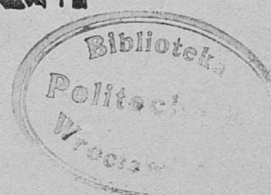
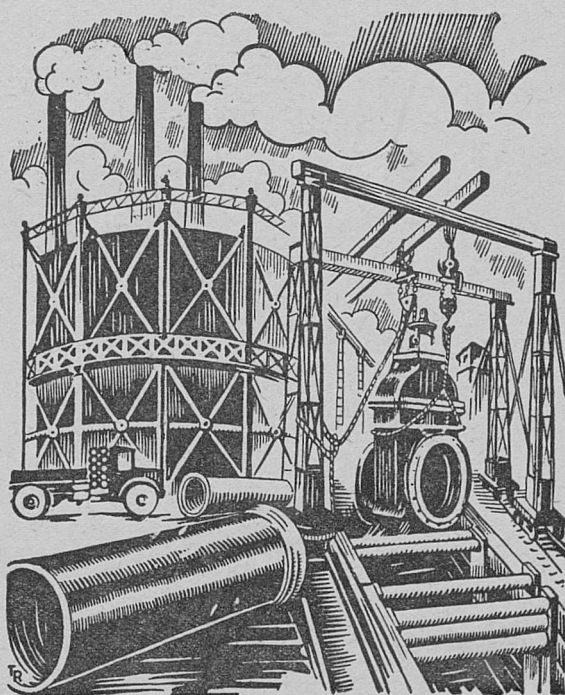


GAZ, WODA
TECHNIKA
SANITARNA
— *miesięcznik* —



Nr 10

PAŹDZIERNIK 1955

ROK XXIX

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

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: PROF. DR INŻ. JAN JUST

REDAKTOR DZIAŁU INSTALACJI: DOC. DR INŻ. STEFAN KOŁODZIEJCZYK

SEKRETARZ REDAKCJI: ZOFIA KLIMASZEWSKA

REDAKTOR TECHNICZNY: DR JADWIGA WŁODEK-SANOJCA

Nr 10

Październik 1955

Rok XXIX

TREŚĆ

Dr inż. Leonard Leśniewicz — Aerodynamiczne własności złoża paliwa w doświadczalnych aparatach do zgazowania drobnopłynnych paliw stałych
Mgr inż. Wacław Kijewski, mgr inż. Jan Kłosiński, dr inż. Błażej Roga — Badania nad odgazowaniem węgla płomiennych w piecach gazowniczych (część II).
Mgr inż. Ludwik Obidowicz — O oszczędnym wykonawstwie i projektowaniu instalacji gazowych
Mgr inż. Eugeniusz Górecki — Nowe zagadnienia usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych w wodzie surowej, ściekach i osadach ściekowych
Adam Chojnacki — Fenole w ściekach, ich wpływ na odbiórnik i usuwanie

Zofia Buczowska, Janina Dąbrowska — Charakterystyka ścieków przemysłu rybnego
Witold Hermanowicz i Celina Sikorowska — Oznaczanie ołowiu w wodzie metodą chromatografii bibułowej
Prof. Zygmunt Rudolf — Osiągnięcia prefabrykacji w budownictwie sanitarnym i zagadnienia do rozwiązania w najbliższej przyszłości
Inż. Kazimierz Bajer — W sprawie właściwych metod ochrony wód przed zanieczyszczeniem ściekami
Z prasy zagranicznej
Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej
Przegląd Dokumentacyjny Gospodarki Komunalnej

СОДЕРЖАНИЕ

Dr инж. Л. Лесневич — Аэродинамические свойства залежи топлива в экспериментальной аппаратуре для газифицирования мелкозернистых твердых топлив.
Мгр инж. В. Киевский — Исследования над удалением газа из пламенного угля в газовых печах.
Мгр инж. Л. Обидович — Экономное исполнение и проекты водоканализационных установок.
А. Хойнацкий — Фенол в сточных водах, его влияние на приемник и на удаление.
З. Бучовская и Я. Домбровская — Характеристика сточных вод рыбной промышленности.

В. Германович и Ц. Сикоровская — Обозначение свинца в воде методом фильтрационной хроматографии.
Проф. З. Рудольф — Достижения префабрикации в санитарном строительстве и проблемы ближайшего будущего.
Инж. К. Баер — К вопросу соответствующих методов охраны вод перед загрязнением сточными водами.
Из зарубежной печати.
Бюллетень Института Коммунального Хозяйства.

SOMMAIRE

Dr Ing. L. Leśniewicz — „Propriétés aérodynamiques du lit des combustibles en appareillage expérimental pour gazéification des combustibles à grain fin“
Mgr Ing. W. Kijewski, Mgr Ing. J. Kłosiński, Dr Ing. B. Roga — „Études sur la dégazéification du charbon à flamme dans les fours à gaz“ (II partie)
Mgr Ing. L. Obidowicz — „Exécution économique et projets des installations du gaz“
Mgr Ing. E. Górecki — „Nouveaux problèmes d'enlèvement des pollutions radioactives en eau crue, égouts et ses résidus“

A. Chojnacki — „Phénols dans des égouts, leur action sur le recipient et leur enlèvement“
Z. Buczowska, J. Dąbrowska — „Caractéristique des égouts de l'industrie poissonneuse“
W. Hermanowicz, C. Sikorowska — „Détermination du plomb en eau par la méthode de la chromatographie du buvard“
Prof. Z. Rudolf — „Réalisations de la préfabrication en constructions sanitaires et problèmes à réaliser prochainement“
Ing. K. Bajer — „Méthodes justes de la protection des eaux contre la pollution par des égouts“
Presse étrangère
Bulletin de l'Institut de l'Économie Communale

IN THIS ISSUE

L. Leśniewicz, Dr., Eng. — „Aerodynamic properties of fuel bed in experimental apparatus for high temperature carbonisation of fine-grained solid fuels“
W. Kijewski, Mgr Eng., J. Kłosiński Mgr Eng., B. Roga, Dr. Eng. — Research on gasification of channel coal in gas generators“ (part II).
L. Obidowicz, Mgr Eng. — „On gas fittings economic production and designing“
E. Górecki, Mgr Eng. — „New problems of radiating pollution abatement in raw water, sewage and sewage sludge“
A. Chojnacki — „Phenols in sewage, their action on the receiver and their removal“

Buczowska Z., Dąbrowska J. — „Fish industry waste characteristic“
W. Hermanowicz, C. Sikorowska — „Lead determination in water by blotting-paper chromatography“
Z. Rudolf, Prof. — „Prefabrication attainings in sanitary engineering and problems to be solved in the nearest future“
K. Bajer, Eng. — „Proper methods of water protection from sewage pollution“
From foreign press
Bulletin of the Institute of Communal Economy.

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 Dom Słowa Polskiego, Warszawa. Zam. 4935/c. Podpisano do druku 4.10.55 r.
Druk ukończono 8.10.55 r. Nakład 4500 egz. Ark. wyd. 15,4. Ark. druk. 5. Pap. V kl. druk. sat. B-6-125128

GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ę C Z N I K
O R G A N

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

Nr 10

PAŹDZIERNIK — 1955

ROK XXIX

Miesiąc Przyjaźni

Zorganizowany w roku bieżącym, w dniach od 9 września do 9 października, na terenie całego kraju, Miesiąc Przyjaźni Polsko-Radzieckiej stał się potężną manifestacją braterskiej więzi, łączącej naród polski z narodami ZSRR oraz wyrazem gorących uczuć dla Związku Radzieckiego — ostoju pokoju światowego, nadziei całej postępowej ludzkości walczącej o pokój i przyjaźń między narodami.

Ostatnie wydarzenia na arenie międzynarodowej, a w szczególności wyniki Konferencji Genewskiej szefów rządów czterech mocarstw, stanowią zwrot w stosunkach między ZSRR, USA, Anglią i Francją i należą niewątpliwie do doniosłych wydarzeń historycznych. Atmosfera współpracy i wzajemnego zrozumienia panująca w czasie Konferencji Genewskiej stanowi o istotnym sukcesie sił pokoju, stanowi o olbrzymim zwycięstwie całego obozu pokoju ze Związkiem Radzieckim na czele nad siłami agresji i przyczyni się w poważnym stopniu do dalszego złagodzenia napięcia w sytuacji międzynarodowej.

Polska, podobnie jak Związek Radziecki, jest szczególnie zainteresowana w utrzymaniu pokoju i dlatego wszyscy obywatele naszego kraju umacniają i pogłębiają z roku na rok przyjaźń polsko-radziecką, która jest niezawodną rękojmią obrony pokoju i niepodległości naszego państwa.

Tegoroczny Miesiąc Pogłębiania Przyjaźni Polsko-Radzieckiej miał za zadanie popularyzowanie osiągnięć pokojowej polityki ZSRR i wykazywanie decydującej roli Związku Radzieckiego w walce o pokój i bezpieczeństwo międzynarodowe oraz wyjaśnienie roli i znaczenia braterskiej przyjaźni polsko-radzieckiej i całego obozu dla bezpieczeństwa i niepodległego bytu naszego narodu, dla zachowania pokoju światowego. Ponadto w zadaniach tegorocznego Miesiąca Przyjaźni mieściło się wszechstronne popularyzowanie i wyjaśnianie zasad i znaczenia braterskiej pomocy i współpracy polsko-radzieckiej dla rozwoju i umocnienia Ojczyzny, zaznajamianie się z osiągnięciami i doświadczeniami ludzi radzieckich, wykazywanie znaczenia przyswajania radzieckich metod pracy i doświadczeń dla przebudowy wsi, wydajności pracy w przemyśle i rolnictwie oraz dokonania rewolucji kulturalnej w Polsce.

W ramach Miesiąca Pogłębiania Przyjaźni Polsko-Radzieckiej zorganizowano w okresie od 20 do 30 września b. r. „Dekadę Racjonalizacji i Techniki Radzieckiej”. Celem tej dekady była popularyzacja radzieckich i polskich doświadczeń w zakładach pracy, wymiana i upowszechnienie doświadczeń w ramach zakładu i między zakładami pracy, popularyzacja racjonalizatorów i przodowników pracy, doprowadzenie do szerokich rzesz pracujących najlepszych osiągnięć nowatorów i wynalazców radzieckich, wciągnięcie szerokich kręgów młodzieży robotniczej do udziału w przyswajaniu i popularyzacji radzieckich metod pracy w przemyśle, budownictwie i transporcie oraz popularyzację grudniowej konferencji z zakresu budownictwa i majowej konferencji przemysłowej w ZSRR.

W okresie Dekady Techniki i Racjonalizacji zorganizowano setki zjazdów, pokazów, odczytów i wieczornic. W zakresie osiągnięć w budownictwie radzieckim pokazy odbyły się w Warszawie.

We Wrocławiu Naczelna Organizacja Techniczna zorganizowała wystawę poświęconą książce radzieckiej.

W setkach zakładów pracy, instytucjach, stowarzyszeniach naukowych, klubach racjonalizacji i techniki za pomocą wystaw, gablot ściennych, błyskawic, plakatów i haseł zostały spopularyzowane i upowszechnione przodujące metody pracy radzieckiej i polskie oraz osoby racjonalizatorów i przodujących robotników.

W szeregu miejscowości w czasie trwania Miesiąca Przyjaźni Oddziały NOT zorganizowały spotkania międzybranżowe i branżowe radzieckich specjalistów z członkami NOT i zakładami, jak np. w Płocku i w Warszawie. Ponadto w większych zakładach z inicjatywy rad zakładowych, kół zakładowych NOT i komórek wynalazczości zorganizowane praktyczne stosowanie radzieckich metod pracy.

W celu uwypuklenia i pełniejszego zrealizowania Dekady Racjonalizacji i Techniki Radzieckiej — Naczelna Organizacja Techniczna zorganizowana około 100 odczytów popularyzujących postęp techniczny w radzieckiej technice, przemysle i budownictwie.

W okresie Miesiąca Pogłębiania Przyjaźni Polsko-Radzieckiej i nasze Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych wzięło czynny udział w realizacji zadań postawionych przez Zarząd Główny Towarzystwa Przyjaźni Polsko-Radzieckiej.

Poszczególne Oddziały SNIC SOG i koła zakładowe zorganizowały odczyty i pokazy w związku z Dekadą Techniki i Racjonalizacji. Czasopismo „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” nawiązało kontakt z odpowiednimi branżowymi czasopismami w ZSRR. W najbliższych numerach naszego organu fachowego podamy czytelnikom obszerne streszczenia z osiągnięć radzieckich w zakresie techniki sanitarnej, wodociągów i kanalizacji, ogrzewnictwa i gazownictwa. Materiały te niewątpliwie wzbudzą zainteresowanie wśród szerokich rzesz fachowców, związane bowiem będą z istotnym postępem techniki w interesujących nas dziedzinach wiedzy.

Podstawowym jednak warunkiem krzewienia idei przyjaźni do ZSRR oraz wydobywania nowych form i metod nad naszym popularyzowaniem wiedzy o ZSRR jest jak najszerza akcja przeprowadzana w najróżniejszych formach w naszych oddziałach i kołach zakładowych w zakresie umasowienia członkostwa Towarzystwa Przyjaźni Polsko-Radzieckiej oraz uaktywnienia wszystkich jednostek organizacyjnych naszego Stowarzyszenia w wielkiej sprawie codziennego umacniania i pogłębiania przyjaźni między narodem polskim i narodami Związku Radzieckiego.



Dr inż. LEONARD LEŚNIEWICZ

Aerodynamiczne własności złoża paliwa w doświadczalnych aparatach do zgazowania drobnopiękistych paliw stałych

1. Wprowadzenie, cel i zakres pracy

Rozwój przemysłu w planie 6-letnim wywołał szybki wzrost zapotrzebowania gazu w przemyśle: energetycznym, chemicznym, metalurgicznym i in. Dlatego też można ostatnio zauważyć rosnące zainteresowanie nowymi metodami zgazowania paliw stałych, szczególnie drobnopiękistych, często niskowartościowych o dużej zawartości popiołu (miał węglowy). Przewiduje się uzyskanie znacznych oszczędności w gospodarce narodowej przez szersze niż dotychczas stosowanie gazu do celów hutnictwa i gospodarstwa domowego. Prace nad nowymi metodami zgazowania paliw stałych prowadzone są ostatnio we wszystkich uprzemysłowionych krajach świata, a tendencje rozwojowe techniki naziemnego zgazowania można krótko ująć następująco: (1).

1) Zamiast drogiego koksu, poszukiwanego przez przemysł metalurgiczny, dąży się do zgazowania paliw nie uszlachetnionych przez obróbkę termiczną, przede wszystkim węgla nie spiekających się.

2) Celem prac jest konstrukcja generatora, który mógłby przerabiać z dużym współczynnikiem sprawności termicznej, paliwa stałe o dowolnych właściwościach fizykochemicznych oraz o różnych zawartościach i składzie popiołu.

3) Niezależnie od usiłowań obniżenia kosztów tlenu dąży się do wyeliminowania go z procesu produkcji gazu. Tendencje te nie są jednakowe w różnych krajach.

4) Dąży się do ulepszenia procesu zgazowania przez zastąpienie metod ciśnieniowych, a szczególnie pyłowych i fluidyzacyjnych.

W związku z tym znajomość aerodynamiki złoża paliwa drobnopiękistego lub pyłowego posiada dla techniki zgazowania zasadnicze znaczenie. W szczególności należy odpowiedzieć na następujące pytania:

1) Jaka jest minimalna szybkość przepływu powietrza, pary wodnej lub mieszaniny gazów, warunkująca przejście warstwy usypowej paliwa od stanu nieruchomego do fluidalnego w wysokich temperaturach?

2) Jaka jest dopuszczalna największa szybkość przepływu gazów, przy której paliwo jeszcze pozostaje w generatorze w postaci złoża fluidalnego?

3) Jak obliczyć te szybkości bez wykonywania doświadczeń dla różnych paliw o różnym uziarnieniu i w różnych temperaturach?

4) Jakie są opory hydrauliczne warstwy fluidalnej drobnopiękistego paliwa (koksu, półkoksu, węgla kamiennego) i jak zmieniają się one w zależności od temperatury złoża?

Niestety, w literaturze nie można znaleźć dostatecznych danych odnoszących się do paliw o uziarnieniu 0—2 mm i wysokich temperatur. Dlatego, badając szczegółowo proces zgazowania paliw drogą fluidyzacyjną (2), podjęto przede wszystkim próbę określenia charakterystycznych dynamicznych własności warstwy usypowej węgla kamiennego, półkoksu i koksu z węgla kamiennego oraz węgla drzewnego w zależności od granulacji, temperatury, rodzaju przepływającego gazu itd. Rozpatrzono zjawisko przejścia warstwy paliwa od stanu nieruchomego do pseudo-wrzącego i opracowano na podstawie doświadczeń empiryczne równanie, pozwalające przewidzieć krytyczną szybkość fluidyzacji paliwa oraz (pośrednio) górną graniczną szybkość podmuchu, po przekroczeniu której złożo jest porywane przez strumień gazów i unoszone z reaktora. W ostatniej części pracy przedyskutowano możliwości wykorzystania tego równania do obliczenia procesu zgazowania paliwa, a wyniki obliczeń dla ich krytycznej oceny porównano z wynikami bezpośrednich pomiarów, wykonanych w skali 1/4-technicznej.

2. Część doświadczalna

2.1. Paliwo.

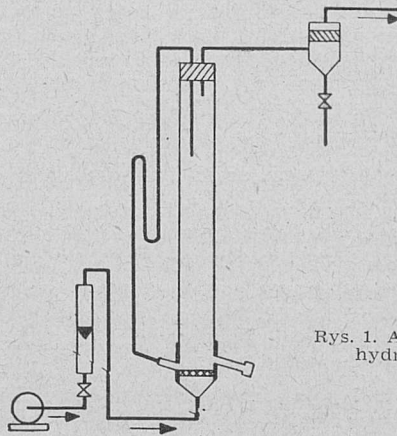
Materiałem doświadczalnym był węgiel kamienny, półkoksu i koksu z węgla kamiennego oraz węgiel drzewny. Granulację paliw oraz ciężar właściwy i ciężary usypowe podaje tablica 1.

Granulacja, ciężary usypowe i ciężary właściwe paliw

Frakcja z sit Nr	Otwory sit mm	d_z, m $10^{-3} \times$	Ciężary usypowe kg/m^3			
			koksu	półkoksu	węgiel kam.	węgiel drzew.
8-10	2,38 — 2,00	2,185	475	537	606	162
10-20	2,00 — 0,84	1,297	488	528	611	155
20-40	0,84 — 0,42	0,594	524	510	578	152
40-60	0,42 — 0,250	0,324	573	495	566	152
60-80	0,250 — 0,177	0,210	614	486	555	152
80-100	0,177 — 0,149	0,162	642	485	552	172
100-200	0,149 — 0,074	0,074	692	523	546	173
> 200	< 0,074	< 0,074	692	554	498	228
Ciężary właściwe oznaczone metodą piknometryczną, kg/m^3			1725	1467	1394	1210

2.2. Zakres pomiarów i aparatura.

Dla określenia własności złoża paliwa w dostatecznie szerokich granicach stosowano jako czynnik fluidyzacyjny powietrze lub azot, albo parę wodną, w temperaturach od 20° do 820°C. Doświadczenia obejmowały więc zarówno zakres złoża obojętnego (tj. nie reagującego z czynnikiem fluidyzacyjnym), jak i reaktywnego (wówczas, gdy paliwo reagowało z powietrzem lub parą wodną). Do pomiarów w pokojowej temperaturze stosowano szklaną pionową rurę o średnicy wewn. 46 mm, zaopatrzoną w dno sitowe i manometr cieczowy oraz rotametr, według rys. 1.



Rys. 1. Aparat do określania oporów hydraulicznych warstwy paliwa.

Doświadczenia w temperaturach wysokich wykonano w laboratoryjnym modelu gazogeneratora o zewnętrznym ogrzewaniu elektrycznym i średnicy rury reakcyjnej 48 mm, ze stali ognioodpornej. K.N.S. Reaktor ten został poprzednio dokładnie opisany (2).

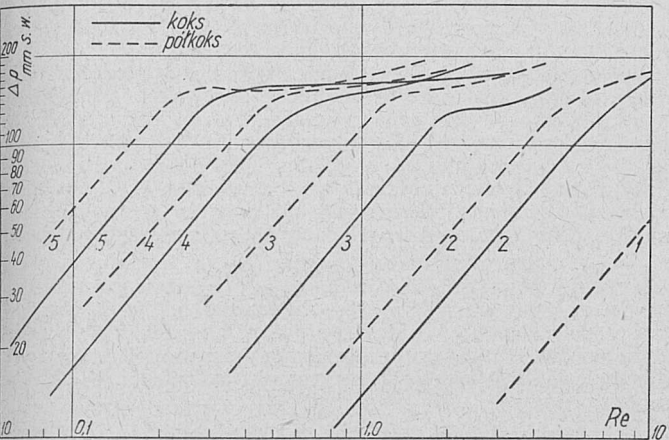
2.3. Wyniki doświadczeń.

Znając masowy przepływ gazu ($G, kg \cdot m^{-2} \cdot sek^{-1}$), jego lepkość (η, cP) oraz zastępczą średnicę ziarna materiału stałego (d_z, m) można obliczyć zmodyfikowaną liczbę Reynoldsa.

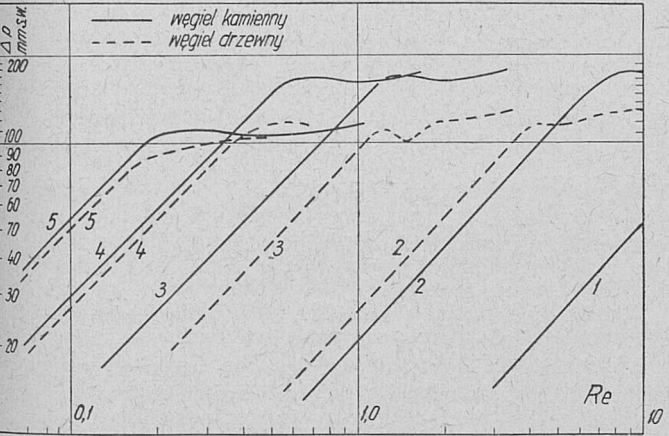
$$Re = 10^3 \cdot \frac{G \cdot d_z}{\eta} \quad (1)$$

Jeżeli w układzie współrzędnych o skali logarytmicznej odkładać na osi odciętych tak obliczoną liczbę Reynoldsa, a na osi rzędnych opory hydrauliczne złoża ΔP (mm sł.

pa wody), określone za pomocą manometru (p. rys. 1), to uzyskuje się charakterystyczne krzywe, przedstawione na rysunkach 2 i 3. Zmiananie linii odpowiada przejściu ze stanu nieruchomego do fluidalnego przy pewnej „krytycznej” liczbie Reynoldsa. Zgodnie z badaniami innych autorów (5) można stwierdzić, że krytyczna liczba Reynoldsa nie zależy (dla tego samego materiału sypkiego) od ilości złoza w reaktorze (to jst od grubości warstwy), zależy natomiast od średnicy ziarna.



Rys. 2. Zależność oporów nieruchomej i fluidalnej warstwy koksu i półkoksu z węgla kamiennego od zastępczej liczby Reynoldsa. Powietrze, temperatura 20°C, wewnętrzna ϕ rury 46 mm, ilość paliwa 300 g. Krzywe 1, 2, 3, 4, 5 odpowiadają zastępczej średnicy ziarna 1,297 — 0,594 — 0,324 — 0,210 — 0,162 mm.

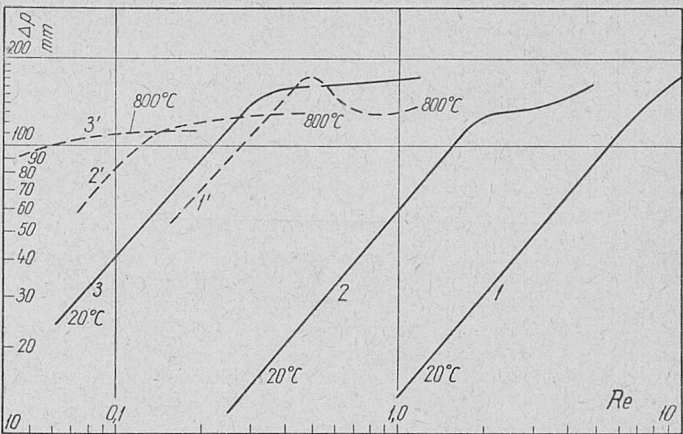


Rys. 3. Zależność oporów nieruchomej i fluidalnej warstwy węgla kamiennego (300 g) i węgla drzewnego (200 g) od zastępczej liczby Reynoldsa. Powietrze, temp. 30°C, średnica rury 46 mm. Krzywe 1, 2, 3, 4, 5 odpowiadają zastępczej średnicy ziarna 1,297 — 0,594 — 0,324 — 0,210 — 0,162 mm.

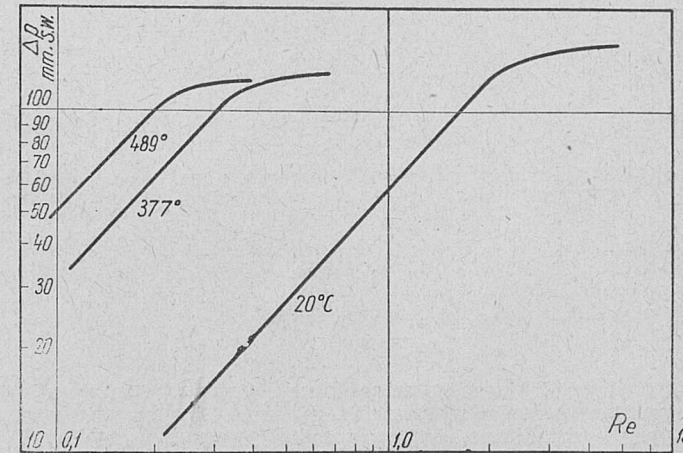
Przepuszczając przez warstwę koksu azot w wysokich temperaturach zauważono, że do doprowadzenia złoza do stanu fluidalnego wystarcza w tych warunkach bardzo niewielka szybkość przepływu gazu. W związku z tym wykonano serię systematycznych doświadczeń dla oznaczenia wpływu temperatury (w zakresie od 20°C do 800°C) na krytyczną szybkość fluidyzacji. Doświadczenia wskazują, że w miarę wzrostu temperatury (przy zachowaniu innych warunków) krytyczna szybkość fluidyzacji maleje (p. rys. 4, 5), a na wykresach ΔP = f (Re) otrzymuje się dla różnych temperatur szereg podobnych linii równoległe przesuniętych względem siebie.

Na wykresie 6 przedstawione są krzywe oporów hydraulicznych złoza koksu przy przepływie pary wodnej w temp. 450° i 820°C. Zwraca uwagę fakt, że opory złoza fluidalnego są prawie niezależne od temperatury.

Wykres ilustruje zależność krytycznej szybkości fluidyzacji od zastępczej średnicy ziarna paliwa.



Rys. 4. Wpływ temperatury na opory hydrauliczne nieruchomej i fluidalnej warstwy paliwa, w zależności od wielkości ziarna. Warstwa koksu 300 g., reaktor stalowy ϕ 48 mm, przepływ azotu. Oznaczenia: 1, 2, 3 ziarno 0,594 — 0,324 — 0,162 mm w temp. 20°C, 1', 2', 3', to samo, lecz w temp. 800°C.

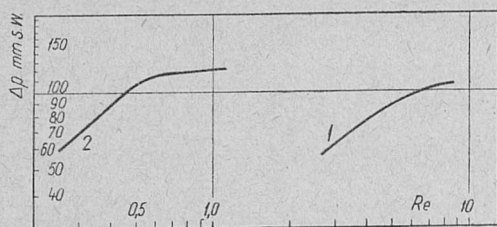


Rys. 5. Wpływ temperatury na opory nieruchomej i fluidalnej warstwy koksu (300 g), o uziarnieniu 0,324 mm. Przepływ azotu w 20°, 377° i 489°C.

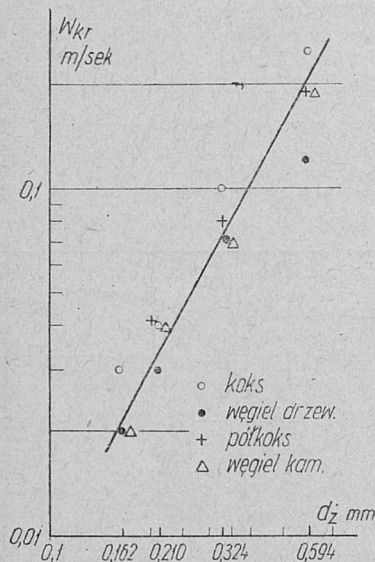
Przy zgazowaniu paliw stałych w złożu ruchomym ważną rolę posiada znajomość oporów hydraulicznych warstwy paliwa. Opory te wyznaczono w aparaturze ćwierćtechnicznej, stosując jako paliwo koks, półkoks i węgiel kamienny. Tablica 2 podaje opory hydrauliczne warstwy fluidalnej paliwa w przeliczeniu na 1 m wysokości warstwy nierucho-

TABLICA 2

Paliwo	Granulacja od — do, mm	Opory hydrauliczne warstwy fluidyzowanej mm s.w.
Koks	2,00 — 0,84	615
	0,84 — 0,42	630
	0,42 — 0,250	665
	0,250 — 0,177	650
	0,177 — 0,149	695
Półkoks	0,84 — 0,42	580
	0,42 — 0,250	570
	0,250 — 0,177	530
	0,177 — 0,149	515
Węgiel kamienny	0,84 — 0,42	670
	0,42 — 0,250	645
	0,250 — 0,177	615
	0,177 — 0,149	570



Rys. 6. Opory hydrauliczne przy przepływie pary wodnej przez warstwę drobnopiękistego koksu w wysokiej temperaturze. Krzywa 1: $d_z = 1,297$ mm, temp. 820°C , krzywa 2: $d_z = 0,324$ mm, temp. 450°C .



Rys. 7. Krytyczna szybkość fluidyzacji dla różnych paliw o różnej granulacji (Powietrze, temp. $20-30^\circ\text{C}$).

mej (tj. jeżeli w reaktorze znajduje się nieruchoma warstwa sypkiego paliwa o wysokości 1 m, to po sfluidyzowaniu jej opory hydrauliczne osiągną wielkości podane w tablicy 2).

Wykonane doświadczenia prowadzą do następujących wniosków:

- 1) Szybkość podmuchu, przy której złoża nieruchome przechodzi we fluidalne (krytyczna szybkość fluidyzacji) nie zależy od ilości złoża w reaktorze, tj. od wysokości warstwy paliwa.
- 2) Krytyczna szybkość fluidyzacji wzrasta (p. wykres 7) proporcjonalnie do kwadratu zastępczej średnicy ziarna paliwa.
- 3) Krytyczna szybkość fluidyzacji maleje w miarę wzrostu temperatury złoża i gazu.
- 4) Stosunek granicznej szybkości podmuchu (powyżej której strumień gazów porywa pył znajdujący się w reaktorze) do szybkości krytycznej, jest wielkością zależną m. in. od średnicy zastępczej ziarna. Stosunek ten maleje w miarę zwiększania średnicy ziarna paliwa.
- 5) Opory hydrauliczne złoża nieruchomego zależą bardzo silnie od temperatury złoża i gazu.
- 6) Opory hydrauliczne złoża fluidalnego w bardzo małym stopniu zależą od szybkości przepływu gazu (linia $\Delta P = f(Re)$ dla złoża fluidalnego są minimalnie nachylone do osi odciętych), oraz od temperatury (por. rys. 5).

3. Interpretacja wyników.

3.1. Obliczenie krytycznej szybkości fluidyzacji.

W literaturze znajdujemy równania, umożliwiające obliczenie masowej szybkości krytycznej G_{kr} , warunkującej fluidyzację warstwy drobnopiękistego materiału usypanego. Są to na ogół funkcje wielu zmiennych, jak zastępczej średnicy ziarna (d_z), ciężaru właściwego materiału stałego (γ_1), ciężaru właściwego gazu (γ_2), różnicy ($\gamma_1 - \gamma_2$), współczynnika kształtu ziarna (k), porowatości złoża (ϵ), lepkości gazu (μ), przyspieszenia ziemskiego (g).

$$\text{Czyli } G_{kr} = f[d_z, (\gamma_1 - \gamma_2), \gamma_2, k, \epsilon, \mu, g] \quad (2)$$

Tak np. najczęściej stosowane równanie ogólne Levy (6)

$$G_{kr} = C \cdot d_z^2 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \mu^{-1} \cdot k^2 \cdot \frac{\epsilon^3}{(1-\epsilon)} \quad (3)$$

(gdzie C jest stałą proporcjonalności) wymaga, poza innymi wielkościami, znajomości k i ϵ .

Wyznaczenie tych wielkości jest niekiedy dość niedogodne, tak np. omawiając fluidyzację antracytu (7) proponuje się określenie współczynnika kształtu k przez wizualne porównanie z ziarnami o znanym k , natomiast porowatość wylicza się na podstawie pomiarów oporów hydraulicznych nieruchomej warstwy usypanego materiału.

