promienia krzywizny rurociągu R i dla dopuszczalnego ciśnienia pary w kotle, istnieje tylko jedno rozwiązanie wymiarów przyrządów, które zapewni ułożenie się wody w drugim stanie granicznym w sposób pokazany na rysunkach 2 i 4.

Dla przejrzystości rozważań teoretycznych tymczasem pominiemy całkowicie armaturę przyrządów. Poza tym chwilowo przyjmujemy, że przyrządy pracują w warunkach idealnych, tzn. nie są narażone na wpływy zewnętrzne, o których będzie mowa w dalszej części niniejszego artykułu.

2. Przyrząd bezpieczeństwa dwuramienny

Rozpatrujemy powietrze zamknięte w ramionach przyrządu przy obu stanach granicznych. Przy pierwszym stanie granicznym ciśnienie powietrza równe jest atmosferycznemu:

$$P_1 = P_a \quad (2)$$

a objętość wynosi (rys. 1)

$$v_1 = \frac{\pi d^2}{4} \left[2 \left(\frac{h_2}{2} + \frac{d}{2} - R \right) + \pi R \right] = \frac{\pi d^2}{4} \left[h_2 + \left(d + \pi R - 2R \right) \right] \quad (3)$$

Przy drugim stanie granicznym to samo powietrze znajduje się pod ciśnieniem atmosferycznym, zwiększonym o ciśnienie słupa wody w pierwszym ramieniu (licząc od wylotu do atmosfery) o wysokości h_1 i ciężarze właściwym γ_w (rys. 2):

$$P_2 = P_a + h_1 \gamma_w \quad (4)$$

Na skutek zgęszczenia od zwiększonego ciśnienia P_2 powietrze zajmie objętość mniejszą (rys. 2):

$$v_2 = \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} + 2 \frac{d}{2} - 2R + \pi R \right] = \frac{\pi d^2}{4} \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + (d + \pi R - 2R) \right] \quad (5)$$

Jeżeli zastosujemy dla rozpatrywanego powietrza prawo Boyle-Mariotte'a ($P_1 V_1 = P_2 V_2$), a do wyrażenia $(d + \pi R - 2R)$ wstawimy wartość liczby π , otrzymamy równanie:

$$P_a = [h_2 + (d + 1,14R)] = (P_a + h_1 Y_w) \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + (d + 1,14R) \right] \quad (6)$$

Drugie równanie znajdziemy z warunku, że suma ciśnień poszczególnych słupów powinna się równać ciśnieniu pary w kotle, zwiększonemu o dodatek wg równania (1) wyrażonemu w mm słupa wody:

$$H = (h_1 + h_2) Y_w \quad (7)$$

gdzie H przyjmujemy z równania (1).

Nie popełnimy dużego błędu, przyjmując ciężar właściwy wody $Y_w = 1$. Ostatecznie otrzymamy układ dwóch równań z dwiema niewiadomymi h_1 i h_2 :

$$[h_2 + (d + 1,14R)] P_a = \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + (d + 1,14R) \right] P_a + h_1 \quad (8)$$

$$h_1 + h_2 = H \quad (9)$$

Po rozwiązaniu układu otrzymamy:

$$h_1 = \frac{P_a + H}{2P_a + H + 2(d + 1,14R)} \quad (10)$$

$$h_2 = \frac{h_1 [P_a + h_1 + 2(d + 1,14R)]}{P_a + h_1} \quad (11)$$

Po obliczeniu wartości h_1 i h_2 ze wzorów (10) i (11) można sprawdzić wyniki przez wstawienie ich do wzoru (9).

3. Przyrząd bezpieczeństwa trójramienny

Rysunek 3 odnosi się do pierwszego stanu granicznego, rysunek 4 do drugiego stanu granicznego. Podobnie jak dla przyrządu dwuramiennego obliczamy ciśnienie i objętości powietrza zamkniętego w ramionach przyrządu przy obu stanach granicznych. Dla powietrza zamkniętego w pierwszej przestrzeni (licząc od wylotu do atmosfery) przy pierwszym stanie granicznym otrzymamy (rys. 3):

$$\left. \begin{aligned} P_3 &= P_a \\ v_1 &= \frac{\pi d^2}{4} \left[2 \left(\frac{h_2}{2} + \frac{d}{2} - R \right) + \pi R \right] \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

zaś przy drugim stanie granicznym (rys. 4) dla tego samego powietrza (rys. 4)

$$\left. \begin{aligned} P_2 &= P_a + h_1 Y_w \\ v_2 &= \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} + 2 \frac{d}{2} - 2R + \pi R \right) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Dla powietrza w drugiej przestrzeni będzie odpowiednio:

$$\left. \begin{aligned} P_3 &= P_a \\ v_3 &= \frac{\pi d^2}{4} \left[2 \left(\frac{h_3}{2} + \frac{d}{2} - R \right) + \pi R \right] \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

oraz

$$\left. \begin{aligned} P_4 &= P_a + (h_1 + h_2) Y_w \\ v_4 &= \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{h_2}{2} + \frac{h_3}{2} + 2 \frac{d}{2} - 2R + \pi R \right) \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Stosujemy prawo Boyle-Mariotte'a kolejno dla powietrza w obu przestrzeniach ($P_1 V_1 = P_2 V_2$ i $P_3 V_3 = P_4 V_4$), przyjmujemy $Y_w = 1$, znajdujemy trzecie równanie z warunku, że suma ciśnień poszczególnych słupów wody w drugim stanie granicznym równa się dopuszczalnemu ciśnieniu pary w kotle H (wg równania (1) i otrzymujemy ostatecznie układ trzech równań z trzema niewiadomymi h_1 , h_2 i h_3 :

$$[h_2 + (d + 1,14R)] P_a = \left[\frac{h_1 + h_2}{2} + (d + 1,14R) \right] (h_1 + P_a) \quad (16)$$

$$[h_3 + (d + 1,14R)] P_a = \left[\frac{h_2 + h_3}{2} + (d + 1,14R) \right] (h_1 + h_2 + P_a) \quad (17)$$

$$h_1 + h_2 + h_3 = H \quad (18)$$

Z powyższego układu otrzymamy równanie kwadratowe z jedną niewiadomą h_1 :

$$[2P_a + 4(d + 1,14R)] \left(\frac{h_1}{2} \right)^2 - [3P_a^2 + 3P_a H + 8P_a(d + 1,14R) + 4(d + 1,14R)^2] \frac{h_1}{2} + 0,5P_a^2 H = 0 \quad (19)$$

Jeżeli oznaczymy:

$$\left. \begin{aligned} [2P_a + 4(d + 1,14R)] &= a \\ -[3P_a^2 + 3P_a H + 8P_a(d + 1,14R) + 4(d + 1,14R)^2] &= b \\ 0,5P_a^2 H &= c \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

to wielkość h_1 znajdziemy ze wzoru:

$$h_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{a} \quad (21)$$

pozostałe zaś wielkości ze wzorów:

$$h_2 = \frac{h_1 [h_1 + P_a + 2(d + 1,14R)]}{P_a - h_1} \quad (22)$$

$$h_3 = \frac{H [P_a + H + 2(d + 1,14R)] - h_1 (P_a + H)}{2P_a + H + 2(d + 1,14R) - h_1} \quad (23)$$

Sprawdzić obliczenia można podstawiając wartości h_1 , h_2 i h_3 do wzoru (18).

Przy posługiwaniu się wzorami (10) i (11) oraz (20), (21), (22), i (23) należy ciśnienia wyrażać w metrach (lub milimetrach) słupa wody, a długości, średnice i promienie krzywizny rur w metrach (lub milimetrach). Wartości h_1 , h_2 i h_3 otrzymamy wtedy również w metrach (lub milimetrach).

Na zakończenie należy podać, że średnicę rurociągu d dobieramy ze względu na wydajność kotła zgodnie z normą PN/B-02412, a promień krzywizny R rur ze względów konstrukcyjnych. W celu ułożenia tablicy przyrządów bezpieczeństwa wieloramiennych (np dla nowej normy) dla różnych wydajności kotła i ciśnień pary należy ustalić stały promień krzywizny rur, np. w zależności od średnicy wewnętrznej rury. Wydaje się, że promień krzywizny równy trzykrotnej średnicy wewnętrznej rury będzie odpowiedni. W tym wypadku wzory uproszczą się przez podstawienie $R = 3d$:

$$(d + 1,14R) = d + 1,14 \times 3d = 4,42d \quad (24)$$

4. Przykłady obliczeń

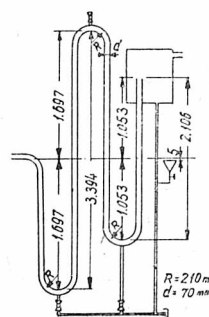
Obliczyć należy przyrządy bezpieczeństwa wieloramienne dla ciśnienia roboczego pary w kotle 0,5 atn i wydajności kotła 350.000 kcal/h. Ciśnienie atmosferyczne $P_a = 10$ m słupa wody. Wg normy PN/B-02412 średnica wewnętrzna rurociągu $\phi 70$ mm. Promień krzywizny przyjęto równy trzykrotnej średnicy $R = 3 \times 70 = 210$ mm. Z równania (24) otrzymamy $(d + 1,14R) = 70 + 1,14 \times 210 = 309,4 \approx 309$ m. Ciśnienie dopuszczalne w kotle wg równania (1)

$$H = 5,0 + 0,1 \times 5,0 = 5,5 \text{ m sł. wody.}$$

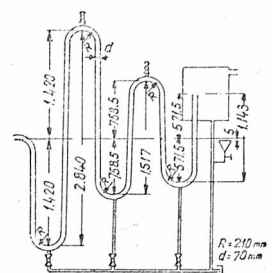
a) Przykład dwuramienny

Ze wzoru (10) znajdujemy h_1 :

$$h_1 = \frac{10 \times 5,5}{2 \times 10 + 5,5 + 2 \times 309} = \frac{55}{26,118} = 2,106 \text{ m}$$



Rys. 5



Rys. 6

zob. (11) znajdujemy h_2 :

$$h_2 = \frac{2,1}{10 - 2,106} \frac{10 + 2,106 + 2 \times 0,309}{7,894} = \frac{2,106 \times 12,723}{7,894} = 3,394 \text{ m}$$

Sprawdza się wg. wzoru (9):

$$2,106 + 3,394 = 5,5 \text{ m.}$$

b) Przyrząd trójramienny

Obliczamy wartości a , b i c ze wzorów (20):

$$a = 2 \times 10 + 4 \times 0,309 = 21,236$$

$$b = -(3 \times 10^2 + 3 \times 10 \times 5,5 + 8 \times 10 \times 0,309 + 2 \times 5,5 \times 0,309 + 4 \times 0,309^2) = -493,501$$

$$c = 0,5 \times 10^2 \times 5,5 = 275$$

Podstawiając powyższe wartości do wzoru (21) otrzymamy:

$$h_1 = \frac{493,501 - \sqrt{493,501^2 - 4 \times 21,236 \times 275}}{21,236} = \frac{24,274}{21,236} = 1,143 \text{ m}$$

Pozostałe zaś wielkości ze wzorów (22) i (23):

$$h_2 = \frac{1,143(1,143 + 10 + 2 \times 0,309)}{10 - 1,143} = \frac{1,143 \times 11,761}{8,857} = 1,517 \text{ m}$$

$$h_3 = \frac{5,5(10 + 5,5 + 2 \times 0,309) - 1,143(10 + 5,5)}{2 \times 10 + 5,5 + 2 \times 0,309 - 1,143} = \frac{70,933}{24,945} = 2,840 \text{ m}$$

Sprawdzenie wg wzoru (18)

$$1,143 + 1,517 + 2,840 = 5,5 \text{ m}$$

Obliczone przyrządy bezpieczeństwa pokazane są na rysunkach 5 i 6.