Opierając się na ogólnej funkcji (2) można uprościć równanie określające masową szybkość krytyczną, kosztem zawężenia zastosowania tego równania do np. koksu, półkoksu i węgla kamiennego. Miara poprawności takiego równania będzie zgodność między wynikami obliczeń i doświadczeń. Przyjmijmy więc, upraszczając zagadnienie, że masowa szybkość krytyczna zależy tylko od średnicy zastępczej ziarna d_z , różnicy ciężarów właściwych paliwa stałego i gazu ($\gamma_1 - \gamma_2$), ciężaru właściwego gazu γ_2 i lepkości gazu μ . Zauważmy również, że różnica ($\gamma_1 - \gamma_2$) jest w przybliżeniu równa γ_1 gdyż wartość γ_2 jest rzędu 0,001 γ_1 , czyli ok. 0,1% (np. ciężar właściwy powietrza jest $1,29 \text{ kg/m}^3$, pary nasyconej w 100°C $0,594 \text{ kg/m}^3$, podczas gdy γ_1 koksu, czy węgla jest ok. 1500 kg/m^3 — (por. wyniki doświadczeń). Dlatego możemy napisać:

$$G_{kr} = f(d_z, \gamma_1, \gamma_2, \mu) \quad (4)$$

Zgodnie z zasadami analizy wymiarowej funkcję tę można rozwinąć w szereg

$$G_{kr} = K \cdot d_z^x \cdot \gamma_1^y \cdot \gamma_2^z \cdot \mu^w \quad (5)$$

gdzie K jest współczynnikiem proporcjonalności, a x, y, z w są wykładnikami, których wartości liczbowe są na razie niewiadome. Zagadnienie sprowadza się więc do określenia współczynnika proporcjonalności K i wykładników. Te ostatnie można byłoby wyznaczyć gdybyśmy np. wykonali cztery serie doświadczeń, badając zależność G_{kr} kolejno od d_z, γ_1, γ_2 i μ , czyli zmieniając za każdym razem tylko jeden parametr, a ustalając pozostałe warunki doświadczenia.

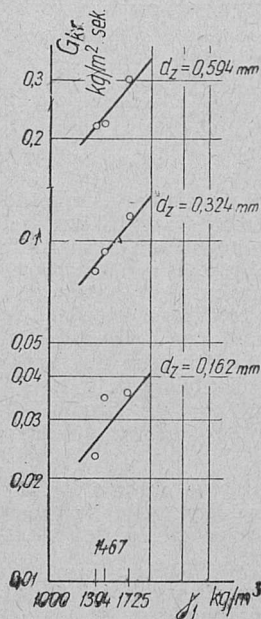
W części doświadczałnej tej pracy określono zależność G_{kr} od d_z , przy czym, jak z wykresu 7 wynika, szybkość krytyczna wzrasta proporcjonalnie do kwadratu średnicy zastępczej ziarna, czyli $x = 2$. Jest to zależność zgodna z wynikami licznych prac (6).

Wykładnik y można wyznaczyć na podstawie doświadczeń, gdyż znane są G_{kr} i ciężary właściwe koksu, półkoksu i węgla kamiennego. Zależność $\lg G_{kr}$ od $\lg \gamma_1$ powinna być linią prostą o nachyleniu równym współczynnikowi y , gdyż po zlogarytmowaniu równania (5) otrzymujemy:

$$\lg G_{kr} = A + y \lg \gamma_1 \quad (6)$$

gdzie A jest wielkością stałą, grupującą w myśl wprowadzonego warunku ustalone parametry równania.

Istotnie, doświadczalnie wyznaczona szybkość zmienia się z γ_1 w przewidywany sposób. Zależność tę przedstawia dla koksu, półkoksu i węgla kamiennego wykres 8, a z nachylenia prostych na tym wykresie można określić $y = 1,2$.



Rys. 8. Zależność masowej szybkości krytycznej od ciężaru właściwego paliwa.

Jeżeli podstawimy wartości $x = 2$ oraz $y = 1,2$ do równania 5, otrzymamy

$$G_{kr} = K \cdot d_z^2 \cdot \gamma_1^{1,2} \cdot \gamma_2^z \cdot \mu^w$$

(7)

Przypisując poszczególnym parametrom miana w jednostkach technicznych, uzyskamy, zgodnie z analizą wymiarową, następujące wyrażenie:

$$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sek}^{-1} = K \cdot (\text{m})^2 \cdot (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})^{1,2} \cdot (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})^z \cdot (\text{kg} \cdot \text{sek} \cdot \text{m}^{-2})^w$$

(8)

czyli

$$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sek}^{-1} = K \cdot (\text{m})^{(2-3,6-3z-2w)} \cdot (\text{kg})^{(1,2+z+w)} \cdot (\text{sek})^w$$

Porównując wykładniki po prawej i lewej stronie równania przy tych samych wielkościach, otrzymamy:

$$\begin{aligned} w &= -1 \\ 1,2 + z + w &= 1 \\ -1,6 - 3z - 2w &= -2 \end{aligned}$$

czyli $w = -1$; $z = 0,8$

Stąd według równania (5)

$$G_{kr} = K \cdot d_z^2 \cdot \gamma_1^{1,2} \cdot \gamma_2^{0,8} \cdot \mu^{-1}$$

(9)

Jeżeli oznaczymy wyrażenie $(d_z^2 \cdot \gamma_1^{1,2} \cdot \gamma_2^{0,8} \cdot \mu^{-1}) = B$, to otrzymamy równanie $G_{kr} = K \cdot B$, przy czym współczynnik proporcjonalności K określić można na podstawie wyników doświadczalnych jako $K = (G_{kr}/B)$. Wykresem równania (9) w układzie (G_{kr}, B) powinna być linia prosta. Istotnie, jak wynika z rys. 9, punkty doświadczalne dla koksu, półkoksu i węgla kamiennego, fluidyzowanych za pomocą powietrza, azotu i pary wodnej w temperaturach od 20° do 820°C, grupują się dobrze wzdłuż prostej, co potwierdza poprawność równania (9). Średnia wartość współczynnika proporcjonalności, określona jako $K = G_{kr}/B$ jest $2,57 \cdot 10^{-4}$.

Ostatecznie:

$$G_{kr} = 2,57 \cdot 10^{-4} \cdot d_z^2 \cdot \gamma_1^{1,2} \cdot \gamma_2^{0,8} \cdot \mu^{-1}$$

(10)

Równanie (10) jest zasadniczo podobne do ogólnego równania (3), jednakże nie zawiera współczynnika kształtu ziarna i porowatości złoża. Można przypuszczać, że kosztem zawężenia zakresu równania, parametry te zostały uwzględnione we współczynniku proporcjonalności K równania (9).

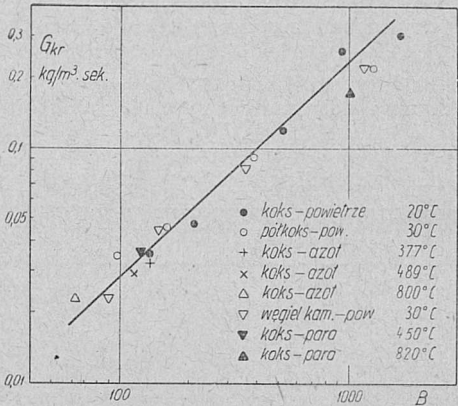
Podobne uproszczone równanie, lecz opracowane dla procesu fluidyzacji takich materiałów jak węgiel krzemowy, tlenek glinu, piasek i żel krzemionkowy, w pokojowej temperaturze, za pomocą powietrza, helu, dwutlenku węgla i eta-

nu, podali Miller i Logwinuk (8). Równanie to ma postać:

$$G_{kr} = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot d_z^2 \cdot (\gamma_1 - \gamma_2)^{0,9} \cdot \gamma_2^{1,1} \cdot \mu^{-1}$$

(11)

Wykładniki 0,9 i 1,1 w równaniu (11) zostały dobrane metodą prób i błędów. Jednakże zastosowanie tego empirycznego równania do procesu fluidyzacji paliw stałych daje znaczne odchylenia obliczonej wartości G_{kr} od doświadczalnej, co należy przypisać odmiennym własnościom materiałów i innym warunkom procesu.



Rys. 9. Wykres zbiorczy wyników doświadczeń dla różnych paliw i temperatur.

Tablica 3 podaje porównanie wartości G_{kr} obliczone według wzorów (10) i (11) oraz wyznaczone doświadczalnie podczas fluidyzacji drobnoziarnistych paliw stałych w normalnych i wysokich temperaturach.

3.2. Górna graniczna szybkość fluidyzacji.

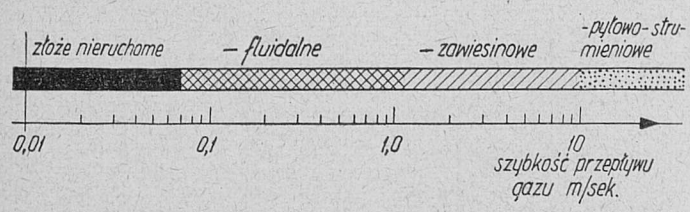
Przepływ gazu przez usypową warstwę paliwa stwarza w reaktorze określone warunki dynamiczne, zależne m. in. od szybkości gazu oraz od średnicy ziarna paliwa. Zwiększenie szybkości może spowodować przejście złoża ze stanu nieruchomego w stan pseudo-wrzający, zwany również fluidalnym i wówczas cząstki paliwa znajdują się w burzliwym ruchu, a jednocześnie można zaobserwować wyraźną granicę między warstwą paliwa a gazem. Jak wiadomo, ten stan złoża wykorzystuje się prowadząc zgazowanie paliwa w generatorze Winklera, a cechuje go duże stężenie materiału ziarnistego w warstwie pseudo-wrzającej (do 60% objętościowych). Przejściu od złoża nieruchomego do fluidalnego odpowiada pewna szybkość gazu (krytyczna szybkość fluidyzacji). Dalsze zwiększenie szybkości powoduje

TABLICA 3
Porównanie obliczonych i wyznaczonych doświadczalnie krytycznych szybkości fluidyzacji paliw stałych, w temperaturach 20° — 820° C

Paliwo — gaz	d_z mm	γ_1 kg/m ³	t °C	γ_2 kg/m ³	μ kg.sek/m ² 10 ⁻⁶	G_{kr} kg/m ² sek		
						doświadczalne	obliczone wg równania (10)	obliczone wg równania (11)
Koks — azot	0,324	1725	377	0,524	3,25	0,035	0,035	0,016
	0,324	1725	489	0,448	3,77	0,030	0,029	0,012
	0,324	1725	800	0,295	4,80	0,023	0,016	0,006
Półkoks-powietrze	0,594	1467	30	1,16	1,93	0,22	0,331	0,190
	0,324	1467	30	1,16	1,93	0,093	0,099	0,057
	0,210	1467	30	1,16	1,93	0,046	0,042	0,024
	0,162	1467	30	1,16	1,93	0,035	0,025	0,014
Węgiel kamienny-powietrze	0,594	1394	30	1,16	1,93	0,22	0,308	0,182
	0,324	1394	30	1,16	1,93	0,081	0,092	0,054
	0,210	1394	30	1,16	1,93	0,046	0,038	0,023
	0,162	1394	30	1,16	1,93	0,023	0,023	0,013
Koks — para wodna	1,297	1725	820	0,20	3,5	0,175	0,257	0,083
	0,324	1725	450	0,303	2,45	0,036	0,032	0,012

zanik wyraźnej powierzchni warstwy paliwa i zmniejszenie stężenia fazy stałej (10 do 20% objętościowych). Szybkość przepływu, przy której następuje zanik powierzchni warstwy sypkiej, nazwijmy górną graniczną szybkością fluidyzacji. Ten stan złoża „zawieszinowy” stanowi przejście do zakresu transportu pneumatycznego, przy którym szybkość gazu jest taka (zwykle rzędu 10 m/sek. lub więcej), że cząstki materiału ziarnistego nie wypadają ze strumienia gazu. Generator o złożu zawieszinowym (np. generator WNIGI (4) do zgazowania torfu) posiada urządzenie do zawracania części paliwa unoszonego strumieniem gazu. W zakresie szybkości transportu pneumatycznego pracują liczne generatory pyłowe (1).

Zależność między szybkością przepływu czynnika fluidyzującego i stanem złoża paliwa obrazuje jakościowo rys. 10.

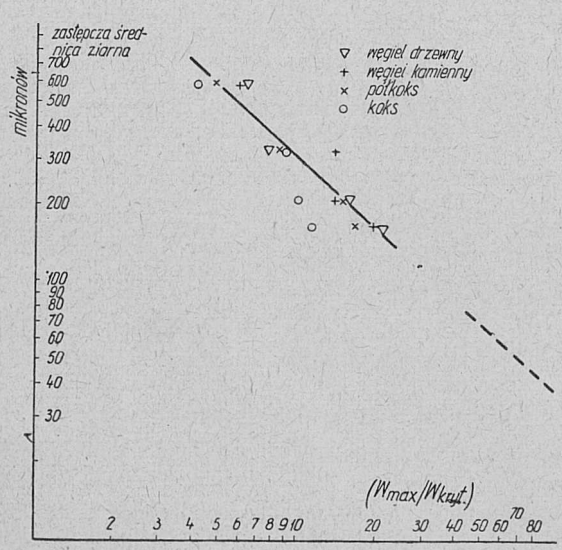


Rys. 10. Stan warstwy usypowej paliwa w zależności od szybkości gazu (szybkość gazu podana przykładowo).

Szybkość przepływu gazu określona w tej pracy jako górna graniczna szybkość fluidyzacji zasługuje na szczególną uwagę. Zwłaszcza w procesach endotermicznych, gdy część ciepła ma być doprowadzona do złoża jako ciepło strumienia czynnika fluidyzującego, górna graniczna szybkość fluidyzacji współzależna warunki dynamiczne i cieplne złoża, a co za tym idzie decyduje o zdolności przerobowej aparatu fluidyzacyjnego. Obliczenie tej szybkości jest utrudnione z powodu prawie zupełnego braku danych w literaturze. W. Brötz (9) rozpatrując własności złoża fluidalnego dochodzi do wniosku, że stosunek szybkości „maksymalnej” (przy której może jeszcze istnieć złożo fluidalne) do szybkości krytycznej fluidyzacji jest wielkością zależną tylko i jedynie od postaci ziarna. Mianowicie:

$$\frac{w_{max}}{w_{kr}} = \frac{2}{3} f$$

gdzie f jest empirycznym współczynnikiem uwzględniającym kształt ziarna (jednak liczbową wartość tego współczynnika jest różna od zawartego w równaniu (3) współczynnika kształtu). Na podstawie doświadczeń różnych autorów Brötz ocenia przeciętną wartość $f = 100$ dla ziarn różnych materiałów o średnicy od 0,05 mm do 5,3 mm.



Rys. 11. Zależność stosunku (w_{max}/w_{kr}) od zastępczej średnicy ziarna koksu, półkoksu i węgla kamiennego.

Stąd powinno być $\frac{w_{max}}{w_{kr}} \cong \frac{2}{3} \cdot 100$ czyli $w_{max} \cong 66 w_{kr}$ (12)

Jednakże systematyczne doświadczenia nad fluidyzacją drobnopiękistych paliw stałych (koks, półkoks, węgiel kamienny i węgiel drzewny) dokonane w toku niniejszej pracy nie potwierdzają równania (12). Doświadczenia wskazują, że stosunek (w_{max}/w_{kr}) nie jest wielkością stałą, a zależy od wielkości ziarna (dla tego samego paliwa i tego samego czynnika fluidyzującego). Co więcej, stosunek ten rośnie w miarę zmniejszania średnicy ziarna, a zmienność tę przedstawia rys. 11, w którym na osi odciętych odłożono iloraz (w_{max}/w_{kr}), a na osi rzędnych zastępczą średnicę ziarna paliwa.

W warunkach wykonanych w tej pracy doświadczeń, wielkość (w_{max}/w_{kr}) zmienia się od 5, dla ziarna o średnicy zastępczej $d_z = 0,594$ mm, do ok. 20, dla ziarn paliw o $d_z = 0,162$ mm. Otrzymane wyniki są jakościowo zgodne z badaniami Lewisa (10), według którego stosunek szybkości względnej do szybkości swobodnego opadania jest kilkakrotnie większy dla ziarn o średnicy 40 mikronów, niż dla ziarn 200 mikronów. Natomiast warto zaznaczyć, że wielkość (w_{max}/w_{kr}) $\cong 70$ odpowiada, jak wynika z ekstrapolacji (linia kreskowana) zależności przedstawionej na rys. 11, średnicy ziarna rzędu 50 mikronów.

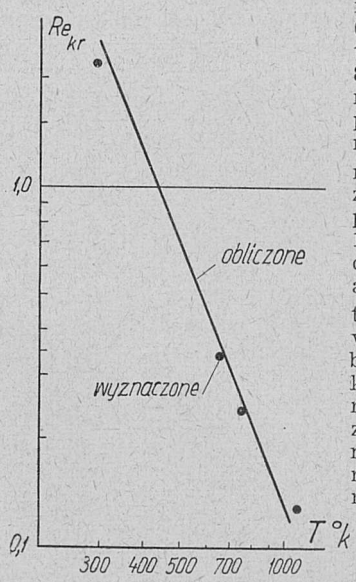
4. Zastosowanie wyników doświadczeń

Na podstawie równania 10 i wykresu 11 można przewidzieć zakres istnienia złoża fluidalnego drobnopiękistego paliwa stałego w różnych warunkach temperatury, co może być przydatne przy próbach zgazowania paliw stałych w złożu ruchomym (fluidalnym czy zawieszinowym).

Dla krytycznej oceny równania (10) zastosujemy go do paru zagadnień, związanych z techniką zgazowania paliw drobnopiękistych.

Zagadnienie 1.

Podczas prób zgazowania paliwa w złożu pseudo-wrzącym zauważono, że szybkości przepływu gazu, konieczne do fluidyzacji złoża, stają się coraz mniejsze w miarę, jak przechodzimy do coraz wyższych temperatur. Powoduje to nawet pewne trudności doświadczenia, np. trudność dokładnego pomiaru małych ilości pary wodnej przy zgazowaniu paliwa w 1000°C w reaktorze laboratoryjnym (2) (dokładny pomiar jest pożądanym dla wyznaczenia stopnia rozkładu pary wodnej). Czy na podstawie równania (10) można przewidzieć zależność Re_{kr} od temperatury?



Przyjmijmy, że poddajemy fluidyzacji koks o uziarnieniu 0,25—0,42 mm, za pomocą azotu w temperaturach od 20° do 800°C. Podstawiając do równania (10) odpowiednie wartości paliwa i czynnika fluidyzacyjnego obliczamy Re_{kr} dla różnych temperatur w żądanym zakresie. Wyniki obliczeń przedstawione są na wykresie 12 (skala logarytmiczna) linią ciągłą o nachyleniu ujemnym, a więc Re_{kr} zmniejsza się z temperaturą według funkcji wykładniczej. Wzdłuż tej linii bardzo dobrze grupują się punkty wyznaczone doświadczalnie. Zatem równanie (10) pozwala przewidzieć w poprawny sposób wpływ temperatury na szybkość krytyczną w szerokim zakresie temperatur.

Rys. 12. Porównanie obliczonej i doświadczalnej zależności Re_{kr} od temperatury.

Zagadnienie 2.

W doświadczalnym generatorze o średnicy szybu 25 cm ma być poddany próbie zgazowania miał koksowy o uziarnieniu 0,84 — 0,42 mm (średnica zastępcza ziarna $d_z = 0,594$ mm) za pomocą pary wodnej. Jaka może być największa szybkość masowa podmuchu, jeżeli ciężar właściwy paliwa jest 1700 kg/m^3 , a temperatura złoża 1200°C ? Jakie będzie zapotrzebowanie pary w tym generatorze? Nie uwzględniając w obliczeniu wstępnym zmian własności fizycznych gazu w wyniku reakcji chemicznej znajdujemy dla pary wodnej w 1200°C

$\gamma_1 = 0,15\text{ kg.m}^{-3}$ oraz $\mu = 4,6 \cdot 10^{-6}\text{ kg.sek. m}^{-2}$. Podstawiając odpowiednie wartości do równania (10) otrzymujemy:

$$G_{kr} = 2,57 \cdot 10^{-4} \cdot (0,594 \cdot 10^{-3})^2 : (1,7 \cdot 10^3)^{1,2} \cdot (1,5 \cdot 10^{-1})^{0,8} \cdot (4,6 \cdot 10^{-6})^{-1}$$

czyli $G_{kr} = 0,0325\text{ kg}$ pary na m^2 przekroju szybu i sekundę. Z wykresu 11 możemy odczytać, że dla paliwa o średnicy ziarna $d_z = 0,594$ mm, stosunek (w_{max}/w_{kr}) jest równy ok. 5. Oznacza to, że górna graniczna szybkość fluidyzacji $w_{max} = 5w_{kr}$, albo $G_{max} = 0,1625\text{ kg/m}^2\text{.sek.}$

Ponieważ powierzchnia przekroju szybu generatora doświadczalnego o średnicy 25 cm jest $490,9\text{ cm}^2$, to maksymalne zużycie pary będzie $0,04909 \cdot 0,1625 \cdot 3600\text{ kg/godz.}$ czyli $28,7\text{ kg/godz.}$ Wynika stąd, że jeżeli w omawianym generatorze doświadczalnym ma być zachowane stabilne złożo fluidalne koksu o podanej granulacji, to największy dopuszczalny przepływ pary będzie ok. 29 kg/godz. Wynik może być przydatny przy projektowaniu aparatury półtechnicznej.

Mgr inż. WACŁAW KIJEWSKI,
Mgr inż. JAN KŁOSIŃSKI,
Dr inż. BŁAŻEJ ROGA
Główny Instytut Górnictwa
Zakład Chemicznej Przeróbki Węgla

5. Oznaczenia stosowane w tekście

- A, B = współczynniki
 d_z = zastępcza średnica ziarn paliwa obliczona jako $\sqrt{d_1 \cdot d_2}$, mm
 d_1, d_2 = wymiary oczek sit znormalizowanych, za pomocą których uzyskano daną frakcję paliwa,
g = przyspieszenie ziemskie, m. sek⁻²,
G = szybkość masowa przepływu gazu, kg.m⁻².sek⁻¹,
 G_{kr} = krytyczna masowa szybkość fluidyzacji, kg.m⁻².sek⁻¹,
 w_{max} = górna graniczna szybkość fluidyzacji, największa szybkość fluidyzacji, m. sek⁻¹,
K = współczynnik proporcjonalności,
w = liniowe prędkości przepływu gazu, m. sek⁻¹,
 γ_1, γ_2 = ciężar właściwy złoża albo gazu, kg.m⁻³,
 μ = lepkość gazu, kg.sek.m⁻²,
x, y, z, w = wykładniki (bezwymiarowe),
Re = liczba Reynoldsa.

LITERATURA

1. Leśniewicz L., Przemysł Chemiczny, 9, 628 (1953)
2. Ciborowski J., Leśniewicz L., Przemysł Chemiczny, 8, 501 (1952)
3. Laidler K., Chemia i Technika, t. 8, Warszawa, 1950.
4. Szyszakow I., Osnovy proizvodstva gorjuczich gazow, Moskwa, 1948,
5. Leva M., Chem. Engng. Progr., 45, 563 (1949)
6. Leva M., Chem. Engng., 56, nr 5, 115 (1949)
7. Leva M., i in., Ind. Engng., Chem., 41, 1206 (1949)
8. Miller C. Logwinuk A., Ind. Engng. Chem., 43, 1220 (1951)
9. Brötz W., Chem. Ing.-Technik, 24, 60 (1952)
10. Lewis W. i współprac., Ind. Engng. Chem., 41, 1104 (1949)

Badania nad odgazowaniem węgla płomiennych
w piecach gazowniczych

(część II)

Seria III i IV. Odgazowanie mieszanki węgla niespiekającego z kopalni „A” z węglem gazowo-koksowym z kopalni „C” o składzie 1:1. Sortyment dla obu węgli miał-ziarno 0 — 10 mm.

	Seria III	IV
Czas trwania doświadczenia	35 godzin	60 godzin
Ogólna ilość załadowanych komór	18	30
Przeciętny czas koksowania	20 godzin	20 godzin

Własności fizyko-chemiczne mieszanek i ich komponentów

TABLICA 10

L.p.	Nr węgla	Rodzaj węgla	Analiza techniczna					LR
			W ^a	A ^a	V ^a	A ^s	V ^b	
1	MM1b	miał z kopalni „A”	5,32	26,09	24,94	27,56	36,36	0
2	1c		6,01	18,96	27,78	20,10	36,96	0
3	1d		5,81	23,22	25,93	24,65	36,45	0
4	1e		5,64	25,14	25,76	26,64	37,21	0
		średnio	5,70	—	—	24,74	36,75	—
5	C1a	miał z kopalni „C” pobrany z hałdy	2,41	14,64	23,79	15,00	28,68	36,4
6	1b		2,73	15,72	29,61	16,16	36,31	30,2
7	1c		3,23	16,08	26,72	16,62	33,11	22,9
		średnio	2,79	—	—	15,93	32,70	—
8	MC1d	mieszanka „A” i „C” z hałdy	5,85	19,53	26,74	20,74	35,83	1,1
9	C2a	miał z kopalni „C” świeży	2,44	13,58	30,26	13,92	36,03	35,9
	C2b		2,44	20,32	29,72	20,83	38,48	26,4
	C2c		2,56	15,81	30,47	16,23	37,32	31,8
		średnio	2,38	—	—	16,99	37,28	—
10	MC2c	mieszanka „A” i „C” świeży	3,41	17,03	28,92	17,63	36,35	21,7

Odgazowanie mieszanek węgla niespiekającego z gazowo-kokсовym wykonane zostało w dwóch seriach. W serii III dysponowano węglem z kopalni „C”, leżącym przez pewien czas na haldzie. Węgiel ten stracił w pewnym stopniu swoje własności koksownicze, co uwydatniło się w bardzo wysokiej ścieralności uzyskanego koksu i w słabej wydajności gazu. Na skutek tego doświadczenie zostało przerwane i rozpoczęto nową serię ze świeżym węglem z kopalni „C”. O ile wyniki wytrzymałości mechanicznej koksu nie uległy tu wielkiej zmianie, to wydajność gazu znacznie wzrosła. Wyniki obu serii zestawiono łącznie.

W tablicy 10 podano własności fizyko-chemiczne użytych mieszanek i ich komponentów.

Dane dotyczące działania aparatury przedstawiają się następująco:

Wysokość podpału dla obu serii jak poprzednio, średnio 5140 kg. Wysokość temperatur w kanałach grzewczych pieców nie uległa istotnej zmianie, tak że przytoczenie tych danych uznano za zbyteczne.

Średnie temperatury w aparatach do kondensacji i oczyszczania gazu:

	Seria	
	III	IV
Chłodnica powietrzna	58°C	58 °C
„ Reuttera	20°C	16,1°C
Odsmalacz	25°C	21 °C
Fluczka amoniakalna	22°C	20 °C
Przed licznikiem gazu	23°C	17,8°C
Przeciętna wysokość ssania gazu	6 mm H ₂ O	5 mm H ₂ O
Średnie ciśnienie gazu przed wejściem do gazomierza	161,3 mm H ₂ O	170,2 mm H ₂ O

Dane dotyczące wielkości wsadu węglowego, wydajności i własności fizyko-chemicznych wyprodukowanego koksu ilustruje tablica 11.

Ilości gazu i jego charakterystykę podaje tablica 12.

TABLICA 11

Wielkość poszczególnych ładunków węgla, wydajność koksu i jego charakterystyka (seria III i IV)

Seria	L.p.	Węgiel			Koks													
		Piec Nr	Ciężar wsadu kg	Nr próby	Uzysk kg	Analiza techniczna			Tempe- ratura zapłonu °C	Ciepło spalania kcal/kg	Analiza sitowa				Próba bębnowa wg Micum			
						W	A ^a	V ^a			< 5	5—17	17—40	> 40	> 40	40—20	20—10	< 10
III	1		—	MM1	1590	13,07	22,63	3,81	—	—	37,5	24,1	20,1	18,3	5,5	33,5	20,9	40,1
	2		1880	MM2	1440	17,80	—	—	—	—	29,1	15,5	31,5	23,9	2,7	20,6	22,6	54,1
	3		1820	MM3	1490	20,50	—	—	—	—	33,5	34,8	14,9	16,8	1,0	22,8	22,6	53,8
	4		—	MM4	1480	21,00	20,81	4,16	380—387	—	34,9	34,8	13,5	17,6	8,4	31,6	20,0	40,0
mokrego			1850		1470													
Średnio suchego			1741,8		1204,1	18,09												
IV	5		1890	MM5	1509	15,60	21,59	3,93	—	—	30,9	42,9	14,1	12,1	3,2	19,1	20,6	49,1
	6		—	MM6	1490	19,30	22,46	4,77	—	—	36,0	42,0	10,7	11,3	2,9	22,9	26,2	48,0
	7		1910	MM7	1520	14,80	24,36	4,67	405—408	5548	34,0	38,0	15,3	12,7	1,5	25,0	31,5	42,0
	8		—	MM8	1440	25,00	25,79	4,49	—	—	17,5	41,3	16,5	24,7	1,1	21,6	27,0	50,3
	9		1890	MM9	1530	15,00	—	—	—	—	18,7	24,0	29,0	28,0	2,2	22,2	23,1	52,5
	10		—	MM10	1410	14,40	—	—	—	—	16,0	38,0	21,3	24,7	1,3	25,6	18,8	54,3
mokrego			1896		1482													
Średnio suchego			1831,3		1224,9	17,35												

Ilość gazu i jego własności fizyko-chemiczne (seria III i IV)

TABLICA 12

Se- ria	Odczyt dzień/ godzina	Stan gazomierza m ³	Przybyło gazu m ³		Analiza gazu								Ciepło spalania kcal/m ³	Ciężar właściwy	Ciepło spa- lania wg kaloryme- tru reje- strującego kcal/m ³
			produk- cyjnego	w warun- kach 0 °C 760 mmHg	CO ₂	C _m H _n	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂				
III	1/1 ⁰⁰ początek	67574100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	3354,38	0,523	2400—4000 2400—4200
	2/12 ⁰⁰ koniec	67581900	7800	6987,2	5,99	1,61	0,30	15,36	40,99	14,00	21,75	—			
IV	1/20 ⁰⁰ pocz.	67633600	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	3791,76 3964,44 3755,44		3000—4400 2400—4400 2900—4200 2900—4400
	2/12 ⁰⁰	—			6,10	2,24	1,54	13,61	38,76	18,60	19,15	—			
	3/12 ⁰⁰	46100			6,34	2,20	1,29	13,67	39,40	20,27	16,83	—			
	4/12 ⁰⁰	53100			7,60	2,40	2,15	15,17	38,05	17,63	17,00	—			
	4/16 ⁰⁰ koniec	67654100	20500	18538,7	—	—	—	—	—	—	—	—			
Średnio					6,72	2,27	1,66	14,15	38,73	18,82	17,66	3837,21	0,520		

Z tablic powyższych wynika:

	Seria	
	III	IV
Ogólna ilość załadowanego węgla wsadowego	18.1850 = 33300	30.1896 = 56880 kg
o średniej zawartości wilgoci	5,85 %	3,41 %
ilość załadowanego węgla suchego	31352,4 kg	54939 kg
wydajność koksu mokrego na 1000 kg węgla wsadowego	79,5 %	78,2 %
wydajność koksu mokrego na 1000 kg węgla suchego	84,4 %	80,9 %
wydajność koksu suchego na 1000 kg węgla suchego	69,1 %	66,9 %
średnia wydajność gazu z 1000 kg węgla wsadowego		
(w temperaturze 23°C i pod ciśnieniem 161,3 mm H ₂ O)	234,2 m ³	
(w temperaturze 17,8°C i pod ciśnieniem 170,2 mm H ₂ O)		360,4 m ³
średnia wydajność gazu w warunkach normalnych z 1000 kg węgla suchego	222,9 Nm ³	337,8 Nm ³
średnie ciepło spalania 1 m ³ gazu w warunkach normalnych	3807,22 kcal/Nm ³	4243,95 kcal/Nm ³

Obliczenie wydajności smoły dla serii IV:

Wysokość poziomu smoły w zbiorniku rozdzielczym na początku doświadczenia 15 cm, na końcu 57 cm.

Średni ciężar właściwy smoły surowej	1,106
średnia zawartość wody	1,3 %
ilość smoły uzyskanej	3834,6 l

co odpowiada	4241 kg
ilość otrzymanej smoły bezwodnej	4195,9 kg
średnia wydajność smoły bezwodnej na węgiel suchy	7,64 %

Wynik ten należy również uważać za zbyt wysoki. Nie stety nie można tu podać wartości wyliczonych, gdyż z doświadczeń nad odgazowaniem węgla z kopalni „B” nie posiadamy odpowiednich danych. Nie podano również wyników wydajności smoły dla serii III. Czas trwania doświadczeń dla tej serii był tak krótki, że wyniki uwzględniające owe prymitywne warunki pomiaru byłyby bardzo niedokładne, tak że w sprawozdaniu je pominięto.

Seria V. Odgazowanie węgla niespiekającego, wydobywczego z kopalni „B”, o ziarnie 16—31,5 mm (groszek I).

Czas trwania doświadczeń — 7 dni 12 godz.

Ogólna ilość załadowanych komór — 101.

Średni czas odgazowania 16—20 godz.

Własności węgla wsadowego zestawiono w tablicy 13.

Dane dotyczące działania aparatury: średnia wysokość podpału 5410 kg, przeciętna temperatura kanałów grzewczych przedstawiała się jak poprzednio. Dla porównania przytacza się dane z dnia 26.V.1952 (tablica 14).

Przeciętne temperatury w aparatach do kondensacji oraz do oczyszczania gazu:

Chłodnica powietrzna	62,6°C
„ Reuttera	16,0°C
Odsmalacz	18,4°C
Płuczka amoniakalna	15,4°C
Przed licznikiem gazu	13,1°C
Ssanie gazu średnio	1—3 mm H ₂ O
Ciśnienie gazu przed wlotem do gazomierza	165,4 mm H ₂ O

Wielkość wsadu węglowego, wydajność i jakość uzyskanego koksu przedstawia tablica 15, ilość gazu i jego charakterystykę tablica 16.