4. Wpływy czynników zewnętrznych

Rozpatrywać można następujące wpływy czynników zewnętrznych na pracę wieloramiennych przyrządów bezpieczeństwa:

I. Wpływ zmiany temperatury:

- Rozszerzalność cieplna materiału przyrządów,
- Rozszerzalność cieplna wody,
- Rozszerzalność cieplna powietrza,
- Zmiana ciężaru objętościowego wody,
- Zmiana ciężaru objętościowego powietrza.

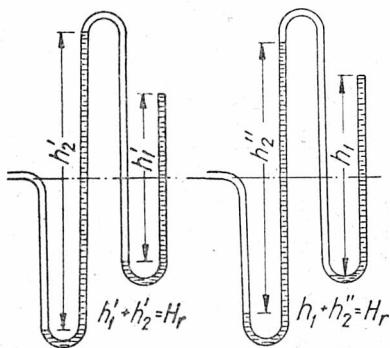
II. Wpływ zmiany ciśnienia (także atmosferycznego):

- Zmiana ciężaru objętościowego wody,
- Zmiana ciężaru objętościowego powietrza,
- Zmiana objętości wody,
- Zmiana objętości powietrza (uwzględnione już w toku obliczeń).

III. Wpływ nieszczelności zaworów.

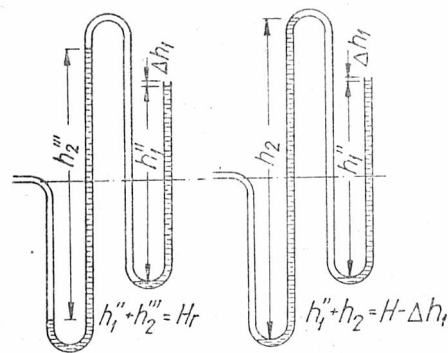
IV. Wpływ kondensacji pary w ostatnim ramieniu przyrządu.

Niesposób omówić szczegółowo w krótkim artykule wszystkie wpływy zewnętrzne na pracę wieloramiennych przyrządów



Rys. 7

Rys. 8



Rys. 9

Rys. 10

dów bezpieczeństwa. Omówimy tu tylko najpoważniejszy, budzący największe zaniepokojenie nawet poważnych fachowców, wpływ zmian temperatury na objętość powietrza zawartego w ramionach przyrządu na skutek rozszerzalności cieplnej. Pozostałe wpływy pominięto z uwagi na ich małe oddziaływanie, mieszczące się w granicach dodatku 0,1 H_T , jako nieznaczna jego część.

Zmiany temperatury wpływające na pracę przyrządów bezpieczeństwa pochodzą od zmian temperatury powietrza w kotłowni, od przewodzenia ciepła przez materiał przyrządów, wodę i powietrze zawarte w przyrządzie i od promieniowania ciepła do przyrządów, od urządzeń kotłowni mających wyższą temperaturę.

Omówimy na początku wpływ wzrostu temperatury. Na zasadzie wzoru Gay-Lussaca objętość powietrza zamkniętego w ramionach przyrządu wzrasta dość znacznie w miarę wzrostu jego temperatury bezwzględnej. Jest rzeczą oczywistą, że wzrost objętości powietrza w ramionach przyrządu znajdującego się w drugim stanie granicznym (tzn. przy ciśnieniu pary w kotle równym H) spowoduje naruszenie równowagi w przyrządzie i odciążenie kotła. Należy jednak przyrząd bezpieczeństwa rozpatrywać w warunkach jego normalnej pracy (tzn. przy ciśnieniu roboczym pary w kotle równym H_T).

Dla przykładu podajemy zachowanie się przyrządu dwuramiennego. Rysunek 7 pokazuje stan przyrządu przy ciśnieniu roboczym pary w kotle. Na skutek zwiększania objętości, powietrze zawarte w ramionach spowoduje podnoszenie się słupa wody w pierwszym ramieniu wznosnym (licząc od atmosfery), co oczywiście pociągnie za sobą dalsze sprężanie powietrza i w konsekwencji obniżanie się słupa wody w drugim ramieniu wznosnym, przy czym suma wysokości obu słupów wody, wywierających ciśnienie, pozostaje bez zmiany (por. rys. 7 i 8). Proces powyższy będzie trwał do chwili, kiedy pierwsze ramię zapełni się całkowicie wodą (rys. 8). Przy dalszym wzroście objętości nadmiar powietrza przedostawać się będzie na zewnątrz przyrządu w postaci bąbków unoszących się w zalanym wodą pierwszym ramieniu, wypierając równocześnie część wody z tego ramienia o objętości odpowiadającej wysokości Δh_1 . Po ustaleniu się temperatury maksymalnej powietrza zawartego w ramionach przyrządu, ustanie dalszy przyrost jego objętości i zniknie zjawisko wydobywania się bąbków powietrza, a w przyrządzie ustali się nowy układ ciśnień (rys. 9).

W wypadku wzrastania ciśnienia pary w kotle, będzie następowało dalsze wypieranie powietrza z przyrządu do chwili, kiedy przyrząd znajdzie się w drugim stanie granicznym. Ten nowy stan równowagi granicznej nastąpi jednak przy innym, mniejszym o wielkość Δh_1 , ciśnieniu (rys. 10).

Podobnie można by rozpatrywać zachowanie się przyrządu bezpieczeństwa trójramiennego; wyniki będą podobne.

Okazuje się, że wzrost objętości powietrza spowodowany wzrostem temperatury nie prowadzi, wbrew obawom fachowców, do przedwczesnego odciążenia kotła przy normalnym ciśnieniu roboczym pary w kotle. Obniżenie jednak temperatury, a więc i zmniejszenie objętości powietrza w przyrządzie, który uprzednio znajdował się pod wpływem wzrastającej temperatury, może w pewnych wypadkach (jeżeli przyrząd pracował czasowo na ciśnieniu pary w kotle wyższym od roboczego) doprowadzić do naruszenia równowagi w przyrządzie i wyrzucenia wody z ramion przyrządu. Można więc wypowiedzieć zdanie, że im mniejsze będą wahania temperatury w kotłowni, tym pewniejsza będzie praca wieloramiennych przyrządów bezpieczeństwa.

Z prasy zagranicznej

Metoda określania własności roztworów arsenowo-sodowych przy oczyszczaniu gazu ze związków siarki.

M. I. Gerber, W. P. Teodorowicz, H. I. Brodskaja i W. W. Ipatiew. — *Żurnal Prikladnoj Chimji*, 26, nr 6 s. 657-660 (1953)

Roztwory arsenowo-sodowe są używane do oczyszczania gazów od siarkowodoru. Stopień oczyszczenia gazu od siarkowodoru zależy od składu roztworu pochłaniającego i jego zdolności regeneracji. Roboczy roztwór przedstawia złożony układ, który jest bardzo trudny do zanalizowania gdyż zawierać może takie sole jak $\text{Na}_3\text{AsS}_3\text{O}$, $\text{Na}_3\text{AsS}_2\text{O}$, Na_2CO_3 , NaHCO_3 , duże stężenie $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ i NaHS i inne — dlatego analiza ilościowa jest trudna, a w laboratoriach fabrycznych po prostu niemożliwa. Roboczy roztwór można scharakteryzować, określając ilość siarkowodoru, którą może on pochłoniąć, ale można to rozwiązać prościej, określając ilość tlenu zużytego do regeneracji roztworu, nasyconego siarkowodorem. Otrzymane dane dają możliwość określenia absolutnej pojemności roztworu roboczego i zdolności jego regeneracji.

W niektórych fabrykach określenie własności roztworu przeprowadza się drogą określenia ilości tlenu pochłoniętego przez badany roztwór. Próbę przeprowadza się w biurecie, wytrząsając ją co pewien czas. Metoda ta jest umowna i nie daje możliwości wyjaśnienia kinetyki pochłaniania tlenu przez roztwór oraz różnych aktywności w stosunku do tlenu.

Podana niżej metoda badania roztworów arseno-sodowych w regeneratorze laboratoryjnym daje możliwość poznania szybkości pochłaniania tlenu przez roztwór w czasie regeneracji, oraz daje ilość pochłoniętego tlenu, a tym samym daje możliwość określenia własności roztworu. Za pomocą proponowanego laboratoryjnego regeneratora można też określić tzw. pojemność roztworu, stopień jego nasycenia w skruberze siarkowodorem i zdolność regeneracji tego roztworu.

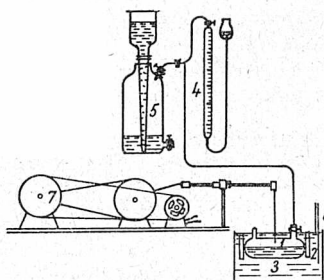
Część doświadczalna

Pojemnością roboczego roztworu nazywa się ogólną ilość siarki (tj. siarki elementarnej i siarki w postaci tiosiarczynu sodu) wydzielającej się przy regeneracji roztworu nasyconego nieoczyszczonym gazem w ciągu 2 — 3 godzin.

Stopień nasycenia roztworu za skruberem określa się stosunkiem ogólnej ilości siarki, wydzielającej się przy regeneracji, do pojemności danego roztworu. Zdolność regeneracji roztworu określa się stosunkiem ogólnej ilości siarki, wydzielającej się w fabrycznym regeneratorze, do ogólnej ilości siarki, wydzielającej się w czasie regeneracji roztworu za skruberem, w regeneratorze laboratoryjnym. Dane otrzymane za pomocą regeneratora laboratoryjnego pozwalają prócz tego porównać względne szybkości regeneracji badanych roztworów.

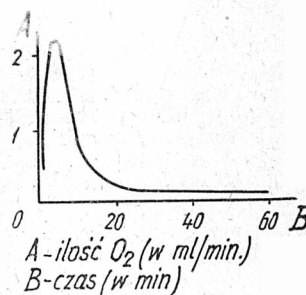
Rys. 1 przedstawia schemat instalacji laboratoryjnego regeneratora. Laboratoryjny regenerator 1 zbudowany jest na wzór aparatów do uwodarniania pod ciśnieniem atmosferycznym. Składa się ze szklanego naczynia pojemności 200 — 250 cm³ z dwoma odprowadzeniami. Regenerator jest umocowany w specjalnym uchwycie 2 i zanurzony jest w termostacie 3. Uchwyt jest połączony z kołem motora w taki sposób, aby naczynie mogło poruszać się w termostacie po linii pionowej, tj. z góry na dół i z dołu do góry. Przy pomocy wąskiej, gumowej rurki regeneratore połączony jest z gazową biureta 4 i z gazomierzem 5. Celem wydalania powietrza aparat przedmuchuje się tlenem z gazomierza (około 2 litrów) w ciągu 10 — 15 minut, a następnie nalewa się badany roztwór ogrzany do temperatury, w której prowadzi się doświadczenie. Odgałęzienie, przez które nalewa się roztwór, zamyka się szybko korkiem, jednocześnie zamyka się kran gazomierza, otwiera kran biurety i odczytuje objętość tlenu w biurecie. Wszystkie te czynności należy wykonywać szybko, gdyż w atmosferze tlenu może nastąpić utlenienie roztworu. Następnie włącza się motor i rozpoczyna się pomiar. Szybkość wytrząsania reguluje się opornikiem i nastawia się na 100 wahań na minutę. Następnie co minutę zapisuje się ilość pochłoniętego tlenu i jednocześnie obserwuje się roztwór, aby uchwycić pierwszy moment wydzielania się siarki, który stanowi ważną charakterystykę roztworu roboczego. Należy pilnować, aby pochłonięcie tlenu następowało pod ciśnieniem atmosferycznym tj., żeby woda w gruszce i biurecie była na jednym poziomie. W momencie, w którym szybkość pochłaniania tlenu zmniejszy się do 0,1 ml/min.