Charakterystyka fizyko-chemiczna węgla wsadowego (seria V)

TABLICA 13

Lp.	Nr węgla	Analiza techniczna					LR	Ciepło spalania kcal/kg	Analiza sitowa		
		Wa	Aa	Va	As	Vb			0—5	5—10	> 10
1	KG1	7,79	9,88	32,25	10,71	39,16	0	6290			
2	KG3	7,32	12,73	30,08	13,73	36,78	0	—			
3	KG5	8,89	5,44	31,73	5,96	36,83	0	6501			
4	KG7	9,53	3,83	32,79	4,23	37,84	0	—			
5	KG9	7,25	5,55	32,82	5,98	37,63	0	—			
Średnio		8,16	—	—	8,13	37,65	—	6395	4	13	83

Temperatury kanałów grzewczych w ciągu przedostatniego dnia doświadczenia

TABLICA 14

Zmiana	Piec	K a n a ł y					
		zewn.	1/2	2/3	3/4	4/5	zewn.
1	I	1000	1020	1060	1020	960	1100
	II	1020	1040	920	980	940	920
2	I	1040	1050	1100	1040	980	1040
	II	1120	1080	980	1020	920	860
3	I	1020	1040	1080	1020	960	1060
	II	1100	1060	980	1000	940	900

TABLICA 15

Ilość gazu i jego własności (seria V) TABLICA 16

TABLICA 16

Przeciętne temperatury w aparaturze do kondensacji i oczyszczania gazu:

Własności węgla wsadowego (seria VI)

TABLICA 17

L.p.	Nr węgla	Analiza techniczna					LR	Ciepło spalania kcal/kg	Analiza sitowa			
		W ^a	A ^a	V ^a	A ^s	V ^b			0—5	5—17	17—40	> 40
1	KO 1	8,38	3,54	32,98	3,86	37,44	0	6778				
2	3	9,88	4,34	33,57	4,80	38,90	0	—				
3	5	9,50	6,10	32,52	6,74	38,53	0	—				
4	7	9,78	3,87	33,18	4,28	38,42	0	6610				
5	9	9,52	4,03	33,47	4,25	38,71	0	—				
6	11	9,22	5,97	31,48	6,57	36,71	0	—				
7	13	9,51	8,48	30,77	9,26	37,47	0	—				
Średnio		9,40	—	—	5,68	38,03	—	6694	8,0	5,0	43,7	43,3

Chłodnica powietrzna

61,7°C

Ciężary poszczególnych wsadów węgla, wydajność i jakość uzyskanego koksu, ilość gazu i jego charakterystykę podają tablice 18 i 19.

„ Reuttera

26,8°C

Odsmalacz

25,1°C

Płuczka amoniakalna

22,5°C

Na 5 skrzyni do odsiar-

Z powyższego wynikają następujące wielkości:

czania gazu

21,6°C

Ogólna ilość załadowanego węgla wsadowego 156.1807 = 281892 kg

Przed licznikiem

18,0°C

Ssanie gazu średnio

1—4 mm H₂O

Ilość załadowanego węgla wsadowego przeliczona na węgiel suchy

Ciśnienie gazu przed wlo-

tem do gazomierza 168,7 mm H₂O

255387,6 kg

Wielkość wsadu węglowego, uzysk koksu i jego charakterystyka (seria VI)

TABLICA 18

L.p.	Węgiel			K o k s													
	Piec Nr komory	Ciężar wsadu kg	Nr próby	Uzysk kg	Analiza techniczna			Tempe- ratura zapłonu °C	Ciepło spalania kcal/kg	Analiza sitowa				Próba bębnowa wg Micum			
					W	A ^a	V ^a			< 5	5—17	17—40	> 40	>40	40—20	20—10	<10
1	I/3	1832	KO1a	1270	10,8	15,23	4,00	—	6184	17,8	17,2	65,0		1,8	51,0	22,6	24
2	I/4	1852	2a	1240	23,0	—	—	—	—	11,0	20,0	69,0		3,5	52,7	22,0	21
3	I/3	1782	3a	1230	10,9	10,35	4,09	377—384	—	14,0	23,0	63,0		2,2	54,7	20,6	22
4	II/3	1922	4a	1280	13,4	—	—	—	—	9,0	25,0	66,0		2,8	51,1	22,9	23
5	I/3	1802	5a	1320	11,2	7,86	2,37	—	—	13,0	23,0	64,0		2,5	46,9	22,9	27
6	II/3	1782	6a	1320	10,9	—	—	—	—	18,0	29,0	53,0		2,7	53,6	20,7	21
7	I/2	1794	7a	1346	15,0	16,17	6,00	365—372	6100	15,0	21,0	64,0		2,3	51,4	22,2	24
8	II/4	1767	8a	1290	20,0	—	—	—	—	11,3	18,7	36,7	33,3	2,1	48,9	24,5	24
9	I/5	1774	9a	1290	14,3	10,80	3,17	—	—	10,7	11,3	32,0	46,0	2,7	48,8	23,2	25
10	II/2	1774	10a	1305	16,2	—	—	—	—	12,0	15,3	31,3	41,4	2,5	49,6	22,6	25
11	II/2	1799	11a	1297	19,1	18,22	4,41	—	—	10,0	14,0	32,60	44,0	5,2	52,1	19,8	22
mokrego				1807,0													
Średnio																	
suchego				1637,1	1097,6	14,98											

Ilość gazu i jego własności (seria VI)

TABLICA 19

Odczyt data/godz.	Stan gazomierza m ³	Przybyło gazu		Analiza gazu							Ciepło spalania kcal/m ³	Ciężar właś- ciwy	Ciepło spa- lania wg wskazań ka- lorymetru rejestr. kcal/m ³
		produkcyj- nego m ³	zreduko- wanego 0°C, 760 mmHg	CO ₂	C _m H _n	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂			
1/20 ⁰⁰ pocz.	67829800	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3000—5200
2/18 ⁰⁰	34800			8,50	1,82	1,91	18,59	38,88	16,22	14,08	3639,02	0,552	2900—4600
3/12 ⁰⁰	42900			8,20	1,75	0,15	16,52	42,83	17,79	12,76	3833,08	0,535	3100—4400
4/12 ⁰⁰	50800			8,66	1,82	0,16	17,45	41,91	18,80	11,20	3942,63	0,528	3100—4600
5/12 ⁰⁰	58600			7,70	1,98	0,08	18,47	41,63	15,24	10,90	4037,34	0,524	3000—4500
6/12 ⁰⁰	66000			5,94	1,28	0,20	17,78	41,19	19,57	14,04	3053,90	—	3100—4600
7/12 ⁰⁰	73300			7,92	1,60	0,13	16,40	35,05	20,76	18,14	3846,26	0,555	3600—4400
8/12 ⁰⁰	80500			7,27	1,83	1,25	17,67	41,73	17,05	12,40	3855,24	0,575	3200—4600
9/12 ⁰⁰	87900			—	—	—	—	—	—	—	—	0,536	3400—4400
10/12 ⁰⁰	95000			5,50	2,30	1,05	15,00	44,73	20,25	11,17	4184,37	0,555	3300—4400
11/12 ⁰⁰	67902100			—	—	—	—	—	—	—	—	0,575	3300—4600
12/10 ⁰⁰													
koniec	67908650	78850	71753,5										
12/12 ⁰⁰				8,36	1,54	0,40	18,08	42,42	16,73	12,47	3726,67	0,491	3100—4300
Średnio				7,56	1,77	0,59	17,33	41,15	18,58	13,02	3880,06	0,543	

Średnia wydajność koksu mokrego na 1000 kg węgla wsadowego	71,4%
Średnia wydajność koksu mokrego na 1000 kg węgla suchego	78,9%
Średnia wydajność koksu suchego na 1000 kg węgla suchego	67,0%
Wydajność gazu w temperaturze 18°C i pod ciśnieniem 168,7 mm H ₂ O z 1000 kg węgla mokrego	279,7 m ³
ciepło spalania gazu	3880,06 kcal/m ³
Wydajność gazu w warunkach normalnych z 1000 kg węgla wsadowego	254,5 Nm ³
Wydajność gazu w warunkach normalnych z 1000 kg węgla suchego	280,9 m ³
ciepło spalania gazu	4262,25 kcal/Nm ³

Dane dotyczące wydajności smoły przedstawiają się następująco:

Uzyskano smoły za okres doświadczenia	8827,0 kg
Średnia zawartość wody 2,6%	229,5 kg
Ciężar smoły bezwodnej	8597,5 kg
Wydajność smoły bezwodnej na suchy węgiel	3,37%

Jej własności na podstawie wyników analizy z przeciętnej próby w ilości 1 kg przedstawiają się następująco:

Zawartość wody	2,6%
W odwodnionej smole	
Ciężar właściwy przy 20°C	1,074
Części nierozpuszczalnych w benzenie	1,5%
Zawartość popiołu	0,2%
Destylacja z 1000 g	
Frakcja do 170°C	0,8%
„ 170—230°C	15,0%
„ 230—270°C	13,7%
„ powyżej 270°C	25,0%
Pak o temperaturze mięknienia 70°C	45,1%
Straty destylacyjne	0,4%
	100,0%

Zasadnicze składniki smoły:

Zawartość olejów kwaśnych w frakcji do 270°C	10,8%
„ zasad pirydynowych w frakcji do 270°C	1,2%
„ naftalenu surowego suchego w frakcji do 270°C	0,0%
„ antracenu surowego suchego w frakcji powyżej 270°C	0,0%
„ parafiny w frakcji powyżej 270°C przy 0°C	1,5%

Zestawienie ostateczne dla serii VI:

Z odgazowania 1000 kg suchego węgla uzyskano:

gazu (0°C, 760 mm Hg)	280,9 Nm ³
koksu suchego	670,0 kg
smoły bezwodnej	33,7 kg

Omówienie wyników

Dokonując przeglądu zestawionych wyników naszych doświadczeń omówimy przede wszystkim warunki fizyczne w stosowanych piecach i aparaturze do kondensacji i czyszczenia gazu, po czym zajmiemy się węglem wsadowym, wreszcie gazowymi, stałymi i ciekłymi produktami jego odgazowania.

1. Piec i aparatura do kondensacji i czyszczenia gazu

Wyniki pomiarów temperatur kanałów grzewczych wskazują na to, że proces odgazowania węgla odbywał się w granicach temperatur 900—1000°C. Były to dostateczne warunki termiczne do pełnego odgazowania węgla. Świadczą o tym również wyniki zawartości części lotnych w uzyskanym koksie. To samo dotyczy średniego czasu odgazowania i wielkości podpału.

Dane z pomiaru temperatur, wielkości ssania i ciśnienia w chłodnicach, płuczkach, ssakach, odsmalaczu, skrzyniach czyszczących i gazomierzu wykazują, że przez cały ciąg doświadczeń zachowano warunki w skali technicznej możliwie stałe. Należy na tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że minimalna wielkość ssania była jeszcze często zbyt duża, jak na produkowaną ilość gazu. Uwydatnia się to również w zawartości składników niepalnych w gazie.

2. Węgiel

Węgiel wsadowy dla wszystkich serii doświadczeń należy na podstawie zestawionych wyników analiz poszczególnych ładunków uważać w skali technicznej za jednolity. Odnosi się to zarówno do czystych sortymentów jak i mieszanek.

Przeciętne wyniki analizy technicznej dla poszczególnych serii zestawiono w tablicy 20.

Tablica 20

Przeciętne wyniki analizy technicznej węgla dla poszczególnych serii

Węgiel z kopalni	Sortyment	Analiza techniczna			LR
		Wa	As	Vb	
„A”	groszek I	8,17	6,21	35,10	3,0
	orzech II	7,09	6,63	35,27	2,0
„B”	groszek I	8,16	8,13	37,65	0
	orzech II	9,40	5,68	38,03	0
„A”	mieszanka 0—10 mm	5,85	20,74	35,83	1,1
„C” 1:1	mieszanka 0—10 mm	3,41	17,63	36,35	21,7

Z danych tablicy 20 wynika, że wszystkie trzy sortymenty węgla z kopalni „A” (orzech II, groszek I i miał), jak i oba sortymenty (orzech II, groszek I) z kopalni „B” są, jak już zaznaczono wyżej, węglami płomiennymi. Zwraca uwagę znaczna zawartość substancji mineralnej we wszystkich węglach, a zwłaszcza w miałe węgla z kopalni „A”. Wpłynęło to bezsprzecznie w dużym stopniu na własności mechaniczne uzyskanego koksu z mieszanek. Liczby Rogi dla mieszanek i ich komponentów nie wykazują własności adytywnych. Podane w tablicach wielkość nadziarna i podziarna dla poszczególnych sortymentów są zgodne z Polskimi Normami (2). Ogólna masa wsadu węglowego dla poszczególnych serii nie odbiegała znacznie od sumarycznej masy wszystkich transportów wagonowych.

3. Produkty odgazowania

Gaz. W tablicy 21 zestawiono wyniki przeciętnych własności gazu produkcyjnego dla obu serii węgla z kopalni „A” i węgla z kopalni „B”.

Z zestawionych danych widać, że skład poszczególnych gazów dla obu sortymentów tej samej kopalni praktycznie jest identyczny; dla obu kopalni nie różni się wiele od siebie.

Porównując jego własności z przeciętnymi własnościami technicznych gazów palnych (tablica 22) (6) zwraca uwagę znaczna zawartość składników niepalnych CO₂, O₂, N₂.

Pewien wpływ na taką ich ilość należy przypisać nieszczelnościom ścian komór i starego już rurociągu fabrycznego oraz wspomnianym wyżej trudnościom ze ssaniem gazu. Dla gazu z węgla z kopalni „B” zawartość N₂ jest niższa niż dla węgla z kopalni „A”.

Przeciętne własności gazu z odgazowania węgla płomiennych z kopalni „A” i „B”

TABLICA 21

Seria	Kopalnia Sortyment	Skład gazu %							Ciepło spalania kcal/Nm ³	Gęstość względna
		CO ₂	C _m H _n	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂		
I	„A” groszek I	5,56	1,59	1,76	16,05	35,77	17,49	21,78	3844,88	0,542
II	„A” orzech II	6,19	1,48	1,39	16,04	37,99	14,15	22,76	3603,60	0,543
V	„B” groszek I	7,72	1,55	1,57	16,04	40,75	16,25	15,02	3870,74	0,563
VI	„B” orzech II	7,56	1,77	0,59	17,33	41,15	18,58	13,02	4262,25	0,543

Tablica 22

Własności technicznych gazów palnych

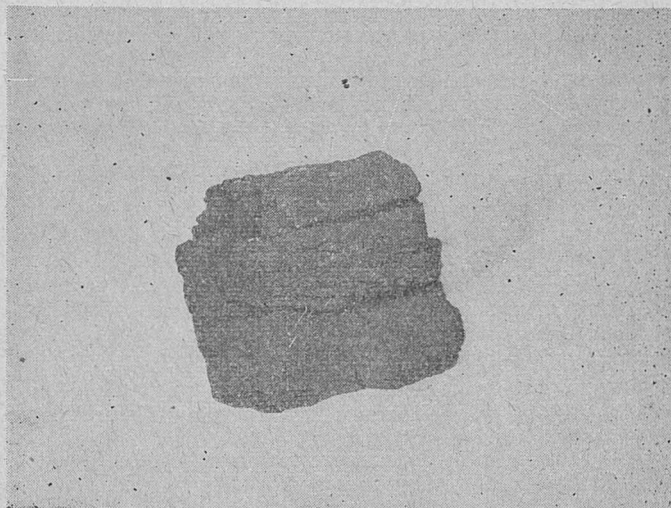
Rodzaj gazu	Gaz świat- lny	Gaz węglo- wy	Gaz koks- owni- czy	Gaz miejski wg norm sprzed 1914 r.	Gaz miejski znorma- lizowany (Niemcy)
Ciepło spalania kcal/Nm ³	5900	5500	4650	5060	4300
Wartość opałowa kcal/Nm ³	5260	4900	4130	4530	3830
CO ₂ %	2	2,0	2,1	2,8	4,0
OMHn %	4	3,5	2,1	2,9	2,0
CO %	8	8,5	6,2	16,6	21,5
H ₂ %	50	52,5	53,3	50,0	51,5
CH ₄ %	34	30,0	25,0	25,1	17,0
N ₂ %	2	3,5	11,3	2,6	4,0
Gęstość względna (powietrze = 1)	0,41	0,40	0,41	0,44	0,47

Średnia gęstość względna naszych gazów jest dosyć wysoka i wynosi przeciętnie 0,550. Jest to wywołane ową wysoką zawartością niepalnych gazów. Ich średnie ciepło spalania waha się w granicach 3600—4200 kcal/Nm³, gdy dla gazu świetlnego wynosi ono 5900 kcal/Nm³, dla gazu miejskiego znormalizowanego — 4300 kcal/Nm³ (5).

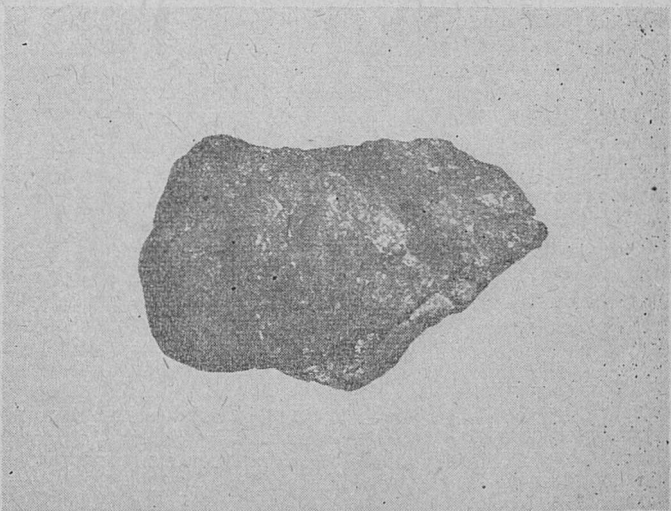
Jeśli chodzi o ilość uzyskanych gazów z poszczególnych serii doświadczeń, to przede wszystkim należy stwierdzić, że jest ona niezbyt wielka, mimo wysokiej zawartości części lotnych w węglu wsadowym i waha się w granicach 280 — 400 Nm³/1 tonę suchego węgla, gdy przeciętnie wynosi ona 370 Nm³/1 tonę węgla suchego gazowego. Zarówno dla węgla „A” jak i „B” ilość gazu uzyskanego z sortymentu groszek I jest wyższa od ilości gazu z węgla orzech II.

Co do własności gazu uzyskanego z obu mieszanek węgla z kopalni „A” i „B” widzimy, że skład ich niewiele odbiega od składu gazów z odgazowania czystego węgla z kopalni „A” czy „B” (tablica 12). To samo dotyczy ciepła spalania, wydajności i gęstości względnej. Podobnie jak i wyżej ilości otrzymanego gazu są raczej niewielkie. Specjalnie duże ilości otrzymano z odgazowania mieszanek: węgla z kopalni „A” + miał z kopalni „C”, pobrany z hałdy leżącej na zakładzie kilka tygodni.

Koks. Koks z odgazowania czystych węgla. Otrzymane koks z odgazowania obu sortymentów węgla z kopalni „A” i „B” odznacza się zupełnie inną strukturą niż normalne koks z węgla gazowo-kokso- wych. Otrzymane ziarna są nie większe niż ziarna użytego węgla. Jest to zrozumiałe, że względu na zupełny brak spiekalności zastosowanych węgla. Uzyskane koks posiadają barwę ciemnoszarą bez charakterystycznego srebrnego połysku dla koks z węgla spiekających. Poza tym odznaczają się zupełnym brakiem widocznej porowatości. Swoim wyglądem przypominają jakby jeszcze sprasowany węgiel. Poszczególne byłyby są twarde i wytrzymałe na uderzenie. Wygląd uzyskanych koksów przedstawiono na rys. 1 i 2.



rys. 1.



rys. 2

Własności fizyko-chemiczne otrzymanych koksów. Rozkład poszczególnych ziarn koks przedstawia się następująco:

Dla koks z węgla groszek z kopalni „A” na ziarno < 17 mm przypada od 28 do 39%.

Dla koks z węgla groszek z kopalni „B” na ziarno < 17 mm przypada od 26 do 49%.

Dla koks z węgla orzech z kopalni „A” na ziarno < 17 mm przypada od 18 do 33%.

Dla koks z węgla orzech z kopalni „B” na ziarno < 17 mm przypada od 22 do 47%.

Stanowi to w stosunku do użytego węgla przyrost ziarna 17 mm o ca 68—175%. Dla koksu z węgla orzech II przyrost frakcji < 17 mm powstaje przede wszystkim kosztem frakcji węgla 17—40 mm (tablica 6, 8, 17, 18). Ilość frakcji > 40 mm na ogół dla obu węgla nie ulega zmianie.

Wytrzymałość mechaniczna koksu. Próbe bębnową Micum wykonano, jak już powiedziano wyżej, tylko ze względu na oznaczenie ścieralności (frakcja < 10 mm). Dla węgla groszek I z obu kopalń ścieralność mieści się w granicach 16—25, dla węgla orzech II wynosi ona ca 13—27. Liczby te odpowiadają przeciętnym liczbom ścieralności koksów opałowych. Z przedstawionych własności mechanicznych nie widać istotnej różnicy między kokсами z obu sortymentów i kopalń.

Własności fizyko-chemiczne koksów. Na podstawie wyników analizy technicznej można powiedzieć, że ilość zasadniczych składników uzyskanych koksów jest w warunkach ruchowych podobna. Zwraca uwagę dla wszystkich koksów znaczna zawartość wody, wywołana dłuższym niż normalny czasem gaszenia koksu, zwłaszcza dla drobniejszych sortymentów.

Wysokość temperatury zapłonu oznaczonej dla niektórych wg metody Świętosławskiego i Rogi z modyfikacją Olpińskiego (6) odpowiada średniej temperaturze zapłonu koksów polskich (7).

Wysokość ciepła spalania dla obu sortymentów mieści się w granicach 6000—6500 kcal/kg koksu powietrznego. Jest ono nieco niższe niż dla przeciętnych koksów polskich.

Wydajność koksu. Nie widać specjalnej różnicy w wydajności koksu w zależności od sortymentu i kopalni użytego węgla. Średnia wydajność suchego koksu wynosi 62—74% w stosunku do suchego węgla. Wielkości te odpowiadają średnim wydajnościom koksu z węgla koksującego (8).

Koks z mieszanek. Koks z odgazowania mieszanek węgla „A” i „C”, zarówno dla serii III jak i IV odznacza się przede wszystkim bardzo niską wytrzymałością mechaniczną. Otrzymany po wygaszeniu koksu ładunek przedstawia się w postaci mieszaniny miału, małych ziaren i brył w wielkości 80—120 mm. Bryły te jednak już po kilku lekkich uderzeniach rozpadają się na małe ziarna, a nawet na miał. Z wyników analizy sitowej dla obu serii widać, że koksu o frakcji > 40 mm jest zaledwie średnio 20%. Ziarna te po próbie bębnowej Micum dają tylko przeciętnie 2% ziaren > 40 mm.

Praktycznie koks ten transportowany na pewną odległość, po kilku przeładunkach rozpada się na małe ziarna wielkości 0—18 mm.

Wydajność jego waha się w granicach 66—69%, co odpowiada również przeciętnej wydajności koksu z odgazowania węgla gazowo-koksowych (9). Własności fizyko-chemiczne dla koksów z obu serii nie różnią się w zasadzie od własności koksów otrzymanych poprzednio z czystych węgla. Należy dodać, że koksownia nie posiadała urządzeń mielniczo-mieszalniczych. Przygotowanie mieszanki odbywało się w sposób mało dokładny — przez ręczne mieszanie i lepsze rozdrobnienie obu komponentów wpłynęłoby niewątpliwie na poprawę własności mechanicznych uzyskanych koksów.

Smola. Dla smół z odgazowania obu sortymentów węgla z kopalń „A” i „B” średnia wydajność wahała się w granicach 3,03—3,56. Odpowiada to przeciętnej wydajności smoly koksowniczej i gazowniczej z pieców komorowych (9). Porównując wydajność z obu sortymentów węgla widzimy, że dla węgla groszek I wydajność smoly jest bezwzględnie wyższa, niż dla smół z węgla orzech II. Otrzymane smoly są cieczami ruchliwymi o barwie ciemnobrunatnej. Ich zawartość wolnego węgla jest nieznaczna i wynosi średnio 1—2%. Z wyników analizy z próbki 1-kilogramowej dla smół z odgazowania orzechów węgla z kopalni „A” i kopalni „B” widać, że skład ich na ogół jest jednakowy. Zwraca uwagę niska zawartość paku, wolnego węgla, zupełny brak naftalenu i antracenu.

Porównując własności otrzymanych smół na podstawie wyników powyższych analiz, jak również i wyników zupełnej analizy smoly surowej z węgla orzech II kopalni „A”, z próby

50-kilogramowej z przeciętnymi własnościami krajowych i obcych smół gazowniczych i koksowniczych z pieców komorowych (10), można powiedzieć, że smoly z odgazowania obu węgla zbliżone są własnościami do typowych smół gazowniczych z węgla gazowo-koksowych, przy czym wyróżniają się one bardzo niską zawartością paku, kosztem zwiększonej ilości olejów antracenowych.

Smola z mieszanek węgla kopalni „A” i „C” posiada na ogół podobne własności, jak smoly z samych węgla „A” i „B”. Z wykonanej analizy dla smoly serii IV zwraca uwagę niższa zawartość wody (1,3%).

W zakończeniu omówienia wyników doświadczeń podajemy ogólne zestawienie wydajności poszczególnych produktów dla wszystkich serii wykonanych pomiarów (tablica 23).

TABLICA 23

Seria	Węgiel		Gaz		Koks	Smola
	Kopalnia	Sortyment	Wydaj. Nm ³ /t węgla suchego	Ciepło spalania kcal/Nm ³	Wydajność % *)	Wydajność % **)
I	„A”	groszek I	420,3	3844,90	73,9	3,45
II	„A”	orzech II	350,0	3603,60	65,1	3,03
V	„B”	groszek I	299,3	3870,74	61,8	3,56
VI	„B”	orzech II	280,9	4262,25	67,0	3,37
III	„A” „C” (węgiel stary)	mieszanka (1:1) miał 0—10 mm	222,9	3807,22	69,1	—
IV	„A” „C” (węgiel świeży)	mieszanka (1:1) miał 0—10 mm	337,8	4243,95	66,9	—

*) Wydajność koksu obliczono na suchy koks z suchego węgla.

**) Wydajność bezwodnej smoly na suchy węgiel.

Z zestawionych wyników widać, że dla wszystkich serii zarówno wydajności gazu jak i koksu są nieco niższe niż przy węglach typowo gazowo-koksowych, przy równoczesnym nieobniżeniu wydajności smoly. Przyczyna tego zjawiska leży w dużej zawartości wilgoci stosowanych tu węgla, które jako węgle młodsze zawierają wyższy procent wody higroskopijnej, a również prawdopodobnie dają przy procesie odgazowania wyższy procent wody rozkładowej, powstałej z rozkładu kwasów huminowych substancji węglowej. To ostatnie należałoby sprawdzić laboratoryjnie w aparaturze Fischera-Schradera.

Wnioski ogólne

Wykonane w skali technicznej doświadczenia nad odgazowaniem węgla płomiennych i ich mieszanek z węglami gazowo-koksowymi pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Zastosowanie jako węgla wsadowego w gazowni węgla płomiennego w postaci sortymentów, zarówno drobnych jak i grubszych, nie narządza żadnych specjalnych trudności w ruchu pieców i aparatów do kondensacji i czyszczenia gazu.

To samo można powiedzieć o odgazowaniu mieszanek węgla płomiennego z kopalni „A” z węglem gazowo-koksowym z kopalni „C”, o składzie mieszanki 1:1.

2. Wydajność gazu z odgazowania zarówno sortymentów węgla z kopalni „A” i „B”, jak i mieszanek węgla z kopalni „A” i „C”, jest wprawdzie niższa niż w przypadku stosowania węgla gazowych, ale jednak jego średnie ciepło spalania odpowiada w zasadzie normom gazu miejskiego, natomiast stosowanie ruchu mokrego pieców dla tego typu węgla winno być ograniczone, celem uniknięcia zbytniego obniżenia ciepła spalania gazu.

3. Wydajność i własności uzyskanej smoły nie odbiegają od przeciętnych wydajności i jakości smoły gazowniczej.

4. Średni uzysk koksu z sortymentów węgla z kopalń „A” i „B” odpowiada w przybliżeniu wydajnościom koksu gazowniczego. Własności mechaniczne są zbliżone do średnich własności mechanicznych koksów opałowych. Dotyczy to również ciepła spalania. Temperatura zapłonu jest rzędu temperatur zapłonu koksów opałowych wielkopieczowych. Z tego należy wnioskować, że uzyskany koks z obu sortymentów może być stosowany jako paliwo o nieco mniejszej reaktywności niż przeciętny koks opałowy.

Zastosowanie mieszanek węgla płomiennych z węglem gazowo-koksowym w składzie 1:1 nie daje koksu o dostatecznej wytrzymałości mechanicznej.

5. W urządzeniach gazowniczych można stosować do procesu odgazowania węgiel płomienny i gazowo-płomienny typu 32 i 31, z zastrzeżeniem stosowania sortymentów węgla o znacznym stopniu czystości, tj. o zawartości substancji mineralnej maksimum 10%.

6. Stosowanie mieszanek węgla gazowo-koksowych i płomiennych jest możliwe w zakładach gazowniczych posiadających urządzenia mielniczo-mieszalnicze, z tym, że skład mieszanek musi być indywidualnie opracowany dla każdego zakładu gazowego.

Kierownictwo Gazowni jak i personel techniczny (mistrzowie) starali się stworzyć jak najlepsze warunki do wykonania niniejszych doświadczeń, za co należy im się specjalne podziękowanie.

Mgr inż. LUDWIK OBIDOWICZ

O oszczędnym wykonawstwie i projektowaniu instalacji gazowych

Instalacje gazowe, jako urządzenia rozprowadzające gaz w budynkach mieszkalnych i zakładach przemysłowych, traktowane były dotychczas, a czasami i obecnie, jako urządzenia podrzędnego znaczenia w stosunku do innych instalacji, np. wodociągowo-kanalizacyjnych lub centralnego ogrzewania. Jest to wynikiem niezrozumienia ich zadania.

Ze względu na bezpieczeństwo użytkowników gazu, każdy instalator powinien mieć na uwadze to, że gaz jest trujący oraz, że zmieszany z powietrzem tworzy mieszanki wybuchowe. Z tego powodu wykonanie instalacji gazowych powinno być jak najstaranniejsze. Przez jak najstaranniejsze wykonanie należy rozumieć użycie właściwych i dobrych materiałów (rur, kształtek, szczeliwa, kurków) do wykonania instalacji oraz sumienny i dokładny montaż przewodów.

Szczelność przewodów zależna jest nie tylko od rur, które rzadziej wykazują uszkodzenia, lecz przede wszystkim od starannego wykonania złączy, przez użycie dobrych konopi, złączek oraz właściwe wykonanie gwintów.

Należy unikać nadmiaru łączników, co często spotyka się w instalacjach. Instalacje powinny być wykonane w sposób prosty i przejrzysty, najkrótszymi odcinkami, powinny być łatwo dostępne. Ze względu na łatwy dostęp do rur, bez późniejszego zrywania tynku, przewody gazowe należy układać zewnątrz, jako niezakryte. Stosując niezakryty sposób układania przewodów osiąga się następujące korzyści.

1) Przewody gazowe są w każdej chwili dostępne dla dokonania napraw w przypadkach ich nieszczelności lub konieczności usunięcia zanieczyszczeń (zatkań).

2) Unika się kucia bruzd, co powoduje dodatkowe koszty i niszczenie cegły.

3) Unika się układania przewodów gazowych we wspólnej bruzdzie z przewodami wodociagowymi lub kanalizacyjnymi, co często ma miejsce na budowach.

4) W czasie wykonania prób szczelności instalacji miejsca nieszczelne z łatwością można wykryć.

Każda instalacja gazowa składa się z następujących odcinków: 1) dopływu głównego, tj. odcinka od gazociągu głównego do kurka ogniowego w piwnicy, 2) dopływu rozdzielczego, od kurka do pionu, 3) pionu, 4) połączeń gazomierzowych, 5) przewodu użytkowego, 6) odgałęzień, 7) połączeń przyborów stałych lub węzłów.

Dopływ główny (rys. 1) z reguły wykonywany jest ze spadem w kierunku gazociągu głównego, a zakończony jest trójnikiem dla łatwego przeczystczenia dopływu. W dopływie znajduje się kurek ogniowy i długi gwint. Dopływ w przej-

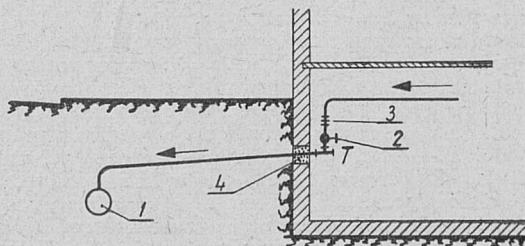
Objaśnienia symboli stosowanych w analizie technicznej węgla i koksu.

W	— wilgoć całkowita
W ^a	— woda higroskopijna
V ^a	— części lotne w węglu lub koksie powietrzno-suchym
V ^b	— części lotne w węglu lub koksie suchym i bezpopiołowym
A ^a	— popiół w węglu lub koksie powietrzno-suchym
A ^s	— popiół w węglu lub koksie suchym
LR	— liczba spiekania wg Rogi.

LITERATURA

1. Polskie Normy PN-G/97002
Laskowski T., Roga B., Biuletyn IW, Komunikat nr 60 (1949)
2. Polskie Normy PN-G/97001
3. F. Schuster, Laboratoriumsbuch für Gaswerke und Gasbetriebe aller Art, tom II, 149 (1948)
4. Normy Koksownicze Kom. Op. Przem. Koksowniczego, Analiza zupełna smoły surowej
5. Bunte K., Gas-u. Wasserfach, 74, 941 (1931); Poradnik Koksochemika, tom II, 222 (1951)
6. Świętosławski W., Roga B., Przemysł Chemiczny, Olpiński W., Gabrys P., Biuletyn I. W., Komunikat nr 59 (1949)
7. Poradnik Koksochemika, tom I, 470 (1951)
8. Poradnik Koksochemika, tom II, 19 (1952)
9. Poradnik Koksochemika, tom II, 599 (1952)
10. Poradnik Koksochemika, tom II, 597 (1952).

ściu przez mur fundamentowy powinien być starannie izolowany, gdyż jest to miejsce, gdzie najczęściej dopływy ulegają niszczeniu.



Dopływ rozdzielczy wykonuje się ze spadem również w stronę gazociągu głównego i w takim przypadku należy pod pionem umieścić tylko trójnik zamknięty zatyczką. Jeżeli dopływ ułożony jest ze spadem w kierunku pionu, pod pionem należy umieścić odwadniacz o długości 30 cm. Zbytne jest umieszczanie odwadniaczy pod pionami, gdy dopływ rozdzielczy posiada spadek w kierunku gazociągu głównego. Osiąga się przez to oszczędność w rurach, np. dla 10 pionów w bloku mieszkalnym $10 \times 0,3 = 3$ m, lub $10 \times 0,5 = 5$ m rur. Jeżeli osiedle składa się np. z 50 bloków mieszkalnych daje to oszczędność $50 \times 3 = 150$ m rur, zaś w drugim przypadku $50 \times 5 = 250$ m rur.

Piony prowadzone zewnętrznie wymagają przebiccia poprzez stropy. W tych miejscach należy je umieszczać w tulejkach i starannie izolować. Pod pionem należy umieścić trójnik lub odwadniacz. W gorze, w ostatniej kondygnacji, pion należy zamknąć zatyczką. Dla uniknięcia powikłań i oszczędnego wykonania instalacji lepiej jest projektować kilka pionów zamiast jednego, wówczas uzyskuje się przejrzysty układ przewodów użytkowych za gazomierzem.

Najwięcej błędów popełnia się przy wykonywaniu połączeń gazomierzowych, co w konsekwencji wymaga wykonywania w przyszłości przeróbek. Połączenia gazomierzowe powinny być tak wykonane, aby gazomierz można było swobodnie umieścić bez narażania jego szyjek na zerwanie i tak, aby z łatwością można go było wmontować w instalację. Kurek gazomierzowy powinien być łatwo dostępny i umieszczony w odcinku pionowym nad gazomierzem. Przy niezakrytym układzie instalacji wężki są niepotrzebne. Lepiej jest

umieszczać gazomierze zewnętrznie, jako widoczne, zamiast umieszczania ich we wnękach, a to dlatego, że gazomierz łatwiej jest załączyć do instalacji i odłączyć od niej, jak również łatwiej jest dokonać odczytu. Połączenia należy wykonywać jako ruchome, tzn. z możliwością dopasowania ich do rozstępu osi wlotu i wylotu gazomierza. Gazomierze powinny znajdować się z dala od liczników elektrycznych i na wysokości 1,8 m od podłogi.

Przewody użytkowe za gazomierzem należy prowadzić ze spadem w kierunku przyborów i palenisk gazowych najkrótszą drogą. Odgałęzienia do przyborów i palenisk winny być zamknięte kurkami węzowymi lub kurkami przelotowymi.

Przewody spalinowe grzejników wody powinny odpowiadać następującym warunkom:

1. Powinny być wykonane z blachy stalowej pocynkowanej.
2. Średnica ich powinna odpowiadać średnicy wylotu grzejnika wody.
3. Przewody należy szczelnie łączyć z grzejnikiem i kominem.
4. Przewody należy prowadzić wznosząco, najkrótszą drogą do kominu.
5. Wysokość umieszczenia grzejnika powinna być taka, aby palenisko znajdowało się na wysokości 1,5 m od podłogi.
6. Załamania przewodów należy wykonać łagodnymi łukami.
7. Komin odprowadzający spalinę z grzejników wody powinien posiadać dostateczne wymiary: 14×14 cm, lub 14×20 cm.

Należyte odprowadzanie spalin to jeden z podstawowych warunków zdrowotnych korzystania z łazienek, poza należytą wentylacją, tj. doprowadzeniem świeżego powietrza.

Do zaprojektowania w sposób właściwy instalacji gazowej konieczne są następujące wartości: 1) zapotrzebowanie gazu przez przybory i paleniska, 2) długość przewodów, 3) strata ciśnienia.

Zapotrzebowanie gazu (normy gazu). Zwykle i powszechnie do obliczania zapotrzebowania gazu w danym bloku mieszkalnym przyjmuje się zużycie gazu przez kuchnię szafkowe z piekarnikami i grzejniki wody, wg wzoru

$$Q = 2,5 \cdot K + 3 \cdot P \quad \text{m}^3/\text{godz.}$$

gdzie: K — liczba kucheni o zużyciu każda $2,5 \text{ m}^3/\text{godz.}$, P — liczba pieców kąpielowych o zużyciu $6 \text{ m}^3/\text{godz.}$

Mieszkania w nowych blokach wyposażone są w kuchnie 2-palnikowe, o zużyciu gazu $1 \text{ m}^3/\text{godz.}$, wobec czego zapotrzebowanie gazu dla gospodarstw domowych przyjmuje się $Q = K + 3P \text{ m}^3/\text{godz.}$ Porównując zapotrzebowanie gazu dla bloku o 48 mieszkaniach w pierwszym wypadku otrzyma się $Q = 2,5 \cdot 48 + 3 \cdot 48 = 264 \text{ m}^3/\text{godz.}$, zaś w drugim, tzn. dla kucheni 2-palnikowych i grzejników wody $Q = 1 \cdot 48 + 3 \cdot 48 = 192 \text{ m}^3/\text{godz.}$

Z tablicy 2, podającej obciążenia w zależności od ilości obliczeniowych punktów odbioru, w artykule inż. Milewskiego (GWTS, 6/54), dla 48 punktów odbioru, czyli mieszkań zgazyfikowanych, po zastosowaniu współczynnika jednoczesności, wypada $0,145 \cdot Q = 48 \cdot 8,5 \cdot 0,145 = 59 \text{ m}^3/\text{godz.}$ Odpowiada to zużyciu gazu przez wszystkie kuchnie 2-palnikowe, tj. 48 m^3 , zaś rezerwa dla 48 grzejników wody wynosi 11 m^3 . Przyjmujemy nawet, że wszystkie kuchnie korzystają tylko z 1 palnika, tj. zużywają $48 \cdot 0,5 = 24 \text{ m}^3/\text{godz.}$, wobec czego dla 48 grzejników pozostanie $59 - 24 = 35 \text{ m}^3/\text{godz.}$, tj. na 1 grzejnik $35/48 = 0,7 \text{ m}^3/\text{godz.}$ Założmy, że połowa grzejników będzie czynna, zatem na 1 grzejnik wypada $1,4 \text{ m}^3/\text{godz.}$, co nie jest wystarczające dla zrobienia kąpieli i dopiero, gdy $1/3$ grzejników będzie czynna, wypada na 1 grzejnik $0,7 \cdot 3 = 2,1 \text{ m}^3/\text{godz.}$ Z rozważań wynika, że w bloku o 48 mieszkańach, czyli odbiorcach gazu, przy założeniu, że odbiorca będzie korzystał z 1 palnika, zapotrzebowanie gazu wyniesie $48 \cdot 0,5 \text{ m}^3/\text{godz.} = 24 \text{ m}^3/\text{godz.}$, oraz $1/3$ grzejników będzie czynna, tj. $59 - 24 = 35 \text{ m}^3/\text{godz.}$, czyli na 1 grzejnik wypada $2,1 \text{ m}^3/\text{godz.}$

Teoretycznie jest wszystko w porządku, ale czy nie zaistnieją wypadki, że odbiorcy będą korzystali z obu palników kucheni i równocześnie połowa grzejników będzie czynna?

Podam przykład z kuchenkami 2-palnikowymi, a w wypadku kucheni szafkowych z piekarnikami zużycie będzie większe. Wydaje mi się, że obliczanie instalacji dla tak niskich norm zużycia doprowadziłoby do obniżenia ich sprawności.

Budynki mieszkalne należy traktować jako zespoły odbiorców w ilościach odpowiadających ilości mieszkań w danym bloku. Osiedle składa się zazwyczaj z wielu bloków. Dla wszystkich bloków można brać pod uwagę odpowiednią jed-

noczesność zużycia, poprzednio podaną jako podstawę do obliczania sieci zewnętrznej. Jednakże, do obliczeń instalacji każdy blok traktować należy oddzielnie. Przyjmujemy, że w podanym już bloku o 48 odbiorcach, w czasie korzystania z kucheni tylko przy 1 palniku, połowa odbiorców będzie robiła kąpiele, wówczas instalacja nie odpowie swemu zadaniu, gdyż nie dostarczy żądanych ilości gazu. A trzeba się z tym zgodzić, że może zaistnieć w praktyce wypadek, że wszystkie kuchnie będą czynne i $1/3$ lub połowa grzejników wody, wówczas instalacja nie będzie w stanie dostarczyć potrzebnych ilości gazu, gdyż w podanym przykładzie zapotrzebowanie gazu wyniesie: $Q = 48 \cdot K + 2 \cdot P = 48 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 48 + 32 = 80 \text{ m}^3/\text{godz.}$

Współczynniki jednoczesności obliczane wzorem $\sqrt{n}$ lub wzorem logarytmicznym podanym w „Gazosnabżenię gorodow” są czysto teoretycznymi wartościami.

W „Gazosnabżenię gorodow” na str. 78 podano współczynniki jednoczesności dla przyborów gazowych. Dla ilości mieszkań 21—50 współczynnik jednoczesności wynosi 0,45, tzn. 45%. W tejże pracy, część III, str. 71 i 72 podano sposób obliczania współczynników jednoczesności oraz gotowe tablice, uwzględniające normy zużycia gazu w budynkach mieszkalnych, dla ilości mieszkań do 150, a wyposażonych w tzw. płyty, czyli kuchnie szafkowe o zużyciu $2,5 \text{ m}^3/\text{godz.}$, małe grzejniki wody o zużyciu $2,5 \text{ m}^3/\text{godz.}$ i grzejniki łazienkowe o zużyciu $6,0 \text{ m}^3/\text{godz.}$ Podane w tablicach współczynniki wynoszą od 0,118—1,0. Dla stołówek, zakładów gastronomicznych, szkół podano współczynniki jednoczesności od 0,6—1.

Długość przewodów ustala się przeważnie na podstawie planu. Układ instalacji gazowej w budynku powinien być taki, aby długość przewodu była jak najmniejsza. Należy unikać zbędnych odcinków. Jeżeli długość przewodów użytkowych jest zbyt wielka, oszczędniej jest zaprojektować dodatkowy pion. Z kalkulacji długości rur można ustalić, w jakich wypadkach należy stosować dodatkowy pion w miejsce długich i rozgałęzionych przewodów użytkowych.

Strata ciśnienia dla całej instalacji 1 mieszkania łącznie z gazomierzem powinna wynosić 13—20 mm SW, czyli ciśnienie sieciowe przed domem winno wynosić najmniej 55—60 mm SW, aby uzyskać ciśnienie palnikowe 35—40 mm SW. Strata ciśnienia nie można przyjmować zbyt wysokich do obliczeń średnic instalacji ze względu na niskie ciśnienie sieciowe. Można powiedzieć, że strata ciśnienia dla instalacji domowych jest wielkością stałą, a o średnicy decyduje ilość gazu, tj. obciążenie godzinowe (normy zużycia) i długość poszczególnych odcinków instalacji.

Przykład. Zaprojektować instalację gazową dla bloku mieszkalnego 4-klatkowego o 48 mieszkaniach zgazyfikowanych.

Posługując się tablicą 2 obciążeń gazociągów, podaną przez inż. Milewskiego, otrzyma się następujące średnice poszczególnych odcinków instalacji.

a) Jeden wspólny dopływ od gazociągu w ulicy.

Dopływ główny od gazociągu głównego do kurka ogniowego o długości 5 m dla straty ciśnienia $h = 2$ mm SW, $Q = 59 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 70$ mm.

Dopływ rozdzielczy w piwnicy od kurka ogniowego do pionu o długości 7 m dla przepływu $Q = 59 \text{ m}^3/\text{godz.}$ i straty ciśnienia $h = 2$ mm SW, $d = 70$ mm.

Dopływ rozdzielczy pod 4 piony w korytarzu piwnicy o długości 66 m, $d = 70$ mm, dla 2 pionów i $Q = 29 \text{ m}^3/\text{godz.}$, druga część pod następne dwa piony również $d = 70$ mm.

Piony od piwnicy do parteru dla każdej klatki schodowej o długości 3,5 m dla straty ciśnienia 2 mm SW, dla $Q = 59/4 = 15 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 40$ mm.

Te same średnice otrzyma się posługując się tablicami podanymi w „Gazosnabżenię gorodow” cz. III, str. 79—82, tabl. 13, 14, 15.

Przewodów użytkowych dla każdego odbiorcy nie obliczono, gdyż dla nich ilość gazu jest jednakowa, a współczynnik jednoczesności jest równy 1.

Obliczenie średnic instalacji gazowej w sposób dotychczasowy, tj. z uwzględnieniem współczynnika zmniejszającego 0,5 dla grzejników wody i dla jednego wspólnego dopływu do bloku.

$$Q = K + 3 \cdot P = 48 + 3 \cdot 48 = 48 + 144 = 192 \text{ m}^3/\text{godz.}$$

Dopływ główny do kurka ogniowego dla straty ciśnienia $h = 2$ mm SW, długości 5 m, $d = 100$ mm.

Dopływ rozdzielczy od kurka ogniowego do pionów dla straty ciśnienia $h = 2$ mm SW, o długości 7 m, $d = 100$ mm.

Dopływ rozdzielczy (poziom) w korytarzu piwnicy pod 2 piony o długości 33 m, straty ciśnienia $h = 2$ mm SW

$Q = 96 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 100 \text{ mm}$, druga część o tej samej średnicy $d = 100 \text{ mm}$.

Piony. Każda klatka otrzyma jeden pion, wówczas $Q = 192/4 = 48 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $h = 2 \text{ mm SW}$, długość $3,5 \text{ m}$, $d = 50 \text{ mm}$.

Przy zastosowaniu współczynnika $0,5$ tak dla kucharek i grzejników, co stosuje w praktyce „Miastoprojekt“, średnicę dopływu głównego i rozdzielczego do bloków mieszkalnych projektuje się $d = 80 \text{ mm}$, przy jednym wspólnym dopływie dla $Q = 48 + 6 \cdot P = 48 + 288 = 336 \cdot 0,5 = 168 \text{ m}^3/\text{godz.}$, dla $h = 4 \text{ mm SW}$.

b) *Dopływy na każdą klatkę oddzielnie*

Dopływy główne na każdą klatkę dla $l = 5 \text{ m}$, $h = 2 \text{ mm SW}$, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 40 \text{ mm}$.

Dopływy rozdzielcze w każdej klatce schodowej, $l = 7 \text{ m}$, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $h = 2 \text{ mm SW}$, $d = 40 \text{ mm}$.

Piony od piwnicy do parteru, $l = 3,5 \text{ m}$, $h = 2 \text{ mm SW}$, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 40 \text{ mm}$.

Obliczenie średnic instalacji gazowej dla oddzielnych dopływów na każdą klatkę schodową dotychczasowym sposobem:

$$Q = 192/4 = 48 \text{ m}^3/\text{godz.}$$

Dopływy główne na każdą klatkę $l = 5 \text{ m}$, $h = 2 \text{ mm SW}$, $Q = 48 \text{ m}^3/\text{godz.}$, $d = 50 \text{ mm}$.

Dopływy rozdzielcze: $d = 20 \text{ mm}$.

Piony do parteru: $d = 50 \text{ mm}$.

Stosując współczynnik $0,5$ tak dla kucharek i grzejników wody otrzymuje się:

$$Q = 48 + 6 \cdot 48 = 336 \cdot 0,5 = 168 \text{ m}^3/\text{godz.}$$

$$Q = 168/4 = 42 \text{ m}^3/\text{godz.}$$

Dla tej ilości średnic poszczególnych odcinków instalacji przy oddzielnych dopływach na każdą klatkę schodową wynoszą, tak dla dopływów jak i pionów, $d = 50 \text{ mm}$. I tak projektanci „Miastoprojektu“ projektują.

Porównując przykłady podane, tak dla wspólnego dopływu jak i oddzielnych dopływów, przy stosowaniu dotychczasowego sposobu, jak proponowanego przez inż. Milewskiego, dochodzi się do wniosku, że różnic wielkich nie ma. Tablica 1 podaje zestawienie wyników otrzymanych w przykładzie.

Należy dodać, że w obliczeniach „Miastoprojektu“ bierze się pod uwagę tylko kucharki 2-palnikowe. Większych średnic niż 32, 40, 50, 65, 80 mm dla dopływów głównych, rozdzielczych i pionów projektanci „Miastoprojektu“ nie projektują, tak dla wspólnego dopływu jak i dopływów oddzielnych na każdą klatkę schodową.

Wnioski

Dla oszczędnego wykonawstwa i projektowania instalacji gazowych należy uwzględnić następujące konieczne warunki:

Mgr inż. EUGENIUSZ GÓRECKI
Biuro Projektów Urządzeń Wodnych
Budownictwa Przemysłowego Warszawa

TABLICA 1

Porównanie projektowanych średnic instalacji gazowych dla bloku 4-klatkowego o 48 odbiorcach

Odcinek instalacji	Średnice d w mm wspólny dopływ na blok		Średnice d w mm oddzielne dopływy na każdą klatkę	
	proponowany sposób	dotychczasowy sposób	proponowany sposób	dotychczasowy sposób
Dopływ główny	70	80	40	50
Dopływ rozdzielczy	70	80	40	50
Piony	40	50	40	50

1. Instalacje gazowe należy projektować i wykonywać jako niezakryte, ze względu na łatwy do nich dostęp, uniknięcie kucia bruzd, niszczenia cegieł i dodatkowych kosztów.

2. Odwadniacze należy umieszczać pod pionami w tych przypadkach, gdy dopływy główny i rozdzielczy lub tylko dopływ rozdzielczy układany jest ze spadem w kierunku pionów. W wypadku, gdy spadek dopływów jest skierowany w stronę gazociągu głównego, wystarcza pod pionem umieścić trójnik z zatyczką.

3. Aby uniknąć rozgałęzionych przewodów użytkowych, oszczędniej jest zastosować kilka pionów.

4. Dopływy główne do piwnic należy projektować i wykonywać z trójnikiem zamkniętym zatyczką.

5. Dla domów wieloklatkowych należy projektować i wykonywać oddzielne dopływy na każdą klatkę schodową przez co osiąga się oszczędności w długościach i średnicach rur oraz unika trudności w wykonawstwie i projektowaniu w związku z innymi przewodami i wymaganiami TOPL.

6. Należy stosować jednolity współczynnik jednoczesności $0,5$ tak dla kucharek, kuchen szafkowych, jak i grzejników wody w gospodarstwach domowych.

7. Dla stołówek, zakładów gastronomicznych, szkół — współczynnik jednoczesności wynosi od $0,6$ do 1 .

8. W blokach mieszkalnych wieloklatkowych instalacje należy obliczać dla każdej klatki schodowej oddzielnie, w zależności od ilości pionów przypadających na klatkę.

9. Współczynnikowi jednoczesności podlegają przy oszczędnym projektowaniu tylko dopływy główne, dopływy rozdzielcze i piony.

Nowe zagadnienia usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych w wodzie surowej, ściekach i osadach ściekowych

Część I

I. Niektóre nowe problemy w technice sanitarnej

Ludzkość opanowując produkcję energii atomowej weszła rzeczywiście w nową erę. Nowa zdobycz ludzkości, rozwijając przed nami szerokie perspektywy rozwoju nauki w zakresie fizyki jądrowej, daje możliwości zastosowań praktycznych dla celów pokojowych, dla dobra ludzkości.

Polscy uczeni mają w tej dziedzinie już pewne osiągnięcia: zorganizowano szereg zakładów badawczych i laboratoriów, utworzono zespoły naukowe, które od pewnego czasu pracowały w dziedzinie badań jądrowych i nad budową stosu atomowego. W obecnej chwili, w Zakładzie Izotopów Promieniotwórczych PAN w Warszawie, pod kierownictwem prof. A. Sołtana kończy się budowę wysokociężowego akceleratora, służącego do badania i sztucznego wytwarzania izotopów promieniotwórczych. Również Zakład Fizyki Jądrowej Atomowego Instytutu Fizyki PAN w Krakowie, pod kierownictwem prof. H. Niewodzańskiego, prowadzi bu-

dowy pewnych instalacji do przeprowadzania badań naukowych nad jądrem atomowym. W kwietniu 1955 r. otrzymaliśmy ze Związku Radzieckiego¹⁾ izotop promieniotwórczy ko-

¹⁾ Decyzja Rządu ZSRR z dnia 17 stycznia 1955 r. o pomocy naukowo-technicznej i produkcyjnej niektórym państwom, m. in. i Polsce, określiła zakres pomocy w sposób następujący:

— Związek Radziecki dostarczy stopy atomowe (reaktory jądrowe) o mocy do 5000 kW, które mogłyby być używane w przemyśle ale na pierwszym etapie będą służyć do stworzenia baz naukowych w postaci eksperymentalnych ośrodków badań atomowych dla dalszego rozwoju prac nad pokojowym wykorzystaniem energii atomowej (szkolenie kadr technicznych, produkcja izotopów promieniotwórczych itd.).

— Związek Radziecki dostarczy materiałów rozszczepialnych, zużywanych przez stopy atomowe, odnośnie zaś państwa dostarcza odpowiednich surowców. A więc jeszcze przed rozpoczęciem badań na mającym być dostarczonym stosie atomowym i utrzymaniem z niego sztucznych ciał promieniotwórczych, już w międzyczasie otrzymamy asortyment izotopów promieniotwórczych, który pozwoli na wcześniejsze rozpoczęcie badań i zastosowań w rękach polskich uczonych różnych specjalności.

baltu Co⁶⁰, wraz z aparatem do wykrywania wad w odlewach o większych przekrojach tzw. defektoskopem i już Zakład Radiologii Przemysłowej Instytutu Elektrotechniki rozpoczął z nimi badania. Wkrótce będą dostarczone izotopy węgla C¹⁴, cynku Zn⁶⁵, strontu Sr⁹⁰, cezu Cs¹³⁷ i talu Tl²⁰⁴. Również otrzymamy stos atomowy o mocy 2.000 kW i cyklotron, umożliwiające wszechstronne badania naukowe. Pozwoli nam to przeskoczyć trudny, długi i bardzo kosztowny etap budowy podstawowych urządzeń i znaleźć się od razu na właściwej drodze u progu ery atomowej w naszym kraju.

Ponieważ Polska nie miała dotąd ośrodków badań naukowych, nie było więc potrzeby, czy też możliwości, rozpoczęcia badań naukowych nad problemami oczyszczania i unieszkodliwiania wód i ścieków promieniotwórczych, odprowadzanych do miejskiej kanalizacji lub do rzek. Jak należy się spodziewać, z chwilą uruchomienia stosu atomowego i rozpoczęcia produkcji izotopów promieniotwórczych przez jeden lub kilka ośrodków badań atomowych — rozpoczną się również badania i kontrola nad obchodzeniem się, przechowywaniem, unieszkodliwianiem i usuwaniem zużytych materiałów odpadkowych oraz wody i ścieków promieniotwórczych z produkcji w tych ośrodkach. Będzie to dla techniki sanitarnej okres przygotowawczy, w ciągu którego należy przeszkolić kadry techniczne techników sanitarnych w zakresie technologii wody, ścieków i osadów promieniotwórczych.

Po okresie przygotowawczym, kiedy na dużą skalę rozpocznie się przemysłowa produkcja izotopów promieniotwórczych, które będą przydzielane w szerokim zakresie rozrzuconym na terenie całego kraju poszczególnym przemysłom dla celów produkcyjnych, laboratorium do badań naukowych, szpitalom dla celów leczniczych itd., wtedy na pewno w poszczególnych częściach kraju, miastach i osiedlach powstaną kłopotliwe problemy z powodu konieczności odprowadzania niebezpiecznych wód ściekowych promieniotwórczych do miejskiej kanalizacji, czy też pobliskiego odbiornika.

Rozwiązywanie zawiłych technicznych problemów, związanych z unieszkodliwieniem i usuwaniem wód i ścieków promieniotwórczych w momencie skoku z epoki pary i elektryczności w erę atomową — jest jeszcze trudne dla wielu z nas i wymaga przyswojenia pewnych pojęć i wiadomości naukowych z zakresu fizyki jądrowej oraz zapoznanie się z wynikami doświadczeń techniki sanitarnej w innych krajach. Technicy sanitarni powinni być również świadomi niektórych niebezpieczeństw, związanych ze stosowaniem energii atomowej.

Celem niniejszej pracy jest naszkicowanie obecnego stanu doświadczeń i badań nad skutkami promieniotwórczości w eksploatacji wodociągów i kanalizacji w nowej erze.

II. Pojęcie wstępne

Ogólnie znane są pierwiastki chemiczne o liczbach atomowych do 92, uszeregowane od najbliższego wodoru do najcięższego uranu, ostatnio (do r. 1951) odkryto pierwiastki o liczbie atomowej od 93 do 98, zaś teoretycznie istnieje jeszcze możliwość otrzymania tzw. pierwiastków transuranych o liczbach atomowych do 125.

Pierwiastki chemiczne składają się z atomów posiadających te same właściwości chemiczne; atom składa się z części centralnej, zwanej jądrem atomowym, w którym skoncentrowana jest praktycznie cała masa atomu oraz z otaczającej jądro powłoki niezmiernie lekkich elektronów³⁾.

Jądro składa się z dwóch zasadniczych rodzajów cząstek o prawie równych masach:

N elementarnych cząstek materii, tzw. neutronów, które nie posiadają ładunku (naboju) elektrycznego,

Z elementarnych cząstek materii, tzw. protonów, o dodatnim ładunku elektrycznym, równym co do wartości absolutnej ładunkowi elektronu.

W miarę wzrastającej przewagi ilości neutronów N w jądrze nad ilością protonów Z, pierwiastki stają się coraz cięższe. Masa jądra m składa się z sumy $N + Z$ cząstek zwanych nukleonami i oznacza się ją symbolicznie, np. jądro uranu o masie 238, złożone ze 146 neutronów i 92 protonów oznacza się symbolem ^{238}U , gdzie cyfra 92 oznacza numer porządkowy, tzw. atomowy, w tablicy Mendelejewa.

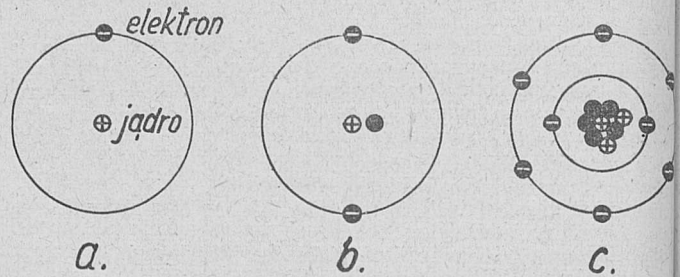
Badania Thomsona i Astona wykazały, że niemal każdy pierwiastek chemiczny przy tej samej ilości protonu Z może mieć szereg odmian atomowych o różnej wartości masy A,

³⁾ Masa elektronu wynosi $m_e = 9,106 \times 10^{-28}$ gr

Masa neutronu równa się $m_n = 1839 m_e$ gr

Masa protonu równa się $m_p = 1836,5 m_e$ gr

tzn. izotopów, w których ilość neutronów Z_1 może się różnić o jeden lub kilka neutronów od ilości Z.



Rys. 1a — Atom wodoru: 1 proton w jądrze i 1 obiegający elektron

Rys. 1b — Atom wodoru ciężkiego: 1 proton i 1 neutron w jądrze i 1 obiegający elektron

Rys. 1c — Ogólny schemat atomu. Z protonów i N neutronów w jądrze i wokół obiegające elektrony

70% znanych izotopów jest promieniotwórcze, zaś około 30% — izotopy trwałe³⁾.

W okresie 1896—1898 H. Becquerel wykrył promieniotwórczość, zaś małżonkowie Curie — pierwiastki promieniotwórcze (naturalne), których znamy około 40, znajdujących się w przyrodzie.

Rozpad naturalnych substancji promieniotwórczych ma przebieg powolny, np. samorzutny rozpad atomów radu Ra^{226} ma półokres rozpadu — 1622 lata, uranu U^{238} — 4,5 miliarda lat, toru Th^{232} — 13,9 miliarda lat. Okres połowicznego rozpadu danej substancji promieniotwórczej jest stały i oznacza okres, w ciągu którego liczba jąder zmniejsza się dwukrotnie.

Przebieg innych przemian jądrowych realizowany środkami laboratoryjnymi jest bardzo szybki. W 1919 r. Rutherford miał genialną myśl bombardowania azotu cząsteczkami alfa wysłanymi przez preparaty radowe. Przekształcił on jądra atomów azotu w jądra atomów tlenu, otrzymując przy tym jądro wodoru (wolny proton — rys. 1).

W 1933 r. małż. Joliot-Curie wykazali, że pewne przeobrażenia dawały w wyniku reakcji, zamiast trwałych jąder istniejących w naturze, inne jądra promieniotwórcze, nie spotykane w naturze (zjawisko sztucznej promieniotwórczości).

W 1939 r. badania Fermiego doprowadziły do zastosowania nowego rodzaju reakcji jądrowej, polegającej na zjawisku „rozszczipiania” jąder atomów uranu pod działaniem neutronów.

Łańcuchowa reakcja jądrowa powstaje, kiedy w procesie rozszczepienia atomu uranu na dwie prawie równe części zostają wyzwolone wtórne neutrony, które pochłonięte przez jądra uranu powodują ich rozszczepienie. Ilość rozszczepień wzrasta w stosunku geometrycznym, wyzwalając na raz olbrzymie ilości energii elektrycznej, ograniczone jedynie masą uranu. Według określenia prof. Einsteina energia wyzwolona (w ergach) przez dematerializację masy m (w gramach) wynosi $E = mc^2$, gdzie c — szybkość światła (ok. $3 \cdot 10^{10}$ cm/sec). Na wykorzystaniu energii jądrowej oparty jest właśnie działanie przemysłowych stosów atomowych, dzięki którym odpowiednia ilość energii zostaje wyzwolona powoli w sposób ciągły dla celów pokojowych, zamiast natychmiastowego wybuchu dla celów wojennych.

W dziele pokojowego zastosowania energii atomowej rozwój stosów atomowych, łącznie ze stosami wytwórczymi idzie w dwóch kierunkach:

- 1) maksymalnego zwiększenia produkcji paliwa dla energetycznego wykorzystania wyzwalającej się energii, która decyduje o ekonomice wykorzystania energii jądrowej dla uzyskiwania energii elektrycznej (elektrownia atomowa)
- 2) wykorzystania, jako źródła sztucznego otrzymywania izotopów promieniotwórczych, które potrzebne są dla różnych celów badawczych, przemysłowych, leczniczych itd.⁴⁾

³⁾ Wykaz izotopów znanych jest podany w zał. XIV do „Fizyki atomowej” E. Szpolskiego, PWN, Warszawa 1954.

⁴⁾ Izotopy promieniotwórcze produkuje się umieszczając dany pierwiastek w aluminiowej osłonie, pomiędzy kostkami grafitu ochronnego stosu atomowego i poddając go bombardowaniu neutronami. W technice sanitarnej izotopy promieniotwórcze stosowane są dla kontroli połączeń rurociągów w czasie budowy (metoda prześwietlania), do poszukiwań wody podziemnej, badań przepływu wody i ścieków (metoda znaczonych atomów) itd.

III. Zanieczyszczenia promieniotwórcze wód produkcyjnych i ścieków

Nowe i ważne zadania w dziedzinie techniki sanitarnej stawa przed nami rozwój nauki w zakresie fizyki jądrowej. Wykorzystanie kontaktu z nauką światową, a szczególnie z uczonymi radzieckimi, pozwoli nam uniknąć szeregu błędów i decydująco przyspieszyć rozwiązanie nowych, trudnych problemów w zakresie technologii wody i ścieków, które napotykamy u progu rozpoczynającej się ery atomowej.

Wyda się celowe, aby przed przystąpieniem do bardziej szczegółowego omówienia tych zagadnień, zapoznać się z najważniejszymi wymaganiami w zakresie promieniotwórczości, jakie za granicą są stawiane wodzie pitnej przed oddaniem jej do użytku ludności oraz ściekom przed wypuszczeniem ich do odbiornika.

Chcąc ocenić stopień niebezpieczeństwa, związany z zanieczyszczeniem wody i ścieków przez cząsteczki promieniotwórcze, należy ustalić jednostkę aktywności wody i ścieków, określić czas rozpadu zanieczyszczeń promieniotwórczych oraz wprowadzić normy dla dozwolonej koncentracji cząstek promieniotwórczych w wodzie i ściekach.

Jednostką miary ilości materiału promieniotwórczego jest curie (c) i przedstawia ilość izotopu promieniotwórczego, który emituje $3,7 \cdot 10^{10}$ cząstek alfa na sekundę⁵⁾. W praktyce wygodniej jest posługiwać się mniejszymi jednostkami niż milicurie (1 mc = 0,001 c = 37 rd) i mikrocure (1 μ c = 0,001 mc = 0,000001 c).

Poszczególne jądra podlegają przemianie w najrozmaitszych chwilach, wobec czego można określić tylko ich średni czas zużycia, ale w praktyce podaje się tzw. okres połowicznego rozpadu (tzw. półokres rozpadu), który waha się w granicach od 10^{-8} sek. do 10^9 lat; jako dobre środki dla rozmaitych badań i zastosowań używa się zwykle izotopy o tzw. półokresie rozpadu od 10^2 sek. do 10^3 lat.

Państwowy Komitet dla ochrony przed promieniowaniem w Stanach Zjednoczonych (NCRP) podał granice maksymalnej koncentracji⁶⁾ pewnych izotopów promieniotwórczych w wodzie i ściekach.

Indywidualną granicę dla zawartości tych izotopów w wodzie nadającej się do picia określono w założeniu stałego używania jej do picia w ciągu około 30 lat, które dzielą dwa pokolenia ludzkości.

W miarę dalszego rozwoju badań, indywidualne granice dla nie wymienionych w tab. 1 izotopów promieniotwórczych mogą się okazać niższe od 10^{-7} dla koncentracji w wodzie pitnej. Na ogół, należałoby traktować normy w tabl. 1 jako dające łagodne współczynniki bezpieczeństwa.