doświadczenie należy przerwać. Roztwór z wydzieloną siarką sący się przez uprzednio zważony lejek Schott Nr 3 lub Nr 4, osad siarki przemywa się kilka razy destylowaną wodą, a lejek z osadem suszy się w suszarce w temp. 80°C do stałej wagi. Od wagi osadu odejmuje się tzw. siarkę „zawieszoną“, która zawsze znajduje się w roboczym roztworze. Ilość „zawieszonej“ siarki określa się w następujący sposób: przy pobieraniu próby do regeneratora laboratoryjnego jednocześnie pobiera się 100 ml roztworu do kolbki miarowej, szybko sący, przemywa wodą, a osad suszy w suszarce do stałej wagi. Po skończonym doświadczeniu wykreśla się krzywą zależności szybkości utleniania do czasu. Na rys. 2



1-regenerator labor. 2-uchwyt. 3-termostat. 4-biureta. 5-gazomierz. 6-termometr. 7-motor z transmisją.

Rys. 1



Rys. 2

podana jest krzywa utleniania roboczego roztworu. Wyniki zestawione są w tablicy.

Tablica 1
Wyniki regeneracji roztworu arsenowo-sodowego

Badany roztwór roboczy	pH średn.		Ilość O ₂ (w ml) potrzebnego na 100 ml roztworu	Początek wydzielania się siarki (w min.)	Czas regeneracji (w min.)	Ilość			Selen + Stios	Selen · 100 Selen + Stios
	do regeneracji	po regeneracji				siarki w postaci element. Selen (w g/l)	siarki w postaci tiosiarczynu w przeliczeniu na S. Stios (w g/l)			
Po skruberze	7,75	8,2	26,6	4	60	0,492	0,134	0,626		79
Po regeneratorze	8,3	8,4	7,0	2	60	0,150	0,026	0,176		85
Roboczy roztwór nasycony do atkowo mokrym gazem	7,3	8,2	51,0	5	60	1,210	0,129	1,332		91

Obliczenie przeprowadza się w następujący sposób: 100 ml roboczego roztworu pochłonięło w procesie regeneracji 26,6 ml tlenu, siarki wydzielilo się 0,0492 g.

$\text{Na}_2\text{H As S}_4 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{H As S}_3\text{O} + \text{S}$,
do wydzielienia 0,0492 g siarki z roztworu potrzeba tlenu:
$$\frac{0,0492 \cdot 11 \cdot 200}{32} = 17,2 \text{ ml}$$

Część tlenu (26,6 ml — 17,2 ml = 9,4 ml) poszła na utlenienie znajdującego się w roztworze kwaśnego siarczku sodu wg reakcji:

$2\text{NaHS} + 2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Ilość siarki przekształconej w tiosiarczan (w g. na 100 ml) wynosi
$$\frac{9,4 \cdot 32}{22 \cdot 400} = 0,0134$$

Uzysk siarki elementarnej w % w stosunku do ogólnej ilości siarki (tj. ilości siarki wydzielonej w postaci siarki element. i tiosiarczynu) wynosi

$$\frac{\text{Selem} \cdot 100}{\text{Selem} + \text{SiOS}} = \frac{0,0492 \cdot 100}{0,0626} = 79\%$$

Wyniki z tablicy pozwalają określić pojemność roboczego roztworu, stopień jego nasycenia H_2S w skruberze i zdolność regeneracji.

Pojemność danego roztworu równa 1,33 g siarki w litrze (tabl. 8) oznacza, że 1 litr roboczego roztworu przy długotrwałym nasyceniu go oczyszczonym gazem może maksymalnie pociągnąć siarkowodoru w przeliczeniu na siarkę w ilości 1,33 g. Stopień nasycenia roztworu za skruberem określa się stosunkiem:

$$\frac{0,626}{1,33} = 0,47$$

Im wartość ta jest bliższa jedności, tym lepiej pracuje regeneracja.

Należy dodać, że próbę do doświadczenia należy pobierać przed dodawaniem sody do roztworu roboczego, poza tym doświadczenie należy przeprowadzić natychmiast po pobraniu, ażeby roztwór nie stykał się z powietrzem, gdyż zmienia się bez widocznego zmętnienia.

Kształt krzywej regeneracji charakteryzuje własności roztworu. Dobry roztwór roboczy regeneruje się w ciągu 10 — 15 minut przy 100 wstrząsach na minutę, a na krzywej otrzymujemy wyraźne maksimum. Roztwory o nieprawidłowym składzie dają krzywe regeneracji rozciągnięte, tym samym czas utleniania jest dłuższy.

Opisana metoda daje dobre wyniki przy ocenie roztworów używanych do oczyszczania gazów, zawierających niewielkie ilości CO_2 .

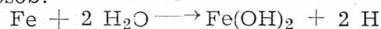
mgr inż. J. Kostanecka

Aerobowa i anaerobowa korozja żelaza w rurociągach

C.A.H. Von Wolzogen i L. S. Van der Vlugt *Aerobic and Anaerobic Iron Corrosion in Water Mains*. J. A. W.W.A. 45 33 1953 r.

1) Mechaniczne naprężenia, powstałe w różnych częściach żelaza w czasie produkcji rur, powodują powstanie różnicy potencjałów, a zatem mikroogniw na powierzchni żelaza. Dlatego zarówno niczym nie pokryta jak słabo zabezpieczona powierzchnia żelaza jest predestynowana do ulegania działaniu korozji w przestrzeniach anodowych.

2) Pierwotna reakcja w trakcie korozji przebiega w następujący sposób:



Reakcja przebiega w kierunku na prawo, gdy wodorotlenek żelazawy i wodór są usuwane. Proces ten zachodzi w czasie aerobowej korozji, dzięki obecności rozpuszczonego w wodzie tlenu, utleniającego wodór do wody, a związki żelazawe do wodorotlenku żelazowego.

3) Reakcja chemiczna jest wkrótce zastąpiona przez biologiczną — utlenienie wywołane jest przez dwie, różne pod względem fizjologicznym, grupy bakterii: bakterie utleniające wodór na powierzchniach katodowych i bakterie żelaziste utleniające związki żelazawe do wodorotlenku żelazowego w przestrzeni anodowej.

4) Zlokalizowane produkty korozji, występujące w postaci rdzy, powiązane przez bakterie żelaziste i umocnione przez inkrustacje węglanu wapnia (CaCO_3), dwutlenku manganu (MnO_2) i przez inne związki, tworzą twarde gruzelki. Gruzelki są widocznym przejawem działania anodowego na powierzchnię żelaza. Rozpuszczalne związki żelazawe dyfundują z wewnątrz gruzelków na zewnątrz, gdzie utleniane są przez bakterie żelaziste. nierozpuszczalny wodorotlenek żelazowy wytrąca się, co wywołuje wzrost gruzelków.

5) Stopniowo coraz większa przestrzeń żelaza pokryta jest przez rdzę, która zgodnie z regułą Ewansa wywołuje zwiększenie się przestrzeni anodowej. Gruzelki mogą wzrastać indywidualnie lub grupowo.

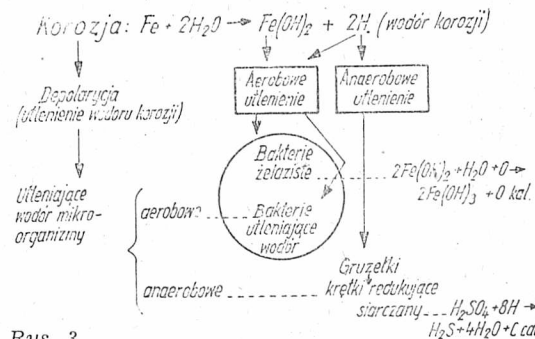
6) Jeśli zużycie tlenu przez bakterie żelaziste jest duże, to wewnątrz gruzelków może stać się anaerobowe. Zgodnie z regułą Pasteura anaerobowe warunki są konieczne dla rozwoju anaerobowych krętek redukujących siarczany. Aerobowa korozja, zapoczątkowana przez bakterie utleniające wodór i bakterie żelaziste, zmienia się wewnątrz gruzelków w anaerobową, wywołaną przez redukujące siarczany krętki.

7) Końcowy wynik procesu korozji niezależny jest od tego, czy jest on wywołany przez bakterie aerobowe utleniające wodór, czy przez anaerobowe, redukujące siarczany.

8) Badanie zasad wewnętrznej korozji rurociągów prowadzi do wniosków, że z punktu widzenia ekonomicznego konieczne jest usuwanie różnic potencjałów, spowodowa-

nych przez naprężenia istniejące w metalu, powstałe w czasie produkcji przewodów. Osiągnąć to można przez zastosowanie właściwych ochronnych materiałów wewnątrz rur.

9) Proces korozji przedstawiony jest na schemacie.



Rys. 3

J. K.

LIST DO REDAKCJI

W związku z artykułem mgr Z. Chodorowskiego, zamieszczonym w październikowym numerze naszego czasopisma z 1953 r., dotyczącym spalania śmieci, otrzymaliśmy list od inż. Stanisława Andrzejewskiego z Zabrze, który poniżej zamieszczamy.

„Spalarnie śmieci istnieją w wielu miastach za granicą. Głównym ich celem są względy sanitarne. Uboczna produkcja ciepła w postaci pary czy wody gorącej oraz klinkieru ma za zadanie jedynie zmniejszenie kosztów spalania, które jest z reguły deficytowe. Ze względów higienicznych, śmieci od wysypu z samochodów do paleniska są transportowane mechanicznie. Dla uniknięcia nieprzyjemnej woni spalin temperatura spalania nie powinna być niższa niż 800°C , czego nie podobna osiągnąć tylko za pomocą śmieci. Toteż w zakładach takich stosuje się z reguły paliwo dodatkowe, którym jest w Pradze pył węglowy, a w Frederiksberg w Danii — ropa.

Warunki te nie są na ogół dotrzymywane przy spalaniu śmieci w kotłach centralnego ogrzewania. Przy zarzucaniu śmieci do paleniska następuje znaczny spadek temperatury, co nie tylko odbija się na ogrzewaniu, ale także zmniejsza sprawność paleniska. Stwierdzone silne zanieczyszczenie rusztu powoduje dalsze obniżenie sprawności spalania. Silne wydzielanie dymu wpływa nie tylko na zwiększone koszty czyszczenia przewodów dymowych, ale zmniejsza przede wszystkim sprawność kotła. Należy zatem przypuszczać, że spalanie śmieci zmniejsza co najmniej o kilka procent sprawność kotła, zwiększając o tyleż zużycie paliwa.