Natomiast Instytut Badań Medycznych w Wielkiej Brytanii przyjął do opracowania norm inne założenia, mianowicie, że każdy człowiek pijąc dziennie 2 litry wody będzie mógł żyć średnio 70 — 100 lat. Normy te są ostrzejsze od norm amerykańskich i zostały ostatecznie ujęte w zestawieniu maksymalnie dozwolonej koncentracji wody pitnej⁷⁾:

Substancje emitujące promienie alfa:

Ra²²⁶ — $4 \cdot 10^{-10}$ μ c/cm³
inne izotopy prom. — $2,4 \cdot 10^{-9}$ μ c/cm³

Substancje emitujące promienie beta:

Ca⁴⁵ i Sr⁹⁰ — $2 \cdot 10^{-8}$ μ c/cm³
inne izotopy prom. — $1 \cdot 10^{-6}$ „

Według Balé wyjątkowo dozwolone granice dla promieniotwórczości wody do picia w okresie bezpośrednim po atomowym wybuchu podaje tabl. 2⁸⁾.

⁵⁾ 1 curie Ra²²⁶ jest zawarte w 1 gr. natomiast 1 curie I¹³¹ przedstawia zaledwie 0,000008 gr. Ze względu na to, że większość ciał sztucznie promieniotwórczych emituje cząstki beta, przyjęto obecnie za jednostkę promieniotwórczości rutherford (1 rd = $1,0 \cdot 10^6$ rozpadów na sek.), np. P³² jest rzędu 100 rd. Najstabsze źródła, które jeszcze można badać za pomocą licznika Geigera-Müllera są rzędu 1 μ rd = 10^{-6} rd.

⁶⁾ p. Radioactive Waste Disposal przez F. W. Kittrel z Atomic Energy Commission, Oak Ridge, Tennessee (Sewage and Industrial Wastes, nr 8, 1952).

⁷⁾ „The Impact of Radioactivity on Public Health Engineering Services” A. Key and A. W. Kenny, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 8, 1952, London.

⁸⁾ Radioactivity Monitoring Devices, W. J. Lacy i B. Kahn. JAW-WA. 1, 1954.

TABLICA 1
Maksymalna dozwolona koncentracja niektórych izotopów promieniotwórczych w wodzie pitnej i odprowadzonych ściekach (USA)

Izotop promieniotwórczy		Maksymalna dozwolona koncentracja μ c/cm ³		Warunki
symbol	półokres rozpadu w dniach	woda pitna	ścieki	
Au ¹⁹⁸	2,69	$3 \cdot 10^{-3}$	—	Stale wprowadzanie do organizmu
P ³²	14,3	$2 \cdot 10^{-4}$	—	ditto
Hg ¹⁹⁷	2,7	10^{-7}	—	ditto
I ¹³¹	8,0	—	$5 \cdot 10^{-4}$	Dozwolona w ściekach miejskich przy stałym przepływie (24 g/dobę)
I ¹³¹	8,0	$3 \cdot 10^{-5}$	—	Stale wprowadzanie do organizmu
I ¹³¹	8,0	—	10^{-2}	Dozwolona w ściekach miejskich pod warunkiem zmieszania z 1 g KI na każde μ c I ¹³¹
Fe ⁵⁹	46,3	$1 \cdot 10^{-4}$	—	Dozwolone w ściekach miejskich przy stałym przepływie (24 g/dobę)
Ca ⁴⁵	152,0	$5 \cdot 10^{-4}$	—	
P ³²	14,3	—	10^{-4}	
Co ⁶⁰	1935,0	$2 \cdot 10^{-2}$	—	
Zn ⁶⁵	250,0	$6 \cdot 10^{-2}$	—	
As ⁷⁶	1,1	$2 \cdot 10^{-1}$	—	
Substancje emitujące beta i gamma	różne	10^{-7}	—	Również dotyczy nieznanych lub mieszaniny izotopów promieniotwórczych

TABLICA 2

Ilość dni użytkowa- nia wody	Promienie beta gamma	Promienie alfa
	dopuszczalne $\mu\text{c/ml}$	
10	$9 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$
30	$3 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$
	bezpieczne $\mu\text{c/ml}$	
10	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
30	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$

Nieprzestrzeganie norm maksymalnej dozwolonej koncentracji izotopów promieniotwórczych w wodzie pitnej oraz w ściekach kanalizacyjnych może spowodować najrozmaitsze choroby zawodowe personelu zakładu wodociągów i kanalizacji, narażonego w pewnych warunkach na ich działanie.

IV. Pochodzenie wód i ścieków promieniotwórczych oraz podział ich na kategorie

Zakażenie wód i ścieków substancjami promieniotwórczymi może pochodzić z rozmaitych źródeł, a mianowicie: 1) z prób bomb atomowych — wody w ujęciach zbiorniku i jako spływy deszczowe odprowadzane do kanalizacji miejskiej, różne wody powierzchniowe i odbiorniki, 2) ze stosów atomowych wytwórczych starego typu lub pracujących w niezbyt wysokiej temperaturze, z elektrowni atomowych itd. (dla celów pokojowych) — wody zwykle lub ciężkie pełniące równocześnie rolę środka chłodzącego komory reakcyjnej stosu i odprowadzające ciepło do wymienników lub z własnego chłodzenia osłony⁹⁾, odprowadzane do kanalizacji miejskiej lub do odbiornika, 3) z badań i użytkowania izo-

⁹⁾ Na tej zasadzie został skonstruowany przez prof. Joliot-Curie francuski stos atomowy „Zoe” o małej mocy (p. W. Schraf — Problemy energetyki jądrowej, Przegląd Techniczny 4/1955). Obecnie w charakterze czynnika chłodzącego stosuje się gazy i, najczęściej stopy sodu z potasem, które są płynne nawet w temperaturze pokojowej.

tepów promieniotwórczych itd. (dla celów pokojowych) — ścieki z ośrodków badań atomowych, z różnych laboratoriów, ze szpitali oraz różnego pochodzenia, spływające do kanalizacji miejskiej lub wprost do odbiornika.

Uczony francuski C. N. Martin wyraził pogląd, że próby bomb atomowych powodują krącenie z wiatrami niewidocznych części chmur pyłu promieniotwórczego przez tygodnie i miesiące, zmniejszając napromieniowanie ziemi, a które są aktywnymi środkami kondensacji pary wodnej w atmosferze, działają jak gdyby katalizatory, wywołując ulewę, a czasem mgły i opadając wraz z nimi na ziemię¹⁰⁾. W rezultacie powstają ochłodzenia i zmiany w rozkładzie deszczów na całym obszarze ziemi.

Spływy deszczowe z opadów promieniotwórczych, spadając na teren miasta, przechodzą zwykle bez żadnego oczyszczania kanałami deszczowymi do odbiornika, jedynie w przypadku kanalizacji ogólnospławnej wody deszczowe, które nie spływają przelewami burzowymi do rzeki, przechodzą przez oczyszczalnię ścieków miejskich¹¹⁾.

Wielką ilość promieniotwórczych wód ściekowych dają wody do ochładzania osłon stosów atomowych celem zabezpieczenia ich przed stopieniem się, np. zużycie wody do jednego reaktora w Hanford (USA) wynosi mniej więcej tyle, ile zużywa duże miasto. Również zwykła woda, H₂O, lub ciężka woda, D₂O, w stosach tzw. jednorodnych, jest używana do tworzenia roztworów soli uranowych (np. siarczanów uranu wzbogaconych w izotopy ⁹²U²³⁵ i ⁹²U²³⁸), stosowanych jako paliwo.

W powyższych warunkach składniki mineralne wody, które zresztą znajdują się w każdej naturalnej wodzie w przyrodzie, stają się promieniotwórczymi. Zwykle wody pochodnicze spuszczone są do rzeki, która może służyć jako źródło zaopatrzenia w wodę niżej położonych osiedli i zakładów przemysłowych. Jako przykład podaje się, że wody pochodnicze ze stosów atomowych w Hanford, o mocy około 1 miliona kW odprowadzane są wprost do rzeki Columbia, „lekko podgrzewając chłodne wody tej potężnej rzeki”, jak stwierdza znany fizyk Ralph Lapp, nie wykorzystując zresztą milionów kilowatgodzin energii. W wodzie chłodniczej przeważnie są izotopy prom. w 70—90% — Mn⁵⁶, Na²⁴, Cu⁶⁴, Si³¹, zaś

w 10—30% — P³², Cr⁵¹ i inne. Stopień promieniotwórczości cząstek alfa i beta w rzece Columbia znajduje się poniżej $\frac{1}{10}$ dozwolonej maksymalnej koncentracji.

Miasto Richland korzystające z ujęcia wody rzecznej poniżej miejsca zrztu wód promieniotwórczych stosuje jedynie dodatkowy środek ostrożności w postaci filtrów dla wody rzecznej. Również sprawdza się stopień promieniotwórczości ryb, złowionych z najbardziej promieniotwórczego odcinka rzeki¹²⁾.

Koncentracja P³² w roślinach wodnych może nawet w pewnych warunkach przewyższać 40.000 razy jego koncentrację w otaczającej wodzie odbiornika¹³⁾.

Wody ściekowe promieniotwórcze z różnych zakładów mniejszych ośrodków badawczych, laboratoriów, szpitali itp. są zwykle spuszczone do kanalizacji miejskiej lub przemysłowej, przechodzą przez przystosowaną do charakteru promieniotwórczego ścieków oczyszczalnię i odprowadzane są do odbiorników dopiero po obniżeniu koncentracji promieniotwórczej do dozwolonej granicy.

Przykład. Założmy, że szpital okrugowy dla chorych na tarczycę otrzymuje rocznie 2.000 mc izotopów promieniotwórczych I¹³¹, przy czym miesięcznie pobiera maks. 100 mc. W jednym ciężkim przypadku chory na raka gruczołu tarczycowego musiał mieć zastosowaną taką dawkę. Maksymalnie 90% tej dawki zostało wydalone przez chorego w pierwszym dniu po zastosowaniu leczenia. Półokres rozpadu izotopu I¹³¹ wynosi 8 dni. Przyjmijmy, że izotop I¹³¹ już miał dwa dni życia przed odprowadzeniem go do kanalizacji. Z tablicy rozpadu promieniotwórczego I¹³¹ odczytano, że w ciągu 2 dni promieniotwórczość I¹³¹ zmniejszyła się z 90 do 75 mc. Jeżeli szpital ma 300 łóżek i ilość ścieków wynosi 250 l dziennie na jedno łóżko, to ilość ścieków ze szpitala wyniesie 75.000 l dziennie.

Pamiętając, że 1 mc = 1000 µc i 1 litr = 1000 cm³ otrzymamy, że promieniotwórczość ścieków szpitalnych tego dnia wyniosła

$$\frac{75 \cdot 1000}{75000 \cdot 1000} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ µc/cm}^3$$

Z tablicy 1 wynika, że dozwolona maksymalna koncentracja w wodach ściekowych jest $5 \cdot 10^{-4} \text{ µc/cm}^3$, w związku z czym obliczona koncentracja ścieków szpitalnych wynosi w stosunku do normy

$$\frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 2,$$

tzn. była dwukrotnie wyższa od normy, wobec czego nie można tych ścieków puszcząć do kanalizacji miejskiej przed obniżeniem stopnia koncentracji do granic dozwolonych, przez przechowywanie ich przez 8 dni w miejscowych zbiornikach.

Zdaniem uczonych brytyjskich z Ośrodka Badań Atomowych w Harwell wody ściekowe promieniotwórcze wszelkiego rodzaju można podzielić na cztery kategorie:

- I — bardzo czynne,
- II — prawdopodobnie czynne,
- III — możliwe czynne,
- IV — nieczynne.

Każdy rodzaj ścieków promieniotwórczych przed odprowadzeniem do kanalizacji lub odbiornika winien być oddzielnie magazynowany, kontrolowany co do stopnia promieniotwórczości i pomierzony pod względem ilości.

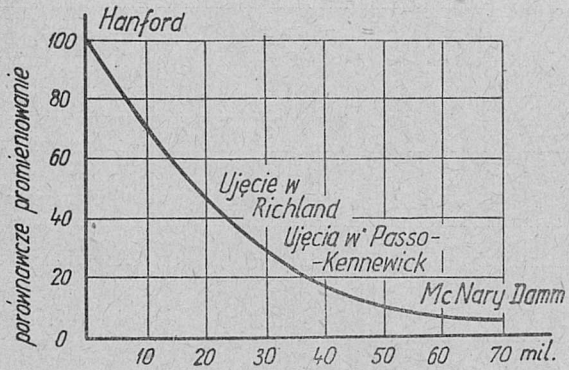
Ścieki I kategorii należy przechowywać w zbiornikach tak długo, dopóki nie osiągną maksymalnej dozwolonej dla nich granicy promieniotwórczości, czas przechowywania zależy od okresu połowicznego rozpadu.

Ścieki II i III kategorii winny mieć zredukowane promieniotwórczości do poziomu nieszkodliwości dla organizmów żyjących, np. przez przechowywanie, rozcieńczanie, napowietrzanie itd. Ścieki IV kategorii winny służyć dla rozcieńczania ścieków promieniotwórczych.

Należy z góry przyznać, że dotąd nie jest znana żadna metoda oczyszczania, która by całkowicie zlikwidowała promieniotwórczość w wodzie, ściekach lub wodach ściekowych, wobec czego należy stosować jedynie częściowe ich usuwanie, mianowicie, wskutek przetrzymywania czynnych ścieków

¹²⁾ Badania nad promieniotwórczością rz. Columbia były prowadzone przez H. R. Colney i R. F. Foster'a z Zakładów Energii Atomowej w Hanford i ogłoszone w lipcu 1954 r. w Journal of American Water Engineers Association.

¹³⁾ Hydrologia ogólna — A. Lityński, PWN, 1950.



Rys. 2 — Wykres spadku promieniotwórczości w rz. Columbia poniżej Hanford

¹⁰⁾ Dr Barnett Stross podał, że w czasie słynnej mgły w Londynie w 1952 r. promieniotwórczość w atmosferze była 300 razy większa od normalnej. H. Garrigue w specjalnie urządzonym samolocie-laboratorium od 8 lat wyszukuje i bada chmury promieniotwórcze nad obszarem Francji i kilkakrotnie wykrył roje promieniotwórcze pyłów na wysokości ok. 3000 m. W 1954 r. stwierdzono, że lasy iglaste w Wogezach stały się promieniotwórcze, co zauważono przy fabrykacji błon filmowych z miazgi drzewnej. W Japonii drzewa morwy przekazały promieniotwórczość gąsienicom jedwabnika (p. Wiadomości, 4/1955).

¹¹⁾ W USA (stan Massachusetts) po próbach atomowych w stanie Nevada powstały w dwa dni później (8.IV.1953) wielkie burze ulewne, w wyniku których w próbach wody deszczowej w tymże dniu stwierdzono promieniotwórczość w ilości ok. 100.000 jednostek na minutę z 1 litra. Dalsze 14 deszczów w okresie 8.IV—29.VI zawierały znacznie mniej promieniotwórczości i w dn. 29.VI posiadały tylko 0,1% koncentracji deszczu z dn. 8.IV. Natomiast próbki deszczu pierwszego z dn. 8.IV., jeszcze po upływie miesiąca zawierały 1,6% stanu pierwotnego. Woda w odbiorniku (rz. Merrimack) już 8.IV. wykazywała tylko 1% promieniotwórczości stwierdzonej w próbach deszczu. Na ujęciu wody dla miasta było 411 jednostek min/l, po koagulacji i osadniku ilość ta spadła do 55% promieniotwórczości ujęcia, po filtrze pośpiesznym — do 41,0%, w zbiorniku przejściowym podniosła się do 135% (dodatkowe zakażenie samego zbiornika), a w punktach czerpalnych z instalacji domowej spadła do 41%. Po następnych deszczach o dużo mniejszej promieniotwórczości brane do badań próbki z sieci wykazywały zatrzymanie przez urządzenie oczyszczające 40—48% promieniotwórczości wody surowej z rzeki. (p. „Water Works Engineering”), marzec 1955, str. 224.

promieniotwórczych w zbiornikach, znaczna część izotopów promieniotwórczych o krótkim półokresie życia ulegnie rozpadowi do takiego stopnia, aby można było stosować w dalszym etapie normalne metody oczyszczania ścieków, jako na ogół zupełnie wystarczające, co najwyższej z pewnymi odmiannami ze względu na promieniotwórczość ścieków¹⁴⁾.

Część II

V. Metody usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych z wód surowych, ścieków i osadów ściekowych

Problem dalszego usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych z wody surowej, pozostałych po obniżeniu ich koncentracji promieniotwórczej na drodze naturalnego rozpadu przy pomocy przechowywania w zbiornikach, w zasadzie nie stanowi nic nowego w sensie technologicznym. Np. proces zmiękczania wody nie różni się w zasadzie, z punktu widzenia chemicznego, w zastosowaniu do izotopów promieniotwórczych czy trwałych Ca, a jedynie względy na zabezpieczenie zdrowia, z uwagi na obecność izotopów Ca^{45} , powodują konieczność ustalenia niższych granic dla Ca. Ta sama uwaga dotyczy spotykanych w wodzie uzdatnionej i usuwanych z niej izotopów promieniotwórczych Fe^{59} , Mn^{56} , Mg^{24} i innych. Izotopy promieniotwórcze są pomieszane z izotopami trwałymi, których proces chemiczny nie rozróżnia od siebie, a więc powstaje nowy problem usunięcia wielkich ilości izotopów trwałych, aby jednocześnie usunąć drobne ilości izotopów promieniotwórczych.

Może się tak zdarzyć, że ilość izotopów trwałych, po uzdatnieniu wody, znajdzie się już poniżej granic maksymalnie dopuszczalnej koncentracji, zaś ilość izotopów promieniotwórczych będzie jeszcze zbyt duża ze względu na ich bardzo wysoką promieniotwórczość. Np. 1 gram Sr^{90} w 375 tys. m³ wody przedstawia stosunek ok. $2,65 \cdot 10^{-6}$ cząstek Sr^{90} na milion cząstek H_2O , ale aktywność tych cząstek promieniotwórczych przewyższa znacznie tolerancję dla izotopów promieniotwórczych Sr^{90} w wodzie pitnej. Należy więc oczyścić wodę z tych zanieczyszczeń do maksymalnej dozwolonej koncentracji ($3 \cdot 10^{-9}$), mimo, że koncentracja izotopów trwałych jest milion razy mniejsza w stosunku do dozwolonej ich koncentracji w wodzie pitnej. Ponadto, pewne nowe problemy powstają, gdy w wodzie znajdują się inne cząstki promieniotwórcze, będące w tak drobnych ilościach, że dotąd w praktyce oczyszczania wody i ścieków nie zajmowano się nimi (np. izotopy promieniotwórcze z procesu rozszczepienia atomowego). Również i niektóre przemysły, np. fotograficzny, wymagają specjalnego usuwania izotopów promieniotwórczych z wody, gdyż nawet ich ślady w wodzie są szkodliwe dla czułych filmów i papierów światłoczułych.

Należy więc już obecnie przystąpić do opracowywania lepszych metod uzdatniania wody surowej i wód ściekowych dla usuwania izotopów promieniotwórczych z wody. Można zresztą przypuszczać, że z uwagi na rozwijający się przemysł, większe zanieczyszczanie rzek i wzrastające zapotrzebowanie wody, produkcja wody stanie i tak niedługo przed problemem lepszego uzdatniania wody dla użytkowników przy stopniowym pogarszaniu się jakości źródeł ujęcia wody, spowodowanym nie tylko przez izotopy promieniotwórcze ale i trwałe.

Z szeregu problemów związanych ze względnym oczyszczaniem zanieczyszczonych promieniotwórczo wód surowych, ściekowych i osadów ściekowych, podaje się poniżej niektóre stosowane lub badane metody oddzielenia cząstek promieniotwórczych od wody i ścieków.

1. Oczyszczanie surowych wód dla zaopatrzenia ludności w wodę do picia.

a) Woda z ujęcia wody rzecznej, znajdującego się poniżej miejsca wpuszczania wód pochodzących promieniotwórczych o koncentracji cząstek promieniotwórczych niewiele ponad dozwoloną normę, może być dobrze oczyszczona na drodze zwykłego procesu oczyszczania wody (osadniki, filtry), jednak stwierdzono, np. przy doświadczeniach nad wodą z Tamizy, odpowiednio dozowana izotopami promieniotwórczymi I^{131} , Sr^{90} , Ru^{106} , Ce^{144} , Pu^{239} , że usuwanie zanieczyszczeń promieniotwórczych na filtrach powolnych nie jest metodą, na której można by się opierać, gdyż stwierdzono w skali laboratoryjnej, że ten proces usuwał tylko Ce^{144} . Po pewnym czasie pracy urządzenia oczyszczające, szczególnie złoża filtracyjne, stają się do tego stopnia promieniotwórcze, że przedstawiają pewne niebezpieczeństwo dla obsługi oczyszczalni. Jako zasadę należy w tym wypadku przyjąć, że urządzenia oczyszczające winny być budowane podwójnie (tj. z rezerwą 100%), aby urządzenie zakażone można było odstawić na pewien

przeciąg czasu, wystarczający do obniżenia jego promieniotwórczości poniżej normy obowiązującej, a nawet — w pewnych specyficznych warunkach — zakażone urządzenia należy rozebrać i jego części zakopać.

b) Woda w małych ilościach lub w miejscu jej poboru do użytku może być stosunkowo nieźle oczyszczana przy pomocy procesu wymiany jonów, który w tym wypadku nie jest jeszcze dostatecznie znany. Z przeprowadzonych dotąd badań okazuje się, że daje dużo korzyści używanie wymienniczy organicznych (żywe syntetyczne). Wymiennicze jonowe mogą działać selektywnie na izotopy promieniotwórcze niektórych metali, jednak uzyskane wyniki badań ograniczają się dotąd głównie do badań laboratoryjnych¹⁵⁾, tj. zakażania wody pitnej sztucznymi substancjami promieniotwórczymi o takiej koncentracji, jakiej można się spodziewać w wodzie wodociągowej, w razie eksplozji atomowej. Badania wykazały, że przy użyciu odpowiedniego wymiennicza jonowego można wodę odkazić w ciągu 30 minut do takiego stopnia koncentracji promieniotwórczości, który w wyjątkowych wypadkach dozwolony jest dla wody używanej do picia.

c) Lauderdale i Emmons z Laboratorium Państwowego w Oak Ridge zajmowali się w 1951 r. badaniami nad usuwaniem zanieczyszczeń promieniotwórczych z małych ilości wody, które doprowadziły do obniżenia promieniotwórczości wody poniżej 10^{-4} mc, tak że mogła ona służyć — bez szkód dla zdrowia — do użytku ludności w ciągu 7 — 10 dni. Proces usuwania tych zanieczyszczeń z wody polegał na filtracji przez agregat filtrujący wypełniony materiałami w kolejności ich układu: otoczki stalowe, wypalona glina, węgiel aktywny i mieszanina wymienniczy anionowych i kationowych syntetycznych, których podstawą jest polystyrol. Przy szybkości filtracji 12 m/h wymienione materiały wykazały różne zdolności adsorpcyjne w stosunku do różnych izotopów promieniotwórczych, np. otoczki stalowe — 85,2%, wypalona glina — 11,9%, węgiel aktywny — 0,8%, wymiennicz kationowy — 1,9% i anionowy — 0,2%. Z analizy badań przeprowadzonych w skali laboratoryjnej, efekt działania agregatu filtrującego polegał głównie na procesie cementacji i kłaczkowania w warstwie opilków stalowych, na adsorpcyjnych i filtracyjnych właściwościach wypalanej gliny, na przebiegu wymiany jonowej oraz na usunięciu lub poprawieniu zapachu, smaku i zabarwienia wody przez użycie węgla aktywnego.

d) Oczyszczanie wody przy pomocy destylacji może odnosić się tylko do mniejszej ilości wody, gdyż proces ten uważany jest za niepraktyczny i nieekonomiczny.

Z badań przeprowadzonych przez Brookhaven National Laboratory wynikałoby, że wodę należałoby wyparować aż do stanu wysuszonego osadu i ze względu na jego wysoką promieniotwórczość konieczne jest zamknąć otrzymaną suchą pozostałość w blokach betonowych (kontenerach).

e) Oczyszczanie wody przy pomocy absorpcji jonów produktów rozszczepienia na glinie i utwardzenie tych jonów przez spiekanie gliny przy wysokiej temperaturze. Powyższa metoda była zaproponowana na kongresie poświęconym sprawom energii atomowej w Michigan, w czerwcu 1954 r., na którym wypowiedziano opinię, że rozcieńczenie zanieczyszczeń promieniotwórczych w dużych ilościach wody i ścieków może dawać korzystne rezultaty, dopóki ilość zużytych (odpadowych) substancji promieniotwórczych jest mała, ale obecnie stosowane środki nie rozwiązują zagadnień, z którymi specjaliści z dziedziny oczyszczania wody i ścieków spotykają się w niezbyt odległej przyszłości, z chwilą rozpoczęcia korzystania ze środków promieniotwórczych dla celów pokojowych na szeroką skalę.

2. Oczyszczanie wód ściekowych z zakładów przemysłowych ośrodków badań atomowych, laboratoriów, szpitali itd.

Na wspomnianym już Kongresie w Michigan wypowiedziano się, że obecne metody usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych łącznie z przetrzymywaniem wód ściekowych w zbiornikach podziemnych są zupełnie niewystarczające na dalszą przyszłość, nawet w wypadku stałego ich unieszkodliwiania w zakładach Komisji Energii Atomowej (tzw. AEC), znajdujących się na wielkich, nie zamieszkałych obszarach¹⁶⁾.

Poniżej podaje się przeciętny schemat dla oczyszczania ścieków promieniotwórczych, proponowany przez specjalistów zagranicznych dla najbliższej przyszłości, który polega na zastosowaniu następujących urządzeń:

— zbiorniki do przetrzymywania ścieków przed wejściem na urządzenia oczyszczające i po zakończeniu oczyszczania przed wypuszczeniem ich do odbiornika.

¹⁵⁾ Laboratorium Techniki Sanitarnej Korpusu Saperów, Fort Belvoir, Va (USA).

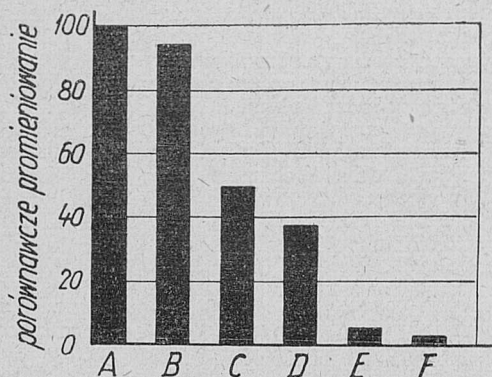
¹⁶⁾ p. artykuł wstępny przez Dale L. Maffit w „Water and Sewage Works”, styczeń 1955.

¹⁴⁾ p. Water and Sewage Works, styczeń 1955, str. 87.

- zbiorniki wyrównujące koncentrację substancji promieniotwórczych w ściekach do dozwolonego stopnia koncentracji dzięki wytworzeniu odpowiedniej mieszanki ścieków przez właściwe dozowanie ilości poszczególnych rodzajów ścieków, zależnie od intensywności ich promieniowania,
- urządzenia do mieszania odczynników chemicznych, z aparatami kontrolnymi i pomiarowymi,
- osadniki wstępne,
- (ewentualnie) urządzenia oczyszczające metodą osadu czynnego,
- osadniki wtórne z możliwością skierowania ścieków do recyrkulacji,
- (ewentualnie) urządzenia do rozcieńczania ścieków odprowadzanych,
- komory wydzielonej fermentacji osadu,
- filtry próżniowe dla odwadniania osadu.

Dla zapewnienia ciągłości i wysokiej sprawności urządzeń eksploatacyjnych należy je budować z możliwością pracy 2-stopniowej, wykorzystując rezerwę 100%.

Warto zaznaczyć, że obserwacje nad dążnością do skupiania się cząstek promieniotwórczych w wodnym planktonie (rys. 5) bez szkody dla nich poddały myśl, aby przeprowadzać próby nad zastosowaniem sztucznego biologicznego oczyszczania ścieków osadem czynnym.



Rys. 3 — Wykres porównawczy skupienia się promieniotwórczości w organizmach wodnych. A — plankton, B — larwy muchy *Phryganæ* (przynęta dla pstrąga), C — ślimaki, D — małe piskorzki, E — gat. okonia, F — woda.

Po przeprowadzeniu prób na modelu w skali laboratoryjnej w Los Alamos (N. Mex.) wyniki stosowania tej metody okazały się zupełnie dobre. Ruchhoft w swej pracy¹⁷⁾ o możliwości zastosowania biologicznych metod do oczyszczania ścieków promieniotwórczych podał, że dobre wyniki laboratoryjne były otrzymane przez poddawanie ścieków długotrwałemu napowietrzaniu (23 godz. na dobę) z 1-godzinną przerwą.

Osad czynny, dla utrzymania go w stanie aktywnym, winien otrzymywać, prócz tlenu, pożywkę o określonym składzie lub w postaci dodawanych porcji ścieków surowych.

Przy obróbce ścieków promieniotwórczych lepiej jest dodawać do osadu czynnego pożywkę o znanym składzie, gdyż daje to możliwość lepszej kontroli w dodawaniu pożywki, tak pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Inni badacze, prowadząc doświadczenia w skali laboratoryjnej ze ściekami dozowanymi odpowiednio izotopami promieniotwórczymi I^{131} , Sr^{90} , Ru^{106} , Ce^{144} , Pu^{239} i Cs^{134} doszli do wyników, że metoda osadu czynnego, co prawda usuwa izotopy promieniotwórcze, najlepiej Ce^{144} , najgorzej Cs^{134} i Ru^{106} , lecz badane izotopy najlepiej usuwano metodą chemicznego oczyszczania ścieków¹⁸⁾.

W doświadczeniach laboratoryjnych sprawność modelu oczyszczalni była mierzona intensywnością emitowania cząstek alfa przy wpływie i wypływie ścieków.

Oprócz podanego wyżej przykładowego schematu, należy każdorazowo przed powzięciem decyzji i skierowaniem zanieczyszczeń promieniotwórczych do miejskiej kanalizacji — rozważyć możliwość stosunkowo wysokiego stopnia oczyszczania ścieków na wspólnej oczyszczalni, lub częściowego obniżenia ich stopnia promieniotwórczości poniżej granicy dozwolonej koncentracji na oddzielnych, własnych urządzeniach przez poszczególnych użytkowników, przed spuszczeniem ich do kanałów miejskich, względnie wprost do odbiorników.

Niemniej jednak należy pamiętać, że przyjmowanie na oczyszczalnię ścieków zanieczyszczonych promieniotwórczy-

mi substancjami, nawet w granicach dozwolonej koncentracji promieniotwórczej, spowoduje zakażenie urządzeń oczyszczających po krótszym lub dłuższym czasie ich używania, dlatego też, ze względów techniczno-ekonomicznych, byłoby najbardziej wskazane urządzenie tzw. małej kanalizacji (miejscowej) lub, być może, specjalnej kanalizacji rozdzielczej z oddzielną oczyszczalnią tylko ścieków promieniotwórczych. Ze względu na szczupłość zakresu niniejszej pracy nie omawia się tu wad i zalet poszczególnych metod oczyszczania ścieków promieniotwórczych, interesujących zresztą ograniczone grono fachowców.

3. Przeróbka i usuwanie promieniotwórczych osadów ściekowych

Proces przeróbki osadów ściekowych składa się zwykle z dwóch etapów: fermentowania w osadnikach świeżowodnych lub w komorach wydzielonej fermentacji oraz odwodniania osadu przefermentowanego na urządzeniach poletkowych suszarni osadu, lub przy zastosowaniu bębnowych obrotowych filtrów próżniowych.

G. A. Rhame w swej pracy¹⁹⁾ uważa, że całość osadu promieniotwórczego winna być odwodniana przy pomocy filtrów próżniowych i następnie zakopana w ziemi. Inne procesy przerobu podane wyżej uważa za mniej ekonomiczne i następujące wiele trudności ze względu na wysoką zawartość w osadach substancji promieniotwórczych.

Z badań na stacji doświadczalnej, przeprowadzonych przez Ruchhofta, okazało się, że jeśli ilość cząstek alfa emitowanych na sekundę z litra surowych ścieków wynosiła 100,000, to ilość tych cząstek w odwodnionym (wysuszonym) osadzie ściekowym była 700 razy większa, co dowodzi, że osad ściekowy jest bardzo niebezpieczny ze względu na jego wysoką aktywność promieniowania, a więc nie może być używany dla celów rolniczych.

VI. Bezpieczeństwo i higiena pracy przy usuwaniu zanieczyszczeń promieniotwórczych z wody, ścieków oraz osadów ściekowych

Obecny rozwój fizyki i chemii jądrowej stawia przed uczonymi zadanie zainteresowania się biologicznymi efektami promieniowania, ze względu na szkodliwy wpływ promieniowania na organizm ludzki i zagadnienie ochrony ludzi, którzy będą pracować przy doświadczeniach i badaniach oraz przy samej eksploatacji urządzeń dla usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych.

Usuwanie z wody surowej i ścieków zanieczyszczeń promieniotwórczych winno być możliwie zmechanizowane i zautomatyzowane, zaś ilość personelu powinna być ograniczona do operatora i niezbędnej pomocy technicznej. Pokój dyżurny operatora winien posiadać całą aparaturę kontrolną i pomiarową, rejestrującą ilość i jakość ścieków w poszczególnych punktach oczyszczalni. W pokoju winien znajdować się ekran, na którym można by śledzić pracę urządzeń stacji oczyszczania, pomp i silników, suwnic, mechanizmów kierujących ruchem zasuw, przepływ przez urządzenia oczyszczające i przewody itd.

Cały personel stacji, w przypadku gdy może być narażony na promieniowanie, oprócz zaopatrzenia w specjalne ubrania, okulary, gumowe rękawice i buty, nakrycie — szczególnie przylegające do głowy, ewentualnie maski połączone z aparatem tlenowym, winien posiadać i nosić stale przy sobie 2 mikrodetektory („ołówki”) oraz specjalną opaskę z ultraczułą błoną. Opaska filmowa jest noszona przez personel na tej części ciała, która najprawdopodobniej jest narażona na maksymalne promieniowanie. Zasłony z różnych metali pokrywają poszczególne części filmu celem zatrzymania różnego rodzaju promieniowania. Zwykle film nosi się 1—2 tygodnie, po czym idzie do laboratorium celem sprawdzenia i odczytania. Nawet przy stosunkowo małej promieniotwórczości na stacji oczyszczania, pracownicy wykonujący pracę bez ubrań ochronnych powinni podlegać częstym badaniom lekarskim, gdyż np. zranienie ręki przy pracy z osadem ściekowym może spowodować konieczność jej amputowania²⁰⁾. Przyniesienie na teren oczyszczalni promieniotwórczej pożywienia lub spożywanie go w innym miejscu, niż jest ściśle wyznaczone, winno być surowo wzbronione. Nawet miejsca stołówek, dla pewności, winny być co pewien czas poddawane ścisłej kontroli przy pomocy liczników Geigera lub detektorów.

¹⁹⁾ p. Nuclear Fission operations and the waste treatment plant operator. Sewage and Industrial Wastes, listopad 1950.

²⁰⁾ Według doc. dr D. Shugara, niektóre związki chemiczne (np. cysteina — podane przed działaniem promieniowania — mogą częściowo uchronić organizm przed skutkami promieniotwórczości.

¹⁷⁾ p. Sewer Works Journal, 1949.

¹⁸⁾ p. Atomics and Atomic Techn. nr 5, 1954.

Na stacjach oczyszczania winny być urządzone natryski, gdzie pracownik pod nadzorem sanitariusza myje się specjalnym mydłem²¹). Wszelkie remonty urządzeń oczyszczających wykonuje specjalna drużyna, odpowiednio zabezpieczona przed skutkami pracy w miejscach niebezpiecznych. Rozmaite urządzenia, które mogą się stać promieniotwórcze, winny być łatwe do zdemontowania i ze stosunkowo tanich materiałów, aby je można było tanio i szybko wymienić, a uszkodzone części zakopać należy w ziemi (np. głębokość 1 m zmniejsza 100 razy wpływ promieniotwórczości). Urządzenia oczyszczające winny być tak zabezpieczone, aby można było wyłączyć możliwość narażania się personelu na kontakt z pyłem wodnym lub z rozbryzgami przy napowietrzaniu, ze ściekami lub z samym osadem ściekowym.

Z chorób zawodowych należy tu wspomnieć choroby wynikające z ewentualnego lokowania się cząsteczek promieniotwórczych w najrozmaitszych tkankach, możliwość uszkodzeń genetycznych oraz, jak podawał dr Barnett Stross, podejrzenia co do powstania raka płuc, występowania białaczki, anemii przewlekłej, katarakty itp. W 1949 r. Bureau of Standards wydało tablicę z określeniem maksymalnie dozwolonego promieniowania.

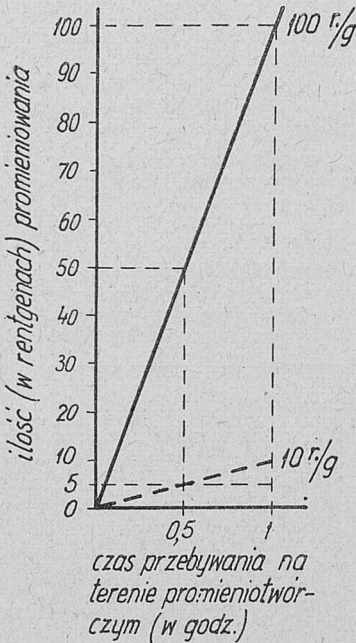
TABLICA 3

Rodzaj promieniowania	Ilość		
	rem. dziennie	rep. dziennie	rem. tygodniowo
α	0,05	0,05	0,30
γ	0,05	0,05	0,30
β	0,05	0,05	0,30
α	0,01	0,01	

„Rem“ (skrót — rentgen equivalent man) jest to ilość absorbowanego promieniowania przez człowieka, wytwarzająca efekt szkodliwy, np. przy promieniowaniu beta może człowiek znieść 0,3 rentgena na tydzień 48-godzinny, w założeniu stałego dozowania w tym czasie (lub 50 milirentgenów dziennie).

„Rep“ — (skrót — rentgen equivalent physical) jest to ilość promieniowania wytwarzająca określoną ilość jonizacji w tkance. Doza jednorazowa 100—200 r. daje lekkie porażenie, które zwykle kończy się wyzdrowieniem.

Również prowadzeniem prac kontrolnych laboratoryjnych w terenie oczyszczalni, podejrzanej lub zakażonej izotopami promieniotwórczymi, przedstawia trudności i winno się od-



Rys. 4

bywać możliwie przy użyciu zdalczynnych aparatów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących. Pobieranie zaś próbek, np. dla określenia BZT₅ i badania zawiesin w ściekach, prawdopodobnie trzeba będzie zastąpić przez inny wskaźnik, np. pomiar ilości cząsteczek alfa na sekundę i jednego litra badanej wody czy ścieków lub osadów ściekowych.

VII. Kontrola nad zanieczyszczeniem promieniotwórczym wody i ścieków oraz szkolenie kadr

W pierwszym rzędzie należy zwrócić uwagę na to, że każdy zakład produkcji wody wodociągowej z ujęć wody powierzchniowej (rzeki, jeziora, zbiorniki wodne itd.), posiadający

urządzenia oczyszczające i przechowujące wodę, dostępne dla zanieczyszczeń cząstkami promieniotwórczymi, ma obecnie aktualne już dodatkowe zadanie stałego kontrolowania pobieranej wody surowej oraz wody oczyszczonej tłoczonej do sieci, na możliwość zanieczyszczenia przez substancje promieniotwórcze z prób atomowych, o ile nie zostaną one zaniechane w drodze układów międzynarodowych, w myśl żądań wysuwanych na ostatnim Światowym Zgromadzeniu Przedstawicieli Sił Pokoju w Helsinkach.

Trudno jest powiedzieć, ile jeszcze może upłynąć lat, za nim produkcja energii atomowej i izotopów promieniotwórczych nie będzie skupiona tylko w ośrodkach badań atomowych, lecz jej produkcja i wykorzystanie izotopów rozwinie się w przyszłości na szeroką skalę przemysłową, zarówno na użytek przemysłu jak i lecznictwa, rolnictwa i innych celów pokojowych.

Zdaniem wielu uczonych o światowym autorytecie, już obecnie należy zwrócić uwagę na te zagadnienia techniki sanitarnej i zastanowić się nie tylko nad sposobami kontroli wód surowych i ścieków promieniotwórczych wpuszczanych do rzek, przez odpowiednie władze wodne czuwające nad ich ochroną przed zanieczyszczeniem, ale również zastanowić się nad opracowaniem nowych metod zabezpieczenia wód publicznych przed nowego typu niebezpieczeństwami ery atomowej i metod ochrony ludności i personelu wodociągowo-kanalizacyjnego przed skutkami wpływu zanieczyszczeń promieniotwórczych na ich zdrowie i genetykę.

W okresie przygotowawczym musimy więc rozpocząć prace nad ustawieniem planu kompleksowego badań atomowych, nad kontrolą zapotrzebowań izotopów promieniotwórczych i ich rozdziałem w terenie, nad kontrolą wód powierzchniowych i podziemnych, ścieków itd., zanieczyszczanych przez substancje promieniotwórcze.

Każdy zakład wodociągowo-kanalizacyjny będzie zainteresowany w tym, czy w pobliżu ujęcia wody lub na obszarze zlewni ścieków kanalizacyjnych będzie prowadzona kontrola nad użytkownikami izotopów promieniotwórczych (szpitale, laboratoria badawcze, przemysł itd.), dostarczonych im przez centralny ośrodek badań atomowych lub inną instytucję. Taka komórka musi być obciążona odpowiedzialnością, m. in. za rozdział i kontrolę izotopów promieniotwórczych w zakresie chemiczno-technologicznym (np. za kontrolę nad ściekami promieniotwórczymi i źródłami ich powstania, nad wodami pochlodziowymi i zanieczyszczeniami promieniotwórczymi itd.) oraz w zakresie fizyczno-sanitarnym (np. za badania nad promieniotwórczością wody i ścieków, wydawanie zezwolenia na ich odprowadzenie do kanalizacji miejskiej lub innych odbiorników, udzielanie wskazań zakładom wod.-kan. i innym zainteresowanym w ochronie urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych przed niebezpieczeństwem zanieczyszczenia itd.).

Z chwilą rozpoczęcia rozdziału izotopów promieniotwórczych między odpowiednie instytucje badawcze, powinna jednocześnie być prowadzona ścisła kontrola nad ich użytkowaniem, szczególnie w zakresie lecznictwa i badań laboratoryjnych.

Zagadnienie techniki atomowej przestanie więc wkrótce być dla ogółu techników i inżynierów nieznane lub co najwyżej znane tylko z literatury technicznej, a to dzięki współpracy uczonych radzieckich, którzy pomogą nam je zastosować dla celów rozwoju naszej nauki i produkcji. Z całym naciskiem należy jednak powiedzieć, że przy szkoleniu kadr należy uwzględnić również i szkolenie z dziedziny techniki sanitarnej w zakresie uwzględniającym w pełni wymagania naukowo-techniczne naszej epoki. Co bowiem z tego będzie, gdy będziemy mogli już opracowywać projekty inwestycji przemysłowych dla zakładów produkcji energii atomowej i izotopów promieniotwórczych, a nie będziemy mieli kadr z zakresu techniki sanitarnej dla projektowania urządzeń gospodarki wodą i ściekami w tych zakładach przemysłowych i innych.

Dla prawidłowego rozwiązania tych zagadnień mają podstawowe znaczenie prowadzone w wielu krajach badania i doświadczenia uczonych fizyków, lekarzy i inżynierów sanitarnych, którzy uczynią wszystko, aby rewolucja techniczna we wszystkich dziedzinach nauki i produkcji przy zastosowaniu nowej techniki atomowej dokonała się jak najszybciej, przy jednoczesnym zachowaniu w pełni zasad higieny i bezpieczeństwa pracy i kontroli ich stosowania dla dobra ludzkości²²).

²¹) Oparte na fragmencie pracy Roberta Jungka: Przyszłość się już rozpoczęła. Paryż, 1954 (p. Widnokregi, maj 1955).

²²) Prof. W. Jemieljanow: Technika atomowa i postęp przemysłu. Izwiestija, nr 118, 1955.

ADAM CHOJNACKI
Zakład Technologii Wody i Ścieków
Politechnika Warszawska

Fenole w ściekach, ich wpływ na odbiornik i usuwanie

1. Źródła powstawania ścieków fenolowych i ich charakterystyka.

Producentami ścieków fenolowych są koksownie, gazownie, zakłady destylacji smoły pogazowej, destylacji drzewa, zakłady półkoksowania, produkcji paliw płynnych, uwodornienia węgla, generatory, wytwórnie tworzyw sztucznych, zakłady przemysłu chemicznego, które wytwarzają syntetycznie fenol lub przerabiają go na inne produkty, przemysł naftowy, garbarski, barwników, błon filmowych i inne. Ścieki te w mniejszym lub większym stopniu uwolnione od fenoli trafiają do wód powierzchniowych.

Wskutek częstego przeciążenia odbiorników wodnych stan ich wzbudza poważne zastrzeżenia pod względem sanitarnym, jak również przynosi poważne straty w rybostanie i innych gałęziach przemysłowych gospodarki narodowej. Stan ten pogarsza jeszcze fakt odprowadzania często ścieków do odbiornika w sposób uderzeniowy, z zawartością związków fenolowych i towarzyszących im substancji o wiele przekraczających dopuszczalne ich ilości dla danego odbiornika, ze względu na jego zdolność do samooczyszczania. W Polsce przy bardzo dużym zagęszczeniu przemysłu w górnym biegu Wisły, rzeki, do których spuszczone są ścieki fenolowe, jak Rawa, Brynica, Czarna i Biała Przemsza są przeciążone tak dalece ponad ich zdolność samooczyszczania, że Wisła w Krakowie w miesiącach zimowych 1954 r. zawierała jeszcze fenoli w ilościach około 0,2 mg/l i przez to powstało utrudnienie korzystania z wody Wisły nawet w Krakowie.

Zafenolowanie rzek występuje również wyraźnie w krajach uprzemysłowionych, takich jak ZSRR, Niemcy, Francja, Belgia i innych. Zagadnienie usuwania fenoli ze ścieków w związku ze wzrostem zawartości fenoli w rzekach przekroczyło już ramy zainteresowania poszczególnych państw i stało się zagadnieniem dyskutowanym na specjalnie w tym celu zwoływanych konferencjach międzynarodowych.

Ścieki fenolowe uznano za jedne z najbardziej uciążliwych dla odbiornika, przez wywoływanie w wodzie nieprzyjemnych zjawisk, które przy innych ściekach nie występują,

a ponadto sprawiają wyjątkowe trudności w technologii oczyszczania wody. Dlatego też zagadnienie ścieków fenolowych w celu utrzymania zdrowego stanu naszych rzek stało się zagadnieniem o wyjątkowej wadze.

Trudności przy oczyszczaniu wody z zawartości fenoli wywołane są tym, że fenole są dość dobrze rozpuszczalne w wodzie, dość trudno ulegają całkowitemu usuwaniu lub rozkładowi, brak jest dokładnych metod oznaczania poszczególnych fenoli oraz towarzyszy im cały szereg związków, co do których nie wiemy, jaki wpływ mają na własności wody.

Produkty, które występują w najczęściej spotykanych ściekach fenolowych i które udało się zidentyfikować, są następujące:

1. Jednowodorotlenowe fenole: fenol, krezol itp.
2. Wielowodorotlenowe fenole: pirokatechina i homologi.
3. Związki alifatyczne: głównie węglowodory olefinowe, rozpuszczalność których w wodzie jest mała, jednakże wobec fenoli występują jako oleje obojętne stanowiące zanieczyszczenie fenoli.
4. Związki alifatyczne, tlenowe: kwasy organiczne z 2 do 4 atomów węgla, ketony i nieznaczna ilość aldehydów i ketonów.
5. Związki alifatyczne siarki: merkaptany i tioetery.
6. Związki alifatyczne azotowe: nityle, a głównie azonitryle.
7. Związki cykliczne azotowe: pirydyna i homologi.
8. Związki cykliczne siarki: tiofenole w nieznacznych ilościach.
9. Związki nieorganiczne azotowe: amoniak wolny lub związany z tłuszczami kwasem węglowym lub siarkowodorom

Jeśli chodzi o same fenole i związki im pokrewne to występowanie ich w ściekach zależy od rodzaju przemysłu.

Tablica 1 podaje jakie fenole lub ich pochodne można spotkać w ściekach w zależności od rodzaju przemysłu, w którym ścieki fenolowe powstają (2).

Wszystkie wymienione związki oraz fenole i im pokrewne produkty można znaleźć w ściekach fenolowych, z którymi

Związki fenolowe w ściekach przemysłowych

TABLICA 1.

Nazwa związku	W z ó r	Zakłady przemysłowe, które odprowadzają w ściekach fenole
A. Fenole jednowodorotlenowe		
Fenol	C_6H_5OH	Koksownie, zakłady metalurgiczne, rafinerie nafty, garbarnie, barwniki anilinowe, gazogeneratory i destylacja drewna, zakłady syntezy paliw
O-krezol	$O-CH_3C_6H_4OH$	Koksownie; zakłady destylacji drewna, wytwórnie tworzyw sztucznych, zakłady syntezy paliw
m-krezol	$m-CH_3C_6H_4OH$	tak samo
p-krezol	$p-CH_3C_6H_4OH$	tak samo
Tymol	$CH(C_2H_7)C_6H_5OH$	Sucha destylacja drewna i węgla kam.
Parabutylofenol	$C_3H_9C_6H_4OH$	Wytwarzanie lakierów i emalii
Mieszanina izomerów dwuizobutylofenolu	$C_{17}H_{17}C_6H_4OH$	tak samo
Mieszanina parabutylofenolu i dwubutylofenolu	$C_3H_9C_6H_4OH$ $C_3H_9C_3H_9C_3H_4OH$	tak samo
B. Fenole dwu i wielowodorotlenowe		
Rezorcyna	$m-C_6H_4(OH)_2$	Wytwórnice syntetycznych barwników
Hydrochinon	$p-C_6H_4(OH)_2$	Wytwórnice filmów
Pirokatechina	$o-C_6H_4(OH)_2$	Wytwórnice farmaceutyczne
Pirogalol	$C_6H_3(OH)_3$	Wytwórnice filmów, wytw. barwników
C. Związki pokrewne fenolom		
α -naftol	$C_{10}H_7OH$	Zakłady destylacji węgla kamiennego, wytwórnice barwników
β -naftol	$C_{10}H_7OH$	tak samo
Dwufenylopropan	$(CH_3)_2C_6H_5OH$ C_6H_5OH	Wytwarzanie lakierów i emalii

dostają się do odbiornika i mogą oddziaływać szkodliwie na jakość wody oraz jego faunę i florę.

Jak wynika z tablicy 1, to u nas w górnym biegu Wisły, jeśli wziąć pod uwagę ilość przedsiębiorstw wytwarzających ścieki fenolowe, przede wszystkim wpływają na pośrednie zanieczyszczenie Wisły ścieki z koksowni, gazowni, wylewni węgla, generatorów, rafinerii nafty i syntezy chemicznej. Szkodliwość ścieków fenolowych na odbiornik zależy od ich pochodzenia, ilości i składu.

Skład ścieków z zakładów odgazowywania węgla zależy natomiast od jakości i rodzaju produktu wyjściowego stosowanego do odgazowania, procesu technologicznego i ilości zużywanej wody. Średnie ilości odprowadzanych ścieków przy odgazowywaniu i zgazowywaniu paliwa wg Żukowa i Mongaita (3) można przyjąć od 1,3 do 1,5 m³ na 1 tonę w założeniu, że woda używana, jak to zwykle ma miejsce w zakładach, częściowo zawierana jest do obiegu. Ilość odprowadzanych ścieków w zależności od surowca i gospodarki wodnej podaje tablica 2.

TABLICA 2
Zestawienie ilości ścieków w zależności od rodzaju surowca stosowanego w procesie zgazowania (3)

Stosowany surowiec	Ilość w m³	
	bez zawracania wody	z pełnym zawracaniem wody
Koks i antracyt	16 — 25	0,1 — 0,15
Węgiel kamienny	25 — 30	0,1 — 0,25
Węgiel brunatny	15 — 25	0,1 — 0,35
Torń	15 — 25	0,1 — 0,25
Drzewo	15 — 25	0,8 — 1,20

Z wytwórni tworzyw sztucznych ścieki zawierają fenole destylujące z parą wodną, jak fenol i krezole. Ścieki ze zgazowywania i odgazowywania węgla zawierają natomiast wyższe fenole o dość dużych stężeniach i wiele innych trujących substancji im towarzyszących pochodzących z węgla. Ścieki z uwodornienia węgla zawierają dużo fenolu, podczas gdy ścieki z zakładów wytwarzających sztuczną benzynę metodą Fischer-Tropscha prawie wcale fenoli nie zawierają (4).

Skład ścieków z przemysłu węglowego zależy od sposobu przeróbki węgla podaje tablica 3.

TABLICA 3
Skład ścieków z przemysłu węglowego (5)

Rodzaj domieszek w mg/l	Zakłady przetwórcze		
	koksownie	gazownie	wylewnie
Fenole lotne	1155	5130	5800 — 7000
Fenole nielotne	135	610	740 — 1050
Azot organ.	93	600	450 — 500
N ogólny	—	—	5000 — 600
NH ₃ ogólny	1326	1751	—
Siarka ogólna	616	2215	—
Siarkowodor	—	—	150 — 250

Jak widać z przytoczonych danych ścieki fenolowe z wylewni węgla kamiennego są najbardziej stężone. Jeszcze bardziej stężone są ścieki z wylewni węgla brunatnego. Według Bechera (6) stężenie domieszek w 1 litrze ścieków z wylewni węgla brunatnego przedstawia tablica 4.

Ścieki te charakteryzują się dużą zawartością wielowodorotlenowych trudnołotnych lub nielotnych fenoli, jak pirokatechina, rezorcyna, hydrochinon, floroglucyna oraz lotnych kwasów tłuszczowych. Skład ścieków fenolowych z wylewni i zakładów uwodorniania węgla wg H. Crotogino (17) podaje tablica 5.

Podane składy ścieków należy uważać za orientacyjne, gdyż zwykle w ściekach oznacza się fenole lotne, amoniak i siarkowodor, a pozostałe składniki oblicza się bądź to z utlenialności bądź też z wielkości BZT. Skład ścieków z generatorów (5) zależy od przetwarzanego rodzaju węgla. Przy stosowaniu

TABLICA 4
Skład ścieków z wylewni węgla brunatnego

Rodzaj domieszek	Stężenie w g/l
Kwas karbolowy	4,7
Krezol	2,6
Ksilenol	1,2
Pirokatechina	1,4
Pochodne hydrochinonu	1,2
Floroglucyna	0,4
Nieznane wyższe fenole	1,6
Pirydyna	0,7
Lotne kwasy tłuszczowe	6,8—8,4

TABLICA 5
Skład ścieków z wylewni i zakładów uwodorniania węgla

Rodzaj domieszek	Rodzaj zakładu	
	wylewnia w g/l	uwodornianie węgla w g/l
Jednowodorotlenowe fenole	10	8
Wielowodorotlenowe fenole	20	1
Ketony	0	10
Woski	5	0
Kwasy tłuszczowe	10	1
Siarkowodor	0	10
Amoniak	6	27

węgla kamiennego, antracytu i koksu zawartość fenoli w ściekach jest stosunkowo mała. Natomiast, gdy do zgazowania używany jest węgiel brunatny lub wytwarzany gaz podlega krakowaniu, zawartość fenoli może przekraczać 1 g/l. Obok fenolu w ściekach takich znajdują się ponadto znaczne ilości cyjanków siarkowodoru i innych substancji trujących.

2. Wpływ ścieków fenolowych na odbiornik.

Ścieki fenolowe w pierwszym rzędzie oddziałują szkodliwie na żyjące w odbiorniku ryby i mikroorganizmy, jak również pogarszają własności organoleptyczne wody przy jej oczyszczaniu w czasie dezynfekcji za pomocą chloru.

Odnośnie wpływu fenolu na ryby dane z literatury dotyczą badań nad wpływem fenolu i krezolu jako takich.

Na podstawie przeprowadzonych badań dawka szkodliwa dla ryb wynosi od 2 do 15 mg/l lotnych czystych fenoli. Kalabina M. M. (8) podaje natomiast, że w odbiornikach wodnych zanieczyszczonych fenolami zawartość lotnych fenoli w ilości 0,2 mg/l wywiera już ujemny wpływ na ryby. Szkodliwość ścieków fenolowych na ryby przypisuje nie tyle fenolom jako takim ile, przede wszystkim, innym związkom, które znajdują się w ściekach fenolowych jak naftalina, cyjanki, rodanki i inne. To założenie Kalabiny potwierdziły wyniki badań Ebelinga G. (9), który znalazł przy użyciu surowego fenolu trującą dawkę dla ryb w ilości około 3 mg/l, zaś przy użyciu czystego fenolu dawka ta wahała się w granicach od 10 do 15 mg/l.

Solman T. (10) zbadał wpływ hydrochinonu na złote rybki hodowane w akwariach i Daphnia magna i podaje, że hydrochinon jest 100-krotnie więcej trujący niż fenol.

Wpływ fenoli na mikroorganizmy wskazują wyniki badań przeprowadzonych przez Beera (11), który wykazał, że zawartość od 13 do 26 mg/l lotnych fenoli jest dawką śmiertelną dla większości pierwotniaków. Ponadto stwierdził on, że zatrucie głównie wywołują wielowodorotlenowe fenole.

Trująco działają na pierwotniaki dawki:

6,6 — 18 mg/l — hydrochinon
33,0 — 166 mg/l — pirogalol
166,0 — 333 mg/l — pirokatechiny.

To trujące działanie fenoli specjalnie się wzmacnia z podwyższeniem temperatury i z obniżaniem się zawartości tlenu w wodzie. Ponadto trujące własności posiada amoniak.

Z podanych wyżej danych wynika, że ze względu na zawartość fenoli lotnych i amoniaku głównie szkodliwie oddziałują na ryby ścieki z wylewni, z zakładów uwodorniania i zgazowywania węgla.

Jeśli chodzi o wpływ fenoli na smak mięsa ryb, to Ebeling (9) podaje, że przy zawartości 25 mg/l czystego fenolu nie daje się zauważyć zmiany smaku mięsa ryb. Przy zawartości natomiast 0,05 — 0,15 mg/l surowego karbolu w wodzie zaobserwowano wyraźną zmianę smaku mięsa ryb.

Na życie więc mikroorganizmów, ryb i zmianę smaku mięsa ryb mają wpływ przede wszystkim fenole lotne zawarte w wodzie, natomiast na smak i zapach wody do picia po jej chlorowaniu, jak wynika z przeprowadzonych doświadczeń, mają głównie wpływ fenole lotne.

Znamienne jest to, że wywoływanie zapachu w wodzie podczas jej dezynfekcji chlorem spowodowane jest bardzo małymi ilościami fenoli, które trudno jest nawet wyczuć za pomocą zapachu, a które w obecności chloru dają „apteczny zapach”. Zapach, jaki nadają wodzie fenole i chlorofenole, jak również i smak w badaniach rozróżniane były indywidualnie i przez to podawane przez różnych badaczy ich granice wyczuwalności są dość rozbieżne.

Laboratorium für Adsorptionstechnik we Frankfurcie n/Menem podaje dla fenolu próg smaku około 0,5 mg/l, a dla chlorofenoli 0,005 mg/l.

F. Meinck i R. Spaltenstein (12) wykazują, że próg zapachu dla fenoli lotnych, wywołujący chlorofenolowy posmak przy dezynfekcji wody chlorem, leży w granicach 0,01 i 0,00002 mg/l, natomiast pirokatechina, rezorcyna i pirogalol nawet przy stężeniach 500 mg/l nie dają chlorofenolowego posmaku. Granice wyczuwalności posmaku są bardzo rozległe, a mianowicie osoby mniej czułe na zapach wyczuwają przy rozcieńczeniu 1 : 10 milionów, podczas gdy wyjątkowo czułe rozpoznają już posmak przy rozcieńczeniu 1 : 750 milionów.

M. N. Świetłakowa (2) ustaliła próg zapachu związków fenolowych przed i po chlorowaniu wg tablicy 6.

TABLICA 6

Próg zapachu związków fenolowych przed i po chlorowaniu

Nazwa związku	Stężenie w mg/l	
	progowe wg zapachu	dające chlorofenolowy zapach w wodzie z chlorem
A. Jednowodorotlenowe fenole		
Fenol (kw. karbolowy)	18,0	0,005
o—krezol	0,002	0,001
m—krezol	0,002	0,001
p—krezol	0,005	0,002
Tymol	0,5	nie daje zapachu
Para butylofenol	3,2	„
Mieszanina izomerów dwuizobutylofenolu	0,5	„
Mieszanina para butylofenolu z izobutylofenolem	0,25	„
B. Wielowodorotlenowe fenole		
Rezorcyna	40,0	„
Hydrochinon	nie daje zapachu nawet przy stęż. 60 g/l	„
Pirokatechina	0,9 g/l	„
Pirogalol	nie daje zapachu nawet przy stęż. 5 g/l	„
C. Substancje zbliżone do fenoli		
α—naftol	9,0	„
β—naftol	9,0	„
Dwufenylopropan	500,0	„

Różnica w podawanych wynikach przez różnych badaczy może być ponadto spowodowana również i tym, że przyjęte w praktyce laboratoryjnej chemiczne metody oznaczania małych zawartości fenoli w wodzie np.: poniżej 0,1 mg/l nie są specyficzne do oznaczania poszczególnych fenoli i stosowanymi metodami można oznaczyć ogólną sumę wszystkich zawartych w wodzie fenoli i niekiedy związków nie będących fenolami, a które dają podobne reakcje.

W zależności od temperatury, czasu działania i stosunku ilościowego użytego chloru i zawartości fenolu w wodzie dezynfekowanej otrzymuje się różne związki, a mianowicie monochlorofenole, dwuchlorofenole i tróchlorofenole. Tylko monochlorofenole odznaczają się ostrym aptecznym zapachem, pozostałe natomiast mają b. słaby zapach lub wcale go nie posiadają.

Również na zapach chlorofenolowy ma wpływ pH (2, 12). Prawie przy wszystkich fenolach lotnych występuje zapach chlorofenolowy znacznie wcześniej, gdy woda ma odczyn kwaśny. Zapach chlorofenoli zanika przy alkalizowaniu wody i ponownie się zjawia przy jej zakwaszeniu. Dla większości lotnych fenoli, jak widać, próg smaku jest znacznie niższy niż zawartość fenolu, która na ogół znajduje się w odbiorniku. W praktyce sanitarnej przyjęto uważać jako kryterium, że stężenie 0,001 mg/l czystego fenolu w wodzie wywołuje podczas jej chlorowania zapach chlorofenolowy. Z tego względu zagadnienie wpływu ścieków na odbiornik oceaniczne jest dotychczas przede wszystkim ze względu na zawartość lotnych fenoli w odprowadzanych ściekach oraz zachodzącego rozcieńczenia w odbiorniku, przy którym dopuszczalne stężenie fenoli powinno być poniżej progu zapachu.

3. Usuwanie fenoli ze ścieków

Stosowane dotychczas metody usuwania fenoli ze ścieków przemysłowych sprowadzają się do ich odzysku lub rozkładu — niszczenia, aby możliwie nie wprowadzać ich do odbiornika. Biorąc pod uwagę ich zawartość w ściekach, przede wszystkim trzeba oddać pierwszeństwo tym metodom, za pomocą których fenole te można by było całkowicie odzyskać. Regeneracja fenoli wpływa na obniżenie kosztów oczyszczania ścieków. Niszczenie fenoli stosowane być może tylko ze względów sanitarnych, gdyż procesy przy tym stosowane są droższe niż procesy zmierzające do odzysku fenoli.

Przy regeneracji fenoli wchodzi w rachubę metody fizyczne jak:

- 1) destylacja,
- 2) ekstrakcja,
- 3) adsorpcja.

Przy niszczeniu fenoli zasługują na uwagę metody utleniania:

- 1) biologiczne,
- 2) chemiczne.

Wymienione metody fizyczne jak destylacja z parą wodną, adsorpcja, ekstrakcja pozwalają na ogół odzyskać taką ilość fenoli, że w odpływie znajduje się jeszcze przeciętnie 50 do 250 mg/l fenoli.

Proces oczyszczania biologicznego sprowadza się do rozkładu fenoli i substancji organicznych zawartych w ściekach. Z danych z literatury (3, 13) wynika, że warunkiem koniecznym dla zachodzenia tych procesów jest taka zawartość w nich fenoli, aby stężenie ich nie wpływało trująco na normalny bieg procesów biochemicznych. Ilość ta jest podawana w granicach od 50 do 250 mg/l. Zawartość fenoli przez rozkład biochemiczny można obniżyć do 2 mg/l.

Metody chemicznego rozkładu za pomocą silnych środków utleniających, z punktu widzenia ekonomicznego, nie wchodzi w rachubę i stosowane być mogą tylko tam, gdzie ma się do czynienia z małymi zawartościami fenoli, a więc przede wszystkim w przypadku konieczności oczyszczenia z fenoli wody do picia.

Metody fizyczne i biochemiczne usuwania i unieszkodliwiania fenoli znalazły zastosowanie w zakładach przemysłowych wytwarzających ścieki fenolowe, a metody chemicznego ich rozkładu z konieczności stosowane być mogą w zakładach oczyszczania wody.

Wybór metody zależy od rodzaju odbiornika, jego zdolności samooczyszczania jak również od gospodarki wodnej w samym zakładzie przemysłowym.

Fenole odzyskane ze ścieków są to przeważnie fenole rozpuszczalne w wodzie, głównie fenol, krezole i ksylenele, stanowią one produkty o dużej czystości i mogą być stosowane jako surowiec w przemyśle tworzyw sztucznych, farmaceutycznym, przy otrzymywaniu barwników i in.

a) *Metodą destylacji* odpędzić można fenole lotne w 90 do 95%. Wyższe fenole, jak o tym była już mowa, jak również towarzyszące im domieszki, pozostają po większej części w wodzie. Ma to tę zaletę, że w ten sposób otrzymuje się bogatszy produkt w fenole, Ze ścieków fenolowych, które zawierają większą ilość fenoli wielowodorotlenowych, jak to ma miejsce w ściekach z wylewni węgla brunatnego, ilość odpędzonych fenoli wynosi zaledwie 50 — 55% (14).

Proponowane są metody frakcjonowania destylacji, jednak dotychczas nie zostały one rozpracowane. Metody destylacji są dość kosztowne i w związku z tym w nowych projektach nie są na ogół uwzględniane.

b) *Metody ekstrakcyjne* posługują się rozpuszczalnikami takimi jak benzen, chlorobenzen, nitrobenzen, n-propyloeter, trójkrezylofosforan, eter dwuetylowy, alkohol butylowy, octan etylu, eter izopropylowy, octan butylowy i fenosolwan. Ten ostatni, stanowiący mieszaninę estrów kwasów tłuszczowych o trzech do pięciu atomach węgla, posiada największą zdolność ekstrahowania fenoli z wody spośród wszystkich wymienionych rozpuszczalników. Oplacalność stosowanej metody zależy od zawartości fenoli w ściekach, których ilość związana jest z procesem technologicznym. Wg Bacha proces odfenolowania ścieków metodą ekstrakcji jest gospodarczo uzasadniony w przypadku zawartości fenolu, jak podaje tablica 7.