Wskutek obniżania temperatury paleniska spalanie nie jest bezwonne i przykra woń spalin zatrzuwa atmosferę miasta. Sprawę pogarsza obfite wydzielanie się dymu. Do kompletu tych wad należy dodać niehigieniczny transport, składowanie w kotłowni i ręczne zarzucanie śmieci do paleniska.

Wszystkie te ujemne strony mają być okupione rzekomymi oszczędnościami na opale, ze względu na pewną wartość opałową, jaką mają śmieci. Jednakże kaloryczność śmieci jest bardzo niska. Duńczycy oceniają ją na podstawie analiz na $900-1200 \text{ kcal/kg}$, podkreślają przy tym, że spada ona w okresie braku opału, gdyż gospodynie spalają w swych piecach wtedy wszystko, co się tylko da spalić. Przyjęta zatem przez mgr Chodorowskiego wartość $500-800 \text{ kcal/kg}$ wydaje się słuszna. Jeżeli wziąć pod uwagę, że według wskazówek U. D. T. należy śmieci spalać jako $5-8\%$ przymieszki do węgla, to przymieszka taka pozwoliłaby teoretycznie zaoszczędzić $1,5\%$ opału. Oszczędności takiej nie podobna stwierdzić normalnie stosowanymi przyrządami pomiarowymi, ponieważ ich odchylenia w dokładności pomiarów są na ogół wyższego rzędu.

Jeżeli jednak uwzględnić, że wskutek obniżenia temperatury w palenisku, wydzielania dymu i zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnej kotła jego sprawność spada i ogólne zużycie paliwa zwiększa się o kilka procent, to łatwo stwierdzić, że straty te są wyższe niż ilość ciepła, jaką dają śmieci.

Należy zatem wyrazić przypuszczenie, że spalanie śmieci w nieprzystosowanych do tego specjalnie paleniskach jest nie tylko niewłaściwe z punktu widzenia higieny, ale także stanowi marnotrawstwo paliwa.

Dla higienicznego usuwania śmieci przy równoczesnym wykorzystaniu zawartego w nich ciepła należałoby budować specjalne spalarnie śmieci”. inż. Stanisław Andrzejewski

PRZEGLĄD TECHNICZNY Nr 12/53

„Przegląd Techniczny“ — organ główny Naczelnej Organizacji Technicznej. Nr 12/53 zawiera następujące

- Bezpieczeństwo i higiena pracy.
- Uchwała Prezydium Rządu o bibliotekach fachowych — N. E.
- Prasa techniczna orężem walki stowarzyszeń naukowo-technicznych o postęp techniczny — inż. J. Poł.
- Osiągnięcia i braki ruchu racjonalizatorskiego w budownictwie — Z. Wolski.
- Uwagi o koordynacji prac projektowych — inż. T. Pietrzakiewicz.
- Zagadnienie gazyfikacji transportu, cz. II — dr inż. A. Kręglewski.
- Zjazd naukowy w sprawie materiałów budowlanych.
- Nowoczesny stan wiedzy o drewnie jako podstawowe kryterium racjonalnego jego stosowania w budow.
- inż. W. Michniewicz.
- Stopień wykorzystania krajowych baz surowcowych dla potrzeb budownictwa — inż. J. Samujłło
- Zastosowanie kamienia w budownictwie — prof. inż. J. Chołodziński i inż. T. Tyrowicz.
- Zagadnienie postępu technologii ceramiki budowlanej — inż. S. Szemetyłło.
- Materiały uszczelniające i impregnujące dodawane do betonów i zapraw — inż. J. Niewęglowski i inż. E. Janczewski.
- Leizna kamienna — prof. dr inż. L. Winogradów.
- Korozja metali i ochrona przed korozją w budownictwie — inż. M. Myronowicz.
- Modernizacja w projektowaniu i konstrukcji budownictwa mieszkaniowego, jako kierunek rozwojowy dla technologii i produkcji nowych materiałów budowlanych — inż. J. Górewicz.
- Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. Wśród książek i wydawnictw. Kronika. Spis rzeczy za rok 1953. Biuletyn CIDNT.
- Przegląd dokumentacyjny GUM.

RZĄD LUDOWY ZAPEWNIĄ ROZWÓJ FACHOWYCH BIBLIOTEK ZAKŁADOWYCH

Zwracamy uwagę na doniosłą Uchwałę Prezydium Rządu dotyczącą zakładowych bibliotek fachowych. Mianowicie, w Monitorze Polskim nr A-94 z dnia 16 października 1953 r. ogłoszona została pod poz. 1306 Uchwała Prezydium Rządu nr 697 z dnia 24 września 1953 r. w sprawie rozwoju sieci fachowych bibliotek zakładowych.

Uchwała ta reguluje stan organizacyjny, osobowy, lokalowy oraz — co jest bardzo ważne — finansowy bibliotek zakładowych. Na uwagę zasługuje w szczególności nałożenie na kierownictwo zakładów pracy obowiązku bezpośredniej opieki nad biblioteką zakładową. Obowiązek ten dotyczy wszelkich przejawów pracy biblioteki, zarówno w zakresie gromadzenia, konserwacji i udostępniania zbiorów biblioteki, jak propagowania i pobudzania czytelnictwa technicznego.

Postęp techniczny uzależniony jest w dużym stopniu od umiejętności korzystania z piśmiennictwa technicznego. W wielu zakładach pracy nie przywiązywano jednak dotychczas dostatecznego znaczenia ani do posiadania własnej biblioteki zakładowej, ani do zachęcania wszystkich pracowników — od robotnika do inżyniera — do posilkowania się literaturą techniczną. Sam fakt podjęcia przez Prezydium Rządu wspomnianej na początku uchwały stawia zagadnienie bibliotek fabrycznych i czytelnictwa technicznego w rzędzie spraw o doniosłości państwowej. Daje do ręki skuteczną broń o właściwe zaopatrzenie bibliotek fabrycznych w książki i czasopisma, o spopularyzowanie masowego czytelnictwa książki technicznej.