Oplacalność ekstrakcji fenolu TABLICA 7
w zależności od ich zawartości w ściekach

Zawartość fenolu w g/m ³	O p ł a c a l n o ś ć
ponad 4 g	opłacalny;
3—4 g	przeważnie opłacalny, w najgorszym przypadku bez strat;
2—3 g	daje mały lub b. ograniczony zysk, proces w większości przypadków nie przynosi strat;
1—2 g	w zasadzie proces przynoszący straty;
poniżej 1 g	nie wchodzi w rachubę ze względu na niekorzystny stosunek kosztów urządzeń i ich eksploatacji do możliwych wydajności fenolu.

Stopień ekstrakcji fenoli odgrywa b. ważną rolę w stosowanym procesie. W zależności od używanego rozpuszczalnika zawartość pozostałych fenoli można obniżyć od 150 do 50 mg/l fenolu, a nawet do 10 mg/l. Działanie rozpuszczalnika przy ekstrakcji charakteryzuje się współczynnikiem rozdziału K:

K = C1 / C2

w którym:

C₁ — stężenie składnika w fazie wodnej.
C₂ — stężenia składnika w rozpuszczalniku.
Ogólnie ekstrakcja jest tym lepsza i korzystniejsza, im wartość K jest mniejsza.

W temperaturze 20°C, K dla lekkiej benzyny wynosi 5, benzolu 0,45, propyloeteru 0,059 i octanu butylu (fenosolwan) 0,02. Dla wyrażenia zdolności ekstrakcyjnej przyjęto w technice stosować współczynnik E, który jest odwrotnością K. Zdolność ekstrakcyjna E różnych rozpuszczalników przy odfenolowaniu 2% roztworu wodnego fenolu w temperaturze 20°C wynosi:

Lekka benzyna	0,2	Butyloalkohol	19
Chlorobenzen	2,0	Trójkrezylofosforan	28
Benzol	2,2	Izopropyloeter	45
Dwuetyloeter	17,0	Fenosolwan	49

Współczynnik rozdziału zależny jest od rodzaju substancji ekstrahowanej i ekstrahującej. Ponieważ przy ekstrakcji fenoli ma się do czynienia z mieszaniną wielu substancji, stąd współczynnik rozdziału jest różny dla każdego składnika. Obecnie stosuje się wielostopniową ekstrakcję. Jeśli do ekstrakcji zastosować nowy rozpuszczalnik to pozostała ilość (X_n) ekstrahowanej substancji można obliczyć wg wzoru:

Xn = Xo (K · V1) · n / V2 + K V1

w którym:

- X_n — pozostała ilość w wodzie substancji ekstrahowanej (w naszym przypadku fenoli);
- X₀ — ilość początkowa substancji w wodzie;
- K — współczynnik rozdziału;
- V₁ — objętość fazy wodnej;
- V₂ — objętość fazy rozpuszczalnika;
- n — ilość stopni ekstrakcji.

W przypadku gdy do ekstrakcji używany jest lekki rozpuszczalnik w przeciwnym kierunku, końcowe stężenie można obliczyć wg wzoru:

Xn = Xo [(V2 / V1) · (1 / K)]^(n+1) - 1 / ((V2 / V1) · (1 / K)) - 1

w którym oznaczenia są takie same, jak we wzorze poprzednim. Na podstawie podanego wzoru można wykreślić nomogram, który pozwoli określić stężenie końcowe fenolu w wodzie, jak również jego stężenie w poszczególnych stadiach ekstrakcji. Stosowane rozpuszczalniki do ekstrakcji należy tak dobrać, aby możliwie posiadały następujące własności:

- 1) niską prężność pary (temp. wrzenia poniżej 181°C),
- 2) możliwie małą rozpuszczalność w wodzie,
- 3) nie dawać emulsji w wodzie i łatwo się od niej oddzielać (znaczną różnicą ciężaru właściwego w odniesieniu do wody),
- 4) nie zmieniały swego składu i właściwości pod wpływem zmian temperatury,
- 5) odporność na działanie ługu,
- 6) nie zmieniać współczynnika rozdziału — K.

Ze względu na koszty oraz podane wyżej wymagania przy ekstrakcji zastosowanie znalazły przede wszystkim benzol, oleje średnie, fosforan trójkrezyłowy i fenosolwan.

Ekstrakcja benzolem głównie przyjęła się przy oczyszczaniu ścieków fenolowych w koksowniach. Nie znalazła natomiast zastosowania w wylewniach i generatorniach.

Ekstrakcję benzolem przeprowadza się w temperaturze 40—45°C. Ilość zużywanego benzolu wynosi 40—60%. Redukcja zawartości fenoli tą metodą nie przekracza 90—95%. Na opłacalność metody wpływa to, że koksownie posiadają własny benzol.

Dla tych samych powodów, dla odzysku fenolu ze ścieków wylewni bardziej opłacalną wydaje się metoda ekstrakcji za pomocą olejów średnich otrzymywanych na miejscu. Metoda ta nie została na szerszą skalę zastosowana.

Trójkrezylofosforan mimo dużego efektu przy ekstrakcji fenoli nie znalazł również zastosowania, a to ze względu na szereg wad takich, jak ekstrakcja żywic i związków nienasyconych, tworzących z wodą emulsję, zmianę zdolności ekstrakcyjnej i konieczności jego regeneracji.

W chwili obecnej wydaje się najbardziej ekonomiczna i na większą skalę stosowana metoda odfenolowania ścieków za pomocą ekstrakcji fenoli fenosolwanem. Ciężar właściwy fenosolwanu wynosi około 0,88 g/cm³, temperatura wrzenia 110—130°C oraz jego największa zdolność ekstrakcyjna w porównaniu z innymi rozpuszczalnikami, możliwość ekstrakcji i wyższych fenoli, usuwanie siarkowodoru i dwutlenku węgla oraz nieekstrahowanie tłuszczów z wody, stawia go w rzędzie dzisiaj najlepszych rozpuszczalników.

Przez ekstrakcję fenosolwanem obniżyć można ogólną zawartość fenoli do 100—200 mg/l. Fenosolwan po oddestylowaniu wyekstrahowanych fenoli zawraca się do obiegu.

Wg Meissnera (15) fenosolwanem można wyekstrahować jednowodorotlenowe fenole do 94%, wielowodorotlenowe fenole do 65%, a ogólną ilość fenoli do 75%.

c) *Metody adsorpcyjne*. Jako adsorbenty mające zastosowanie w praktyce do usuwania fenoli ze ścieków stosuje się węgiel aktywny, żel krzemionkowy, miał węglowy, koksowy żużel, popiół z generatorów Winklera i jonity.

Adsorpcyjne własności posiada również świeżo wytrącony węgiel wapniowy, wodorotlenek żelazowy i wodorotlenek glinowy. Przez adsorpcję usunąć można nie tylko lotne i wyższe fenole ale i inne składniki. Efekt adsorpcji zależy od obciążenia adsorbenta. Obciążenie to przy małych stężeniach fenoli można obliczyć wg wzoru:

a = k · Cⁿ

w którym:

- a — obciążenie w mg/g substancji aktywnej,
- k — stała wskazująca wielkość obciążenia,

- n — stała substancja aktywnej, wskaźnik dla zmiany obciążenia przy silnie wahających się stężeniach,
c — stężenie substancji rozpuszczalnej w wodzie (faza wodna), która jest w równowadze z ilością zaadsorbowaną.

Ze wzoru tego wynika, że środek adsorbujący jest tym lepszy, im wyższe k i mniejszą wartość posiada n.

Z wymienionych adsorbentów firma Lurgi do adsorpcji fenoli ze ścieków wykorzystwała węgiel aktywny. Obciążenie dla węgla aktywnego metodą Lurgi można przyjąć 2—8%, adsorbuje — 99% fenolu. Węgiel następnie jest regenerowany benzolem lub parą wodną. Wadą tej metody jest to, że węgiel aktywny adsorbuje wszystkie substancje znajdujące się w ściekach i przez to szybko się zużywa. Dobre jednak wyniki daje przy oczyszczaniu końcowym, po wstępnym odfenolowaniu innym sposobem i gdy zależy na dużym efekcie oczyszczania. Do ścieków z wylewni metoda ta nie jest stosowana.

Ciekawe dość wyniki otrzymuje się przy usuwaniu fenoli ze ścieków za pomocą sproszkowanego węgla bitumicznego w warunkach statycznych (16). Przy zawartości fenoli w ilości 500—100 mg/l metoda ta wg Gutzeita daje zadowalające rezultaty. Warunkiem dobrej adsorpcji jest środowisko kwaśne. Metoda ta stosowana była jako wstępna do obniżenia fenoli w ściekach z różnego rodzaju przemysłów do zawartości 50 mg/l w celu rozkładu fenoli o tym stężeniu na złożach zraszanych. Adsorpcja przeprowadzana była w warunkach statycznych. Efekt oczyszczania podaje tablica 8.

Wyniki adsorpcji fenoli węglem w proszku TABLICA 8.

Ścieki surowe			Warunki adsorpcji			Wyniki		
pH początk.	Zawartość fenolu mg/l	Zakwaszenie do pH	Ilość zużytego węgla w 1 okresie w funt.	Ilość okresów	Ogółem zużyto węgla w funt.	Czas w min.	Fenol w mg/l	% usuniętego fenolu
10,2	360	5,05	100	2	200	90	4,6	98,92
11,25	143	6,50	25	1	25	40	46,4	67,60
8,4	170	5,95	50	3	150	60	36,6	78,70

Używany węgiel po mechanicznym oddzieleniu ze ścieków może być użyty do celów opałowych.

Do ekstrakcji fenoli stosowany bywa również popiół z generatorów Winklera.

Popioły te mają wyjątkowe zdolności adsorpcyjne i mogą wiązać do 10% fenoli w odniesieniu do swej wagi.

Ścieki są mieszane z popiołem (6%) i następnie poddawane sklarowaniu w dołach lub stawach. Odciek ze stawu po raz drugi przepuszczany jest przez osad ze stawu. Efekt usuwania z surowych ścieków jest wyjątkowo dobry i tak: ścieki zawierające 4500 mg/l fenoli w odpływie ze stawów zawierały około 280 mg/l fenoli, a po przefiltrowaniu przez popiół ilość ich zmniejszyła się do 50—150 mg/l ogólnej ilości fenoli i 2—10 mg/l lotnych fenoli. Ogólna więc ilość zaadsorbowanych fenoli wynosiła 96%. Fenole ekstrahowane są następnie fenosolwaniem lub oddestylowane.

Stosowane aniony (17) i wofatyły wykazały, że adsorpcja fenoli może zachodzić w roztworach kwaśnych, obojętnych i zasadowych. Adsorpcję fenoli za pomocą jonitów stosuje się w warunkach dynamicznych.

Jak widać, przez stosowanie metod adsorpcyjnych i ekstrakcji można rozwiązać problem odzysku fenoli ze ścieków.

Wydaje się, że przy małych stężeniach fenoli w ściekach lepiej jest stosować metody adsorpcyjne.

Prace Dierechsa wykazują, że przy małych stężeniach fenoli lepsze wyniki daje węgiel aktywny niż wofatył i że najlepsze wyniki w tym przypadku daje węgiel sproszkowany.

Wofatył mógłby być wykorzystany przy stężeniach fenolu powyżej 500 mg/l, ekstrakcyjna metoda za pomocą fenosolwanu mogłaby być już opłacalna przy stężeniu fenolu 50 mg/l.

4. *Metody niszczenia fenoli.* Omawiane wyżej metody miały na celu odzysk cennego surowca, jakim są fenole i przez usunięcie ich — równoczesne oczyszczenie ścieków.

Mogą jednak zachodzić przypadki, gdy wymienione metody regeneracji fenoli są nieopłacalne, bądź też oczyszczone

ścieki posiadają jeszcze taką ilość fenoli, że nie można ich odprowadzić do odbiornika.

W tym przypadku może zachodzić konieczność niszczenia fenoli w ściekach przez ich utlenienie metodami biologicznymi lub chemicznymi, bądź też niszczenia samych ścieków.

Niszczenie ścieków fenolowych dokonuje się przez zużytkowanie ich:

- 1) do gaszenia koksu,
- 2) do transportu żużla z kotłowni,
- 3) do polewania gorących hałd żużlowych,
- 4) do spalania fenoli w generatorach przez wysycenie nimi sprężonego powietrza używanego do podmuchu.

Rozkład natomiast fenoli w ściekach sprowadza się do utleniania, jak o tym już była mowa, za pomocą drobnoustrojów lub stosując środki chemiczne.

a) *Niszczenie fenoli przez spalanie* jest najpewniejszym sposobem ich pozbycia się. Ze względu jednak na dość poważne związane z tym koszty nie zawsze może być ten sposób wykorzystany.

Znacznie lepiej sprawą ta przedstawia się przy generatorach. Wtedy ścieki zużywa się do otrzymywania pary, którą następnie doprowadza się przez warstwę rozżarzonego koksu do generatora.

W koksowniach i gazowniach można ścieki fenolowe używać do gaszenia koksu i w ten sposób je usuwać.

Pogarsza się przy tym jednak wygląd koksu, koks nabiera ponadto zapachu fenolowego i w związku z tym może być używany tylko do celów technicznych.

Niszczenie ścieków fenolowych przez zużytkowanie ich do gaszenia koksu, żużla lub wylewania na gorące hałdy wywołuje nieprzyjemne zapachy i zwłaszcza w okolicach gęsto zaludnionych może być przyczyną konfliktu z inspekcją sanitarną.

b) *Metody biologicznego rozkładu fenoli.* Utlenianie fenoli w ściekach oczyszczanych na polach nawodnianych, złożach zraszanych lub za pomocą osadu czynnego stosowane jest dotychczas w praktyce z różnym powodzeniem i przeważnie jako sposób uzupełniający oczyszczanie ścieków od fenoli. Na ogół podaje się, że efekt utleniania fenoli wynosi około 99%.

Wymagania dla samych ścieków sprowadzają się do tego, aby stężenie w nich fenoli nie wpływało zabójczo na bakterie, które dokonują przemian biochemicznych oraz aby w ściekach była odpowiednia ilość pożywki dla rozwoju bakterii. Z tych więc względów ścieki fenolowe albo należy rozcieńczyć, względnie obniżyć stężenie fenoli podanymi wyżej metodami, a następnie mieszać ze ściekami miejskimi w granicach 1 : 10 do 1 : 20, lub dodać pożywki w postaci związków fosforowych lub azotowych.

Odnosnie początkowego stężenia fenoli w ściekach oczyszczonych biologicznie panują różne poglądy.

Mongait i Zukow (3) podają, że początkowe stężenia fenoli w ściekach oczyszczonych biologicznie na złożach nie powinny przekraczać 150 — 160 mg/l, a oczyszczonych na polach nawodnianych 125 — 500 mg/l fenolu.

E. Eldridge (19) natomiast uważa, że złoża mogą zadowalająco pracować w przypadku, gdy stężenie fenoli w ściekach nie przekracza 25 — 30 mg/l.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń rozkładu fenoli na złożach stacji doświadczalnej w gazowni Taverny przez Tauberta (20) potwierdziły, że wprowadzając stopniowo ścieki o zwiększającym się stężeniu fenoli do 20 — 30 mg/l i w temperaturze 20 — 25°C pozwalają obniżyć zawartość fenoli do 2 — 1,3 mg/l. Oczywiście ścieki były uprzednio dobrze oczyszczone mechanicznie i odpowiednim pH. Okres wyhodowania na złożach i przyzwyczajania bakterii do nowego środowiska wynosił około 6 tygodni.

W temperaturze 10°C wyraźnie dawał się odczuwać spadek efektu utleniania. Zachodziła wtedy potrzeba podgrzewania. W. D. Scheets, M. H. Hamdy i H. H. Weiser (21) przeprowadzili z bardzo dobrym skutkiem rozkład fenoli na złożach w warunkach termofilowych w temperaturze 52—54°C. Początkowo do ścieków fenolowych dodawali ścieków domowych, a po wyhodowaniu bakterii dodawanie ścieków domowych okazało się zbędne.

Przy zastosowaniu osadu czynnego do oczyszczania ścieków fenolowych wymagane jest rozcieńczanie ścieków fenolowych ściekami miejskimi w stosunku 1 : 10 do 1 : 15. Procesy rozkładu zachodzą w tych warunkach tak samo, jak przy ściekach miejskich. Ilość tlenu i czas napowietrzania zależny jest od zawartości fenoli w oczyszczonych ściekach. Zawartość fenoli w ściekach oczyszczonych osadem czynnym może dochodzić do 600 mg/l.

c) *Metody chemicznego utleniania fenoli.* Do rozkładu fenoli mogą być stosowane środki o dużym potencjale oksydacyjnym takie jak chlor, dwutlenek chloru, ozon, woda

utleniona i nadmanganian potasu. Utlenianie fenoli tymi metodami z punktu widzenia ekonomicznego może wchodzić w rachubę tylko w przypadku wody do picia w celu usunięcia w wodzie chlorofenolowego zapachu.

Przy zawartości fenoli w wodzie wodociągowej rzędu setnych lub dziesiątych części miligrama, wg F. Cardeya (22), o ile wstępne chlorowanie jest mało skuteczne, o tyle działania roztworu chloru i dwutlenku chloru wydaje się celowe pod względem skuteczności i kosztów.

Działanie dwutlenku chloru na fenole nie zależy od temperatury, pH i nie daje chlorofenoli. Czas kontaktu wynosił kilka minut. Wadą tej metody jest wzrost zabarwienia. Zastosowanie tej metody utleniania fenoli na tomskich wodociągach potwierdziło skuteczność tej metody (24). Zakład Badawczy Ochrony Wód przed Zanieczyszczeniem IGK w Krakowie (25), stosując roztwór ClO_2 i Cl_2 , ustalił czas kontaktu dla niszczenia fenoli w wodzie na 10 minut. Przy zawartościach fenoli 0,25 mg/l wystarczy dawka 0,70 mg/l ClO_2 .

Stosowanie ozonu do niszczenia fenolu w wodzie wodociągowej może być wzięte tylko w rachubę w przypadku taniego sposobu otrzymywania ozonu. Z tych samych powodów nie przyjęła się metoda utleniania fenoli za pomocą wody utlenionej.

Nadmanganian potasowy dodany w nadmiarze przy b. wysokich kosztach nie redukuje zawartości fenoli poniżej 62% (24). Z tych względów praktycznie pozostaje tylko dla utleniania fenoli w wodzie sposób rozkładu za pomocą roztworu dwutlenku chloru i chloru.

d) *Inne metody usuwania fenoli.* Zakwaszenie ścieków fenolowych kwasem solnym lub siarkowym nie wpływa na obniżenie zawartości fenoli. Redukcja fenoli wynosiła najwyżej 6% (24). Stosowanie koagulatorów takich jak wapno, chlorek żelazowy, siarczan żelazowy obniża stężenie fenoli w ściekach najwyżej o 20%.

Wnioski

1) Dotychczasowe wyniki badań wskazują na potrzebę dalszych prac badawczych, które należałoby podjąć nad odzyskiem i niszczeniem fenoli w ściekach odprowadzanych do odbiornika.

2) Skuteczność i ekonomiczność stosowania każdej z omawianych metod zależy od objętości, stężenia ścieków, wymaganego stopnia oczyszczania i innych czynników specyficznych dla każdego zakładu odprowadzającego ścieki fenolowe.

3) Odzyskanie i niszczenie fenoli powinno być dokonywane w zakładzie produkcyjnym, tj. w miejscu powstawania ścieków i to w granicach rozsądnych kosztów.

4) Opracowanie metod analitycznych oznaczania fenoli jest konieczne ze względu na to, że dotychczas stosowane metody nie dają wyników powtarzalnych.

ZOFIA BUCZOWSKA, JANINA DĄBROWSKA
Instytut Medycyny Morskiej
Gdańsk—Gdynia

Charakterystyka ścieków przemysłu rybnego

Problem ścieków przemysłowych składa się z dwóch zagadnień: 1) sanitarne usuwanie ścieków, 2) wykorzystanie niektórych składników jako materiału użytkowego lub jako surowca dla otrzymywania produktów wartościowych.

Ścieki przemysłu rybnego na Wybrzeżu są kierowane do kanalizacji miejskiej, albo bezpośrednio do basenów i kanałów portowych. W pierwszym wypadku są powodem znacznych zaburzeń w działaniu oczyszczalni ścieków miejskich. W drugim wypadku zanieczyszczają wody portowe. Oczyszczalnie ścieków w miastach portowych przeciążone nadmiarem ścieków miejskich nie mogą przerobić ścieków przemysłowych. Bezpośrednie wprowadzanie ścieków przemysłowych do basenów i kanałów portowych, wchodzących głęboko w ląd i zamkniętych falochronami, a więc z małym dopływem świeżej wody z morza, stwarza warunki dla zanieczyszczania wód portowych.

Ścieki przemysłowe w porównaniu ze ściekami miejskimi wykazują bardzo duże różnice, zarówno w jakościowej jak i ilościowej zawartości składników. Ścieki miejskie mają na ogół jednolity skład, zapewniający odpowiedni materiał odżywczy dla rozwoju mikroorganizmów, decydujący o przebiegu procesu biologicznego utleniania ścieków.

LITERATURA

1. A. DIERICHS „Heutiger Stand und Ausblick in der Phenol-abwasserreinigung“. Wassertechnik, Februar 1955, str. 52.
2. M. N. Swietłakowa „Wlijanje razlicnych fenolow na organoleptičeskie swojstwa wody pri obiezazarażeniji jejo chlorom“. Gig. i Sanit., 1955, nr 2, str. 11.
3. A. Zukow, I. Mongait „Priedprijatje termičeskoj pierierabotki tiwordowo topliwa“. Proizwodstwiennye Stocznyje Wody, pod red. Bołodyriewa, Moskwa, 1948.
4. Husman „Neuartige Abwasserwerten aus dem Vierjahresplan“, Verkehr, Ges. Ing., 1939.
5. Meinck, Stoeff, Weldert „Industrie Abwässer“, 1953.
6. R. Becher „Reinigung und Beseitigung von Schwelwasser“, G.W.F., 1949, str. 459.
7. H. Crotofino „Neue Erfahrungen der Abwasserbearbeitung in Kohlenveredlungsbetriebe“, Vom Wasser, 1949, str. 49.
8. M. M. Kalabina „Der Phenolzerfall in Fließ- und Staugewässern“, Z. Fischerei, 1953, str. 295.
9. G. Ebeling „Versuche über die Wirkung phenolhaltiger Abwässer im Zusammenhang mit Rheinuntersuchungen auf der Strecke von Mainz bis Emmerchin in den Jahren 1935—37“, Vom Wasser, 1939, str. 486.
10. T. Solman „Journ. Gen. Physiolog. 1949/L949, str. 405.
11. W. Beer „Über der Einfluss des Phenolgehaltes des Pleissewässers auf die Mikrobewelt“. Wassewirtschaft, 1945, nr 4, str. 125.
12. F. Meinck, A. Spaltenstein „Abwässer der Kohlenveredlungsindustrien und Trinkwasserversorgung“, Ges. Ing., 1947, str. 7.
13. L. Teubert „La Technique de l'Eau“, 1954, nr 3.
14. K. Lorentz „Phenolwasser-Nachreinigungsverfahren mit Hilfe von Winklergasstaub und Winklerasche“. Wasserwirtschaft-Wassertechnik 3 (1953) S. 220—22.
15. Meissner B. „Zusammensetzung der Starkwasser der Schwele-reien Gas und Hydrierwerke“, Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1954, nr 4, str. 218.
16. G. Gutzeit „Usuwanie fenoli ze ścieków za pomocą węgla Petroleum Processing, vol. 7, nr 6, 1952.
17. B. Dewonkow, N. E. Ogniewa „O nowych metodach oczistki fienolnych proizwodstwiennych stocznych wod“. Inst. im. Miendielejewa (skrót w G.W.F., 10, 1954, str. 315.
18. A. Dierichs „Heutiger Stand und Ausblick in der Phenolwasser-reinigung“, Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1955, Februar, str. 52—57.
19. E. F. Eldridge „Industrial waste treatment practice“. London, 1952.
20. L. Taubert „Les études sur l'épuration des eaux résiduaires des usines à gaz à la methode biologique“. L'Eau, 1954, nr 3.
21. W. D. Sheets, M. H. Hendy, H. H. Weiser „Microbiological studies and the treatment of Petroleum Refinery Phenolic Waste“. Sew. Ind. Wastes, 1954, 26, str. 882.
22. F. Cordey „Sur l' action de ClO_2 sur eaux phenoliques“. L'Eau, nr 5, 1953.
23. L. Siegelman „Isopolzowanie dwuokisi chłora na tomskom wodoprowadzie“. Gig. i Sanit., 1954.
24. Grant A. Pettit „Wastes Enegineering, 1953.
25. A. Chojnacki „Próby rozkładu fenoli w wodzie do picia“. Gospodarka Wodna, Biuletyn Gospodarki Wodnej, 1955, nr 2 (w druku).

Pomijając występowanie substancji hamujących życie biologiczne w niektórych ściekach przemysłowych, obecność i ilościowy stosunek różnych typów związków organicznych: węglowodanów, związków azotowych, tłuszczów itp., wpływa w dużym stopniu na warunki rozwoju mikroorganizmów, a tym samym na przebieg utleniania ścieków.

Według H. Heukelekiana (1) proces biochemicznego utleniania przebiega szybko przy optymalnym stosunku węgla do azotu w organicznym materiale, służącym jako pożywka dla mikroorganizmów ściekowych. Jeżeli w materiale organicznym jest mało azotu w stosunku do węgla rozwój mikroorganizmów jest zahamowany wskutek deficytu azotowego.

Stężenie ścieków, którego wskaźnikiem jest wartość biochemicznego zapotrzebowania tlenu, waha się dla ścieków miejskich w dość wąskich granicach 100 — 350 mg O_2 /l, natomiast większość ścieków przemysłowych wykazuje o wiele wyższe wartości BZT w granicach 1000 — 5000, a nawet 10.000 — 50.000 mg O_2 /l. Z powodu tak dużego zapotrzebowania tlenu szybkość procesu utleniania może być znacznie zahamowana wskutek deficytu tlenowego.

Stan fizyczny składników ścieków jest również ważnym czynnikiem wpływającym na szybkość utleniania ścieków.

Drobnoustroje mogą zużywać tylko te substancje, które mają zdolność dyfuzji przez błonę komórkową. Większe cząsteczki mogą być włączone do procesu biochemicznego utleniania dopiero po hydrolizie, dzięki której są zamienione w rozpuszczalne związki. Czynnikiem hydrolizującym są enzymy egzo-komórkowe. Jasne jest, że nierozpuszczalne organiczne składniki opóźniają utlenianie ścieków. Jak z tego wynika, pierwszym etapem w opracowywaniu zagadnienia ścieków przemysłowych muszą być badania nad składem chemicznym, stanem fizycznym składników, przebiegiem utleniania itp.

Dosyć wszechstronnie omawia problem ścieków przemysłu rybnego w Kalifornii H. G. Davis (2). Przed rokiem 1944 ścieki były wpuszczane bez oczyszczania do zatoki. Ze względu na niezwykle wysoką zawartość substancji organicznych stwarzały niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód publicznych. Część tych ścieków zawierała 6% białka i znaczne ilości tłuszczu. Na skutek rozporządzenia władz ścieki zostały skierowane do kanalizacji miejskiej powodując bardzo duże przeciążenie oczyszczalni ścieków. Wobec konieczności oczyszczania ścieków przed wpuszczeniem do kanalizacji miejskiej, opracowano metody koagulacji i wydobywania cennych substancji. Pozwoliło to na produkcję ścieków o bardzo małym biochemicznym zapotrzebowaniu tlenu. A. P. Georgiewskij (3) badał wody ściekowe z wędzarni i patroszarni ryb. Stwierdził dużą mętność, małą zdolność opadania zawiesin, duże biochemiczne zapotrzebowanie tlenu. Wskutek tego oczyszczanie mechaniczne jest niewystarczające. Praca Z. W. Goworkowa i N. T. Bieriezina (4) zawiera dane charakteryzujące solankę, tzw. ląkę, która stanowi część ścieków przemysłu rybnego. Zawartość związków organicznych wynosi ca 4%, w tym zawartość azotu organicznego — 12 — 16%.

H. Kirschninck (5) w swej pracy o możliwościach wykorzystania ścieków rybnych jako surowca podaje, że ścieki z fabryki mączki rybnej zawierają 10 — 14% białka i 0,4 — 4% tłuszczu. Ścieki te stanowią cenny surowiec do wyrobu wysokowartościowej paszy, sztucznych żywic, kleju nierozpuszczalnego w wodzie i tranu.

Samoooczyszczanie wód morskich stanowi osobne zagadnienie. Na ogół uważa się, że warunki są gorsze w porównaniu z wodami śródlądowymi. Jak wiadomo, zawartość tlenu w wodzie morskiej jest około 20% niższa, niż w wodzie słodkiej w tej samej temperaturze. H. B. Gotaas (6) podaje, że drugi okres biochemicznego utleniania, tj. nitrifikacja ścieków rozcieńczonych wodą morską, jest wyraźnie opóźniony. Woda morska ma mniejszą zdolność absorpcji składników ściekowych, ponieważ zawiera znacznie większe ilości składników rozpuszczonych, niż woda słodka.

Niektóre składniki wody morskiej reagują ze składnikami ścieków. Powoduje to strącanie osadów, nadających mleczny wygląd wodzie i tworzących na brzegach zbiornika naloty, łatwo ulegające gniciu. Naloty brzegowe łatwiej wytwarzają siarkowodor w wodzie morskiej, niż w słodkiej (H. Babbit (7)).

W pracy tej przeprowadzono badania na materiale pochodzącym z przemysłu rybnego na Wybrzeżu, mające na celu określenie cech charakterystycznych ścieków rybnych, na podstawie których można by rozwiązać zagadnienie sanitarnego usuwania tych ścieków.

Część doświadczalna.

Pobieranie prób. Badania wykonano na ściekach pochodzących z pięciu zakładów przetwórczych na Wybrzeżu. Uzyskanie prób średnich mieszanych ze wszystkich działów produkcji było niemożliwe, ponieważ ścieki z poszczególnych działów są wpuszczane bezpośrednio do kanalizacji

miejskiej lub do odbiornika wodnego. W jednym tylko zakładzie można było pobierać próby ścieków mieszanych z patroszarni i solarni. Pobierano więc próby z poszczególnych działów produkcyjnych: patroszarni, solarni, fabryki mączki rybnej oraz próby ścieków mieszanych z wyżej wspomnianego zakładu w okresach największego nasilenia produkcji. Przeważającą ilość ścieków produkuje patroszarnia: ca 2 m³ z 1 tonny ryb. Fabryka mączki rybnej — ca 0,9 m³ ścieków z 1 tonny odpadków rybnych. Solarnia — ca 0,4 m³ z 1 tonny ryb. Inne działy produkcyjne jak: wędzarnia, konserwarnia dają stosunkowo niewielkie ilości ścieków, wobec czego pominięto je w badaniach. Próby ścieków z patroszarni były pobierane ze studzienek podłogowych, umieszczonych przy mechanicznych płuczkach dla patroszonych ryb. Próby ścieków z solarni pobierano przy wypuszczaniu solanki z basenów do solenia ryb. Ścieki z fabryki mączki rybnej pobierano ze studzienki hali produkcyjnej. Na ilościowy skład chemiczny ścieków wpływa gatunek ryb przerabianych i stopień świeżości. Dla uzyskania średnich wyników analizy ścieków pobierano próby z przerobu różnych gatunkowo i pod względem świeżości partii surowca.

Opis doświadczeń.

Wykonano cztery serie badań. Wyniki badań, przedstawione w tablicach, są średnimi liczb otrzymanych z analizy 8 prób każdego rodzaju ścieków.

W pierwszej serii badań oznaczono stosunek azotu składników organicznych do całkowitej zawartości związków organicznych, wyrażonych jako biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT). Jak wspomniano we wstępie, stosunek węgla do azotu w organicznym materiale ściekowym wpływa na szybkość biochemicznego utleniania ścieków. Według Heukelekiana (1) tylko nieliczne gatunki bakterii są zdolne rozkładać bezazotowe związki organiczne, jak np. cukry, o ile nie ma azotu w dostatecznej ilości w środowisku, w którym przebiega proces utleniania. Przy stosunku węgla do azotu rzędu 50 : 1 występuje deficyt azotowy. W miarę zmniejszania się tego stosunku więcej azotu z rozkładu azotowych organicznych związków przechodzi w sole amonowe i azotany — formy, które mogą być zużywane przez bakterie w procesie utleniania węglowodanów. Przy stosunku C : N = 20 : 1 jest więcej azotu, niż potrzeba do asymilacji komórkowej i mały nadmiar azotu występuje w postaci amoniaku w środowisku.

Określono doświadczalnie optymalny stosunek azotu do węgla wyrażonego w wartościach biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT). Według wspomnianego autora, 1 mg azotu potrzebny jest do utleniania ilości związków organicznych, wyrażonych w wartości BZT₅ równej 20 mg O₂. A zatem stosunek BZT₅ do Norg. powyżej 20 oznacza deficyt azotowy, poniżej 20 — dostateczną ilość azotu dla szybkiego biochemicznego utleniania ścieków.

Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu oznaczano metodą rozcieńczeń. Jak widać z tablicy 1, BZT₅ jest bardzo duże. Zawartość azotu w ściekach jest wystarczająca co wysoka, aby zapewnić rozwój bakterii, potrzebnych do utleniania tak dużej ilości substancji organicznych. Z procentowej zawartości azotu w organicznej suchej pozostałości można wnioskować, że składniki organiczne ścieków są białkami i produktami ich hydrolizy.

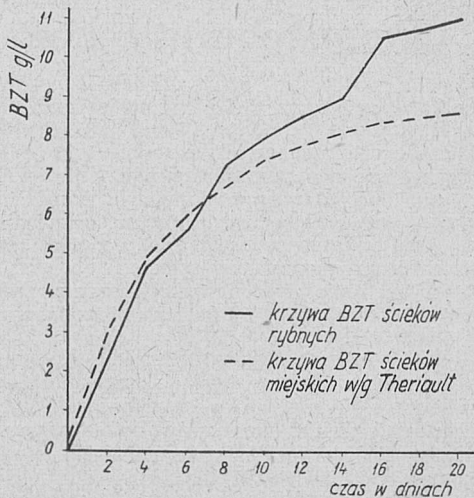
Celem drugiej serii doświadczeń było badanie przebiegu biochemicznego utleniania mieszanych ścieków w pierwszym okresie utleniania. Wykonywano codzienne oznaczenia BZT w ciągu 20 dni w trzech próbach tych ścieków, pochodzących z różnych okresów produkcji. Próby ścieków zostały przedtem pozbawione większości zawiesin przez składowanie w leju Imhoffa w ciągu 2 godz.