Wzywamy wszystkich naszych czytelników, aby w oparciu o Uchwałę Prezydium Rządu zainteresowali się jeszcze bardziej intensywnie biblioteką fachową w swoim zakładzie pracy. Właściwe wykorzystanie zawartych w uchwale postanowień pozwala na uruchomienie odpowiednich środków finansowych na rok 1954 w celu zakupu książek, prenumeraty czasopism, konserwacji zbiorów bibliotecznych, umożliwienia uzyskania odpowiedniego lokalu, wykwalifikowanych pracowników bibliotecznych, powołanie komisji bibliotecznych, rozwinięcie szerokiej akcji krzewienia czytelnictwa technicznego.

INFORMACJA

W SPRAWIE ROZPOWSZECZNIANIA W ROKU 1954

PRAC INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH

WYDAWANYCH PRZEZ PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

w roku 1953 **Prace Instytutów Naukowo-Badawczych** rozprowadzane w roku 1954 systemem abo-

pracy, instytucje i osoby prywatne, które pragną otrzymać sobie otrzymywanie kolejnych zeszytów **Prac INB** w roku 1954 powinny przestać zamówienie na ich dostawę do:

KSIĘGARNI TECHNICZNEJ »DOMU KSIĄŻKI«
Warszawa, ul. Bracka 20.

Zamówienie należy składać na formularzu, który otrzymać można w tej księgarni. Zamówienia złożone na rok 1953 tracą ważność po wysłaniu przez księgarnię ostatniego zeszytu **Prac INB** za rok 1953. Na rok 1954 każdy abonent powinien złożyć nowe zapotrzebowanie.

Przesłane zamówienie zobowiązuje do odbioru i opłacania wszystkich zeszytów (lub tylko zeszytów zamówionej serii) wychodzących w ramach planu wydawniczego danego instytutu na rok 1954.

Zwroty nie będą przyjmowane.

Na podstawie zamówień księgarnia «Domu Książki» wysłać będzie zamawiającemu kolejne zeszyty **Prac INB** za rok 1954.

Przesyłka nastąpi w miarę ukazywania się poszczególnych zeszytów za zaliczeniem pocztowym z doliczeniem kosztów przesyłki. Na odbiorcy ciąży obowiązek wykupienia z poczty paczki zaraz po zawiadomieniu o nadejściu, gdyż zwłoka powoduje odesłanie paczki przez pocztę z powrotem do księgarni, niepotrzebną korespondencję i koszty powtórnego wysłania.

Księgarnia dostarczać będzie również na zamówienie poszczególne zeszyty **Prac INB** z roku 1951, 1952 i 1953 w przypadku posiadania ich na składzie.

W roku 1954 będą w obrocie księgarskim »Domu Książki« prace następujących instytutów:

1. Głównego Instytutu Górnictwa w seriach:

- A. Górnictwo (obejmuje: górnictwo właściwe, mechaniczną przeróbkę węgla, petrografię, geologię węgla itp.),
- B. Koksownictwo i badania węgla (obejmuje: koksownictwo, wylewanie, chemiczną przeróbkę węgla i węglopochodnych, badania analityczne itp.).

- 2. Instytutu Mechanizacji Górnictwa,
- 3. Instytutu Naftowego w seriach:
 - A. Kopalnictwo
 - B. Rafinerie,
- 4. Instytutu Ministerstwa Hutnictwa,
- 5. Instytutu Odlewnictwa,
- 6. Instytutów Mechaniki (łącznie wydawnictwo Instytutów: Metaloznawstwa i Aparatury Naukowej, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem oraz Obróbki Plastycznej),
- 7. Instytutu Spawalnictwa,
- 8. Instytutu Techniki Ciepłej,
- 9. Instytutu Urbanistyki i Architektury w seriach:
 - I. Architektoniczna
 - II. Urbanistyczna
 - III. Tereny zieleni i układy wieloprzestrzenne,
- 10. Instytutu Techniki Budowlanej w seriach:
 - I. Materiały Budowlane
 - II. Konstrukcje Budowlane
 - III. Drogi i Mosty,
- 11. Instytutu Budownictwa Mieszkaniowego,
- 12. Instytutu Organizacji i Mechanizacji Budownictwa,
- 13. Instytutu Technologii Krzemianów,
- 14. Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego,
- 15. Instytutu Przemysłu Mleczarskiego,
- 16. Instytutu Elektrotechniki,
- 17. Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji,
- 18. Instytutu Łączności,
- 19. Instytutu Włókiennictwa,
- 20. Instytutu Jedwabiu Naturalnego,
- 21. Instytutu Przemysłu Włókien Łykowych,
- 22. Instytutu Celulozowo-Papierniczego,
- 23. Instytutu Gospodarki Komunalnej,
- 24. Centralnego Instytutu Ochrony Pracy,
- 25. Instytutu Ekonomiki i Organizacji Przemysłu w seriach:
 - 0. Ogólnoprzemysłowej
 - 01. Przemysłu ciężkiego
 - 02. Przemysłu lekkiego
 - 03. Rolnictwa oraz przedsiębiorstw przemysłu rolnego i spożywczego,

Uwaga. Wskazane jest, aby abonenci poszczególnych serii „01“ „02“ lub „03“ zamawiali równocześnie serię „0“
- 26. Instytutu Wzornictwa Przemysłowego.

»DOM KSIĄŻKI«

**PAŃSTWOWE
WYDAWNICTWA TECHNICZNE**