Stosunek BZT do azotu w ściekach rybnych.

TABLICA 1

Rodzaj ścieków	BZT 5-dniowe mg O ₂ /l	Organ sucha pozostałość mg/l	Azot mg/l				BZT ₅ /N	% N w org. suchej pozostał.
			Całkowity	N _{NH₄}	N _{NO₂} + N _{NO₃}	Organ.		
Patroszarnia	5500	5700	760	27	17	716	7	12
Solarnia	26000	39000	6100	490	360	5250	4	13
Mieszane	8000	10100	1790	340	74	1500	4	14
Fabryka mączki rybnej	75000	68600	10300	950	70	9280	7	13

Do rozcieńczeń użyto wody przygotowanej według Lea i Starra (8). Temperatura doświadczeń wynosiła 20° C. Na podstawie średnich wartości BZT jednodniowego wykreślono krzywą pierwszego okresu biochemicznego utleniania (rys. 1). Porównanie z teoretyczną krzywą utleniania ścieków miejskich wg Theriault, wykreśloną w tej samej skali, wykazuje, że szybkość utleniania jest zbliżona do utleniania ścieków miejskich. Odchylenie krzywej ścieków rybnych występujące 14 dnia wskazuje na wcześniejsze rozpoczęcie drugiego okresu utleniania. Według H. Gotaasa (6) załamanie krzywej utleniania oznacza rozpoczęcie okresu nitrifikacji, jakkolwiek nie zawsze uwidacznia się to przez kierunek krzywej. Są wypadki, gdy drugi okres utleniania rozwija się stopniowo i krzywa nie wykazuje załamania.



W trzeciej i czwartej serii badań określono efekt mechanicznego oczyszczania ścieków. Trzecia seria doświadczeń składa się z analiz, rodzajów zawiesin oraz oznaczeń zawartości związków tłuszczowych. Efekt klarowania ścieków w leju Imhoffa uwidoczny w tabelcy 2.

TABLICA 2
Zawiesiny i związki tłuszczowe w mg/l. Wpływ klarowania ścieków

Rodzaj ścieków	Zawiesiny w ściekach		% redukcji ilości zawiesin	Związki tłuszczowe w ściekach		% redukcji i ilości tłuszczów
	suro- wych	sklaro- wanych		suro- wych	sklaro- wanych	
Patroszarnia	3120	1740	44	1250	270	78
Solarnia	23600	17700	25	1500	200	86
Mieszane	5000	3400	32	1200	200	83
Fabryka mączki rybnej	22600	—	—	2000-20800	—	—

Ilość zawiesin usuniętych przez sklarowanie ścieków obliczano z oznaczeń suchej pozostałości ścieków surowych i sklarowanych. Zawiesiny we wszystkich rodzajach ścieków są typu organicznego. Procentowa zawartość lotnych zawiesin w stosunku do całkowitej ilości zawiesin wynosi od 89 — 96%. Zdolność osiadania zawiesin jest różna. Największą zdolność osiadania wykazują zawiesiny ścieków

z patroszarni; 44% całkowitej ilości zawiesin osiada w ciągu 2 godz. W porównaniu ze ściekami miejskimi jest to redukcja ilości zawiesin stosunkowo nieznaczna. Najmniejszą redukcję ilości zawiesin wykazują ścieki z solarni, tylko 25%. Ma tu wpływ znaczna gęstość tych ścieków (c.w.1,21) spowodowana dużą zawartością NaCl, około 28%.

Zawartość związków tłuszczowych określana za pomocą ekstrakcji eterowej jest zbliżona we wszystkich rodzajach ścieków, z wyjątkiem ścieków z fabryki mączki rybnej. Klarowanie ścieków w leju Imhoffa usuwa średnio 82% tłuszczów. Zawartość związków tłuszczowych w ściekach z fabryki mączki rybnej waha się w szerokich granicach od 2000 — 20.000 mg/l, zależnie od surowca.

W czwartej serii doświadczeń określono, w jakim stopniu mechaniczne oczyszczanie ścieków wpływa na biochemiczne zapotrzebowanie tlenu. Jedną część próby ścieków klarowano w leju Imhoffa w ciągu 2 godz., drugą sączone przez fałdowany sacek z bibuły filtracyjnej. Sączenie ścieków przez gęste filtry lub przez tygiel Goocha było niemożliwe, ze względu na szybkie zaklejanie porów sączka substancją białkową. W ściekach surowych sklarowanych i sączonych oznaczano suche pozostałości po spaleniu i BZTs. Z tych danych obliczono procent redukcji ilości zawiesin, jako skutek klarowania ścieków. Redukcję ilości zawiesin przez sączenie przyjęto umownie jako 100%, chociaż ta metoda oznaczania ilości zawiesin daje tylko przybliżone wartości. Zależnie od wymiaru cząstek, pewna ilość zawiesin przechodzi do przesączu. Jak widać z tabelicy 3, mechaniczne oczyszczanie ścieków redukuje biochemiczne zapotrzebowanie tlenu maksymalnie o 47%. Można z tego wnioskować, że większa część składników organicznych ścieków znajduje się w stanie rozpuszczonym i koloidalnym. Ponieważ BZT ścieków mieszanych jest bardzo duże, oczyszczanie mechaniczne nie jest wystarczające. Zastosowanie biologicznego oczyszczania lub metody koagulacyjnej pozwoliłoby dopiero na otrzymanie ścieków odpowiadających wymaganiom sanitarnym.

Ścieki z fabryki mączki rybnej wykazują największe stężenie ze wszystkich badanych rodzajów ścieków. Z tego powodu podajemy tu krótką charakterystykę, która wskazuje na celowość potraktowania tych ścieków jako surowca dla uzyskiwania cennych produktów.

Ścieki te w stanie świeżym mają barwę żółtą, zapach specyficzny, b. dużą mętność, oziębione do temp. +5° gęstnieją, tworząc galaretę, podobnie jak rozcieńczone roztwory żelatyny. W leju Imhoffa osiada w ciągu 2 godzin ca 170 ml kłaczkowatej zawiesiny i, zależnie od zawartości tłuszczu, warstwa tego ostatniego oddziela się na powierzchnię. Zawartość tłuszczu wynosi od 0,2 do 2%. Przeliczono ilość oznaczonego azotu organicznego na substancję białkową. Tak obliczona ilość białka wynosi 5,8%. Maksymalne ilości białka i tłuszczu w 1 m³ ścieków wynoszą odpowiednio 58 i 20 kg.

Ze względu na wyjątkowo wysokie BZT ścieki te stanowią b. duże obciążenie dla kanalizacji ogólnej i dla odbiornika wodnego.

Wnioski.

1. Stosunek biochemicznego zapotrzebowania tlenu do zawartości azotu ścieków rybnych zapewnia zadowalający wynik biologicznego oczyszczania ścieków.
2. Przebieg krzywej biochemicznego utleniania ścieków wskazuje na to, że szybkość pierwszego okresu utleniania ścieków rybnych jest zbliżona do szybkości utleniania ścieków miejskich. Drugi okres utleniania, tj. nitrifikacja, występuje wcześniej.
3. Zawiesiny ścieków rybnych wykazują małą zdolność opadania. Około 32% zawiesin można usunąć przez klarowanie ścieków w ciągu 2 godz.

Wpływ usuwania zawiesin na BZT

TABLICA 3

Rodzaj ścieków	Zawiesiny organ. w ściekach	% redukcji ilości zawiesin org. w ściekach		BZT ₅ ścieków			% redukcji BZT ₅ ścieków	
	suro- wych	sklarow.	sączone	suro- wych	sklarow.	sącz.	sklar.	sącz.
Patroszarnia	3020	58	100	5500	3500	2900	36	47
Solarnia	18000	24	100	26700	22800	18600	14	30
Mieszane	4620	49	100	8800	6300	5100	28	42

4. Klarowanie ścieków zmniejsza biochemiczne zapotrzebowanie tlenu o 25%, sączenie — o 42%. Około 58% organicznych składników ścieków znajduje się w stanie rozpuszczonym i koloidalnym.

5. Ścieki z fabryk mączki rybnej o wyjątkowo wysokim biochemicznym zapotrzebowaniu tlenu, zawierające ca 5% białka i dość znaczne ilości tłuszczu, powinny podlegać odrębnym procesom oczyszczania, pozwalającym na uzyskiwanie cennych produktów.

WITOLD HERMANOWICZ i CELINA SIKOROWSKA

Zakład Higieny Komunalnej PZH

Oznaczanie ołowiu w wodzie metodą chromatografii bibułowej

Autorzy opracowali metodę oznaczania ołowiu w wodach naturalnych za pomocą chromatografii bibułowej.

Zasada metody polega na oddzieleniu ołowiu od innych pierwiastków z próbki odparowanej wody, następnie wyluowaniu ołowiu z „widma” chromatograficznego i oznaczeniu go kolorymetrycznie metodą ditizonową. Metoda ta pozwala oznaczyć zawartość ołowiu w wodzie od 0,05 mg/l wzwyż.

Występowanie ołowiu w wodzie i jego znaczenie.

Ołów, jako mikroelement występuje w postaci różnych związków w wodzie i glebie. Do wody ołów dostaje się na skutek korozji rur ołowianych dostarczających wodę do picia, ze zbiorników ołowianych malowanych gładką względnie minią ołowiową, w których przechowuje się wodę do picia. Ścieki z szeregu obiektów przemysłowych również zanieczyszczają wody powierzchniowe związkami ołowiu, poza tym ołów może dostać się do wody z gleby, a nawet z powietrza zanieczyszczonego aerozolami związków ołowiu. Ołów obecny w wodzie przedostaje się do organizmu ludzkiego, powoduje przewlekłe schorzenia, a nawet śmierć (12). Szkodliwość działania związków ołowiu jest tym bardziej niebezpieczna, ponieważ ten pierwiastek kumuluje się w organizmie (9).

Ze względu na silną toksyczność związków ołowiu i jego własności kumulacyjne, przepisy sanitarne różnych krajów tolerują jego obecność w wodzie do picia i potrzeb gospodarczych nie większą niż 0,1 mg/l Pb. (7.10). W związku z powyższym często zachodzi konieczność sprawdzania zawartości ołowiu w wodzie do picia w celu określenia przydatności takiej wody do wspomnianych celów.

Metody oznaczania ołowiu w wodzie.

Do oznaczania Pb w wodzie najczęściej są stosowane metody kolorymetryczne jak: metoda nefelometryczno-kolorymetryczna, polegająca na wytrącaniu PbS w badanej wodzie lub kolorymetryczne, polegające na powstawaniu barwnych soli ołowiu wewnątrz zespolonych z ditizonem.

Metoda pierwsza, z PbS, jest metodą mało czułą i niezbyt specyficzną i nie zawsze daje dobre wyniki. Metoda ditizonowa, o ile ołów jest oddzielony od innych pierwiastków, jest obecnie najlepszą i najdokładniejszą metodą.

Istnieje szereg modyfikacji metody ditizonowej oznaczania Pb, bez oddzielania go od innych pierwiastków, jednak wyniki otrzymywane za pomocą tych metod nie zawsze są pewne, ponieważ wiele pierwiastków daje zabarwienie z ditizonem podobne do zabarwienia z ołowiem (4.5.8.). Ze względu na brak dostatecznie czułej i pewnej metody oznaczania Pb w wodzie oraz na bardzo duże trudności analityczne oddzielania Pb od innych pierwiastków, opracowaliśmy nową metodę chromatograficzną, polegającą na wyodrębnieniu Pb spośród innych pierwiastków znajdujących się w wodzie i oznaczeniu go, po wyluowaniu z chromatogramu metodą ditizonową.

Niniejsza praca oparta jest na pracach poprzednich (3.4.5.) i stanowi dalszy ciąg cyklu prac związanych z oznaczaniem niektórych mikroelementów występujących w wodzie.

Oddzielanie ołowiu od innych pierwiastków metodą chromatografii bibułowej.

W przeciwieństwie do chromatografii związków organicznych, chromatografia związków nieorganicznych jest sto-

LITERATURA

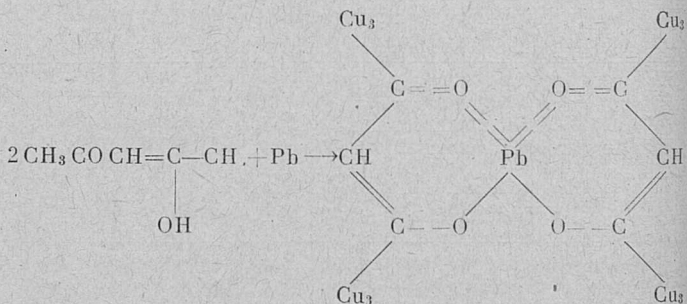
1. Heukelekian H. Sewage, a. Ind. Wastes. 22, 87, 1950
2. Davis H. G. Sewage Works Journ. XVI. 947, 1944
3. Georgiewskij A. P. Gig. i Sanit. Nr 10. 53. 1949.
4. Goworkow Z. W. Bieriezin N. T. Posol Sieldi. 1931.
5. Kirschinnck M. Die Fisch-Woche, Nr 46, 662, 1949.
6. Gotaas H. B. Sewage Works Journ. 21, 818, 1949.
7. Babbitt H. E. Sewage and Sewage Treatment. 1947.

sunkowo mało opracowana (2.4.) i w związku z powyższym prace z tej dyscypliny są poniekąd pracami pionierskimi.

Do rozdzielania Pb od innych pierwiastków zastosowaliśmy metodę wstępującej chromatografii bibułowej. Pasek bibuły z naniesioną plamką badanej substancji zanurzano do naczynka z solwentem znajdującym się w cylindrze, szczelnie go zamykano i pozostawiano na kilka godzin dla rozwinięcia chromatogramu.

Metodykę pracy podaliśmy dokładnie w poprzednio ogłoszonych pracach (4.5.). Do chromatogramów używaliśmy bibuły Schleichera nr 597.

W celu uzyskania jednolitego biegu ołowiu na chromatogramie, do solwentu dodawaliśmy acetyloacetonu, który z ołowiem tworzył sól wewnątrz zespoloną. Ta sól stanowiła prawie jedyną postać związków ołowiu występującą w solwencie, wobec czego podczas rozwijania chromatogramu powstawały zwarte prążki Pb. W solwentach bez acetyloacetonu ołów występuje w różnych postaciach, zjonizowany, niejonizowany itp., co powoduje powstawanie „ogonów” na widmie chromatograficznym. Ostatnie prace Berga i Strasnera (1) podają, że „acetyloacetonaty” Co, Cu i Ni dają się doskonale rozdzielać przy zastosowaniu solwentu składającego się: z alkoholu metylowego, dwuoksanu i cykloheksanu. Ołów daje z formą enolową acetyloacetonu sól bezbarwną, wewnątrz zespoloną, chociaż acetyloacetonaty innych metali przebieżnie są zabarwione.



Przy rozdzielaniu pierwiastków na bibule, rodzaj bibuły odgrywa bardzo dużą rolę. Bibuła pod względem chemicznym w zasadzie składa się z celulozy, z której można wyróżnić trójakiego rodzaju związki: a celulozę nierozpuszczalną w mocnych zasadach, z części rozpuszczonej można wytrącić kwasami mineralnymi β celulozę, zaś γ celuloza pozostaje nadal w roztworze.

Bibuła najbardziej przydatna do analiz lub do chromatografii powinna zawierać co najmniej 96% α celulozy. Jakość bibuły można charakteryzować „liczbą miedziową”. Jest to ilość gramów miedzi obliczona z tlenku miedziowego otrzymanego przez redukcję CuSO₄ przez 100 g bibuły. Dobra bibuła ma „liczbę miedziową” 0,4 i mniejszą (3). Dobra bibuła obserwowana przez mikroskop wykazuje „strukturę rogożkową”, zaś pod mikroskopem elektronowym widać „strukturę szczełkową”. Poza tym bibuła posiada własności kierunkowe, jeden kierunek zgodny z biegiem taśmy maszyny produkującej bibulę, drugi prostopadły do wspomnianego kierunku. Paski bibuły wycięte z tego samego arkusza bibuły lecz z dwóch różnych kierunków będą dawały przy rozwijaniu odmienne chromatogramy.

Zwykle szybkość wędrowania wody na bibule jest większa w kierunku biegu maszyny. Wood i Strain (15), badając przepływ wody wraz z solwentami na bibule, stwierdzili

ze w chromatografii wstępującej szybkość migracji zmniejsza się w miarę posuwania się czoła solwentu.

W chromatografii zstępującej szybkość migracji czoła zmienia się stosunkowo mało. Dotychczas zagadnienie teorii chromatografii rozdzielczej na bibule jeszcze nie posiada wyczerpującej podbudowy teoretycznej i opiera się raczej na eksperymencie.

Uwzględniając powyższe przesłanki, okazuje się, że solvent składający się z alkoholu n-butyłowego, kwasu azotowego, acetonu i acetyloacetonu, stosowany przez niektórych badaczy do rozdzielania metali za pomocą chromatografii bibulowej, w naszych badaniach nie dawał dobrego rozdzielu z bibulą Schleichera.

Z mieszaniny pierwiastków Fe, Zn, Cu, Pb nie można było wyodrębnić ołowiu, ponieważ otrzymane współczynniki Rf niewiele różniły się od siebie, np. Rf Fe = 0,94 Rf Zn = 0,58, Rf Cu = 0,40, Rf Pb = 0,38.

Po szeregu prób dało się ustalić, że najbardziej odpowiednim solventem dla naszych warunków badania jest mieszanina: acetonu, alkoholu izobutyłowego, HCl (1 : 1) i acetyloacetonu w stosunku objętościowym 30 : 4 : 2 : 1.

Mieszanina chlorków pierwiastków spotykanych najczęściej w wodzie Fe, Pb, Cu, Zn, rozdziela się dobrze na chromatogramie, zwłaszcza Cu i Pb są wyraźnie rozdzielone i dają zwarte prążki.

Współczynniki Rf poszczególnych pierwiastków są następujące:

Pierwiastek	Zn,	Fe,	Cu,	Pb
Rf	0,95	0,79,	0,50,	0,25

Oznaczanie ołowiu w wodzie.

Do rozdzielania mieszaniny pierwiastków obecnych w wodzie naturalnej, stosowano metodę chromatografii wstępującej (4). Do chromatogramów używano pasków 2,5 x 32 cm z bibuly Schleichera nr 597 wycinanych jednokierunkowo.

Przed właściwym oznaczaniem Pb, paski bibuly eluowano przez 24 godziny mieszaniną acetonu i 0,1 n HCl w stosunku 2:1. Do eluowania używano 1-litrowego cylindra zamkniętego korkiem, do którego był umocowany poziomo drut z nierdzewnego żelaza. Na drut nasuwano 5 pasków z bibuly, przedzielonych poduszczkami ze złożonej bibuly, do której wsiąkał solvent wraz z rozpuszczonymi zanieczyszczeniami z pasków.

U dołu paski były powiązane cienkim szklanym precjkiem, na który dla rozsunienia pasków nasunięto 5 mm kawałeczki rurki. Cały zestaw wkładano do cylindra z 50 ml solventu i końce pasków zanurzano do niego na głębokość około 1 cm. Po 24 godzinach eluowania paski wyjmowano i suszono przez kilka godzin w powietrzu.

Wykonanie oznaczenia.

Odczynniki.

- Solwent aceton ch. cz. 81 ml
alkohol izobutyłowy 10,5 ml
kwas solny ch. cz. 1:1 5,5 ml
acetyloaceton 3,0 ml
- Kwas solny (HCl) 0,1 n.
- Kwas solny (HCl) cwi 1,19 ch. cz. roztwór 1:1.
- Roztwór ditizonu 0,02 g w 100 ml chloroformu
- Rozcieńczony roztwór ditizonu: 1 ml roztworu ditizonu d i 9 ml chloroformu
- Roztwór amoniaku 10% (NH₃) ch. cz.
- Bufor o pH = 9,4 — 50 ml 0,1 m H₃BO₃ w 0,1 n KCl, oraz 32 ml 0,1 n NaOH dopełnić do 100 ml w kolbie miarowej wodą destylowaną.
- Wzorcowy roztwór ołowiu.

Rozpuszczono 1,600 g Pb(NO₃)₂ wysuszonego w temperaturze 105° do stałego ciężaru, w wodzie podwójnie destylowanej, dodano 2—3 krople stęż. HNO₃ i rozcieńczono w miarowej kolbie litrowej do kreski. 1 ml roztworu odpowiada 1 mg Pb.

Do przygotowania skali wzorców, wzorcowy roztwór ołowiu należy rozcieńczyć (5 ml do 1 litra).

Z badanej próbki odmierzono 100 ml wody do parownicy platynowej i odparowywano na łaźni wodnej do sucha. Suchą pozostałość rozpuszczano w 0,5 ml (dokładnie) HCl 1:1 mieszając bagietką. Otrzymaną zawiesinę przelewano do małej probówki. Następnie na 5 pasków bibuly, uprzednio eluowanej, w odległości 2,5 cm od końca (kreska naniesiona zwykłym ołówkiem) nakładano: na jeden z pasków mi-kropietą w poprzek paska 0,01 ml roztworu z probówki, na drugi 0,02 ml i na pozostałe po 0,03 ml. Roztwór nakładano możliwie wąsko (5 mm) starając się unikać rozpliwania roztworu po bibule. W przypadkach nakładania roz-

tworu na chromatogram więcej niż 0,01 ml, nakładanie powtarzano kilkakrotnie czekając za każdym razem na wyschnięcie nałożonego płynu. Paski po wysuszeniu niezwłocznie nasuwano na drut, oddzielając je kawałeczkami rurki szklanej, u dołu również paski wiązano w podobny sposób jak przy eluowaniu bibuly. Przygotowany zestaw wkładano do cylindra, do którego uprzednio nalano 50 ml solventu i zanurzano paski na głębokość 1 cm.

Po przesunięciu czoła solventu na odległość około 30 cm od pasemka naniesionej substancji, co przeciętnie trwało około 2—3 godzin, chromatogramy wyjmowano i suszono w powietrzu w temp. pokojowej w ciągu 2—3 godzin.

Po wyschnięciu paski rozdzielano i jeden z nich, na który naniesiono 0,03 ml roztworu wywoływano w celu stwierdzenia umiejscowienia na chromatogramie ołowiu. Chromatogram napyłano 10% NH₃ (f) i następnie zwilżano rozcieńczonym roztworem ditizonu (d). W tym miejscu, gdzie znajdował się ołów występował różowy zwarty pasek, którego zabarwienie przy małych ilościach Pb (0,3—0,5 mg) dość szybko zniknęło, to miejsce zaznaczano na chromatogramie. Z niewywołanych chromatogramów wycinano miejsca z Pb i oznaczano w nich zawartość ołowiu metodą ditizonową.

W tym celu wycięty pasek chromatogramu umieszczano w cylindrze z korkiem szlifowanym, dodawano 5 ml buforu o pH = 9,4 (g) 1 ml rozcieńczonego ditizonu (e), 10 ml chloroformu i wytrząsano przez kilka minut. Uzyskane zabarwienia porównywano z równocześnie przygotowanymi w analogiczny sposób wzorcami z wzorcowego roztworu Pb (h).

W powyższy sposób wykonano przeszło 100 oznaczeń zawartości ołowiu w wodach naturalnych. W celu sprawdzenia metody do niektórych wód o bardzo małej zawartości ołowiu dodawano określone ilości Pb równocześnie, dodając sole Cu, Fe i Zn. Część uzyskanych wyników podajemy w tablicy 1.

Wyniki oznaczania ołowiu w wodzie naturalnej TABLICA 1

L. p.	Dodano Pb do wody mg/l.	Znaleziono mg/l Pb	Znaleziono mg/l Pb metodą ditizonową	Rf/Pb	
1	0,050	0,040	—	0,28	
2	0,060	0,060	—	0,26	
3	0,040	0,040	—	0,21	
4	0,020	0,025	—	0,26	
5	0,020	0,020	—	0,26	
6	0,010	0,010	—	0,22	
7	0,100	—	—	0,22	
8	0,150	—	—	0,24	
9	—	0,020	0,025	0,24	woda destylowana po-brana z saturatora biele-łonego cyną.
10	—	0,030	0,030	0,24	

Przy zawartości do 0,1 mg/l Pb w wodzie najbardziej podatnie rezultaty otrzymywaliśmy z chromatogramami, na które nałożono do 0,03 ml roztworu.

Otrzymane wyniki pozwalają przypuszczać, że metoda oznaczania Pb za pomocą chromatografii bibulowej może być zastosowana do oznaczania ołowiu w wodzie, jako metoda dająca najbardziej pewne wyniki.

- Berg E. W. and Jacob E. Strassner, Anal. Chem. 1, 127, 1955
- Block R. J. Le Stange R. Zweig G. Paper Chromatography (1952)
- Herold G. Gassidy Anal. Chem. 24, 9 1415 (1952)
- Hermanowicz W. Obuchowska I. Przem. Chem. VI 649 (1950)
- Hermanowicz W. Sikorowska C. Przem. Chem. VIII. 238 (1952)
- Hermanowicz W. Sikorowska C. Przem. Chem. VII. 353 (1951)
- Irreverre F. i William Martin Anal. Chem. 26. 2 257 (1954)
- Irwing H. M. and Butler E. J. Analyst 78, 931 571 (1953)
- Lazarew N. W. Goschimizdat 2. 287 (1951)
- Niesmiejnaw S. A. Sanitarnaja ochrana wodojemow ot zagriaznienija promyszlennymi stocznyimi wodami. Wypusk 2. 38 (1954)
- Opińska-Blauth J. Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej 8. 289 (1954)
- Ostapina P. W., Sclernew A. F., Helfer E. A. Gigiena i Sanitaria 2, 48 (1954)
- Sato R. T., William R. Norris i Harold H. Strain Anal. Chem. 26, 2. 267 (1954)
- Strain H. H. i G. W. Murphy. Anal. Chem. 24, 1 50 (1950)
- Wood S. E. i Strain H. H. Anal. Chem. 26, 2 260 (1954)
- Zajcewa A. F. Sanitarnaja ochrana wodojemow ot zagriaznienija promyszlennymi stocznyimi wodami. Wypusk 2 38 (1954)

Prof. ZYGMUNT RUDOLF
Politechnika Warszawska

Osiągnięcia prefabrykacji w budownictwie sanitarnym i zagadnienia do rozwiązania w najbliższej przyszłości

(referat wygłoszony na konferencji urządzonej przez Komitet Inżynierii Lądowej PAN, w dniu 30 kwietnia 1955 r.)

W budownictwie sanitarnym stosuje się wprawdzie wiele wyrobów wytwarzanych fabrycznie w zakładach przemysłowych lub zakładach produkcji pomocniczej na budowach, ale wyroby te, masowej produkcji przemysłowej, stosowane w budownictwie, nie są jednak prefabrykatami (prefabrykatem bowiem jest taki element wytwarzany metodą przemysłową, który dotychczas był przygotowywany na terenie budowy, metodą budowlaną). Zaznaczyć należy, że prefabrykaty stają się z czasem normalnymi fabrykatami, przechodząc przez proces normalizacji i typizacji, przy produkcji masowej do powszechnego zastosowania. Takich prefabrykatów budownictwa sanitarnego, biorąc rzecz ściśle, prawie że nie ma w Polsce, a dążenie nauki naszej w tym zakresie przejawia się w pierwszym rzędzie w produkcji rur betonowych oraz węzłów sanitarnych, o których można tu wspomnieć tylko pokrótce, nie chcąc wchodzić głębiej w meritum, tzn. technologię procesów produkcji, która jest przedmiotem zainteresowania i rozważań fachowców budowlanych w zakresie prefabrykacji.

Mało można powiedzieć o prefabrykacji w naszym budownictwie sanitarnym, o ile weźmiemy ściśle pod uwagę właściwe stosowanie tego pojęcia. Od r. 1945 technika sanitarna wykazała duży rozmach¹⁾ i ma poważne osiągnięcia w realizowanych działach sztuki inżynierskiej, ale w wykonawstwie brak jeszcze wielu elementów mechanizacji i obniżenia kosztów własnych, a także przyspieszenia tempa wykonania, od czego zależy możliwość szerszego przeprowadzenia programu budownictwa sanitarnego, tak okropnie zaniedbanego w okresie kapitalizmu Polski przedwrześniowej.

Jak już wskazywałem, w naszym budownictwie sanitarnym dają się zauważyć pewne dążenia do prefabrykacji, które należałoby wzmocnić i rozbudować, popierając i koordynując już przedsięwzięte zamierzenia. Do nich należą przede wszystkim prefabrykowane rury betonowe oraz węzły sanitarne dla wewnętrznych instalacji sanitarnych.

Na plan pierwszy, jeśli chodzi o budownictwo sanitarne, należy wysunąć produkcję prefabrykowanych rur żelbetonowych wirowanych i wstępnie sprężanych (patrz praca „Rury betonowe wirowane, sprężane i azbesto-cementowe” — mgr inż. S. Kuś, GWTS 1953).

Nawiązując do wysuniętych na sekcji problemowej PAN, dotyczącej materiałów budowlanych, wniosków prof. Kluza, należałoby przede wszystkim:

- uruchomić na szerszą skalę produkcję rur wirowanych betonowych i żelbetonowych, beciśnieniowych i niskociśnieniowych (do 5 atm) o średnicach małych i średnich (do 1,2 m),
- rozpocząć na szerszą skalę produkcję rur betonowych sprężonych dla ciśnień średnich (5 atm) i dużych (do 50 atm) o średnicach średnich i dużych.

Jak podaje prof. Kluz, jest u nas gotowy projekt instalacji do sprężania rur do średnicy 1,2 m. Rury o wielkich średnicach, powyżej 1,2 m, należy wykonywać jako prefabrykowane rury wibrowane lub też wibroprasowane (na stojąco) na miejscu ich wbudowania. Należy również rozpocząć produkcję rur azbesto-cementowych dla rurociągów wysokociśnieniowych o małych średnicach (0,4 m). Z szacunku ilości i wielkości wytwórni rur wynika, że należy dostarczyć budownictwu rocznie około 75 tys. tonn rur wirowanych (jedna wytwórnia) i około 100 tys. rur wibrowanych lub wibroprasowanych (jedna wytwórnia). Dla produkcji rur sprężonych należałoby uruchomić jedną wytwórnię o produkcji około 60 tys. tonn rocznie.

Dotychczas nie mamy na rynku tego rodzaju rur, które by mogły zastąpić rury żelazne, rury żelbetowe sprowadzamy częściowo z NRD. Zapotrzebowanie na te rury staje się u nas coraz większe w związku z rozszerzaniem się planu inwestycyjnego budownictwa komunalnego.

Należy niewątpliwie poprzeć i kontynuować przeprowadzanie badań i prób nad technologią produkcji rur sprężonych w Zakładzie Prefabrykacji i Betonu Sprężonego Politechniki Warszawskiej. W sprawie tej, tak ważnej, stwierdzamy od kilku lat pewien niepokojący zastój, toteż przypomnieć trzeba wniosek sekcji problemowej PAN głoszący, że „należy stworzyć konkretny kilkuletni plan badań w skali krajowej nad technologią produkcji i stosowaniem nowych materiałów budowlanych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zagadnienia szczególnie aktualne. Funkcje koordynacji tych badań należy powierzyć odpowiednim organom Polskiej Akademii Nauk” (należy rozumieć — Sekcja Prefabrykacji Komitetu Inżynierii Lądowej).

Również przypomnijmy tu pewne wnioski sekcji wyrobów masowej produkcji przemysłowej opartej na spoiwach wapiennych, cementowych i gipsowych: „należy rozwinąć i rozszerzyć produkcję rur betonowych i żelbetonowych oraz uruchomić produkcję rur wirowanych, żelbetonowych i sprężonych, mogących zastąpić deficytowe rury kamionkowe i żeliwne”.

Drugi problem, o którym była mowa, to węzły sanitarne. Prefabrykacja węzłów sanitarnych jest w toku. Instytut Techniki Budowlanej (Dział Instalacji Budowlanych) już od kilku lat pracuje nad przygotowaniem konstrukcji typowych węzłów sanitarnych dla domów mieszkalnych, w projekcie są węzły przemysłowe i dla domków jednorodzinnych. Węzły ITB mają być w najbliższym okresie wypróbowane na budowach, zanim będą oddane do masowej produkcji, aby stać się prefabrykatem. W tych sprawach musimy też wzorować się na postępowej praktyce radzieckiej. W ZSRR praktykuje się w masowych robotach fabryczne przygotowanie całych techniczno-sanitarnych bloków, dostarczonych w stanie gotowym na budowę i ustawianych tam przy pomocy specjalnych dźwigów.

Doświadczenie radzieckie wykazało, że stosowanie węzłów sanitarnych w postaci gotowych bloków jest specjalnie celowe przy budowie wysokich budynków (w blokach tych są zwarte piony kanalizacyjne, wodociągowe i gazowe). Jest rzeczą ważną, aby należycie pokierować projektami i realizacją węzłów sanitarnych, wstępnie zaprojektowanych przez ITB. W ZSRR zaprojektowano w drodze stopniowego ulepszania takie konstrukcje montażowych bloków (węzłów), które zapewniają realizację robót techniczno-sanitarnych na drodze przemysłowej i nie wymagają większego zużycia metali. Różnorodność zaprojektowanych konstrukcji i duża liczba biur, które zajmowały się konstruowaniem bloków instalacyjnych, świadczy o tym, jak ważne jest szerokie wdrożenie do budownictwa i uprzemysłowienia robót techniczno-sanitarnych. Zastosowanie wymienionych bloków montażowych obniża koszty robót montażowych, polepsza jakość techniczno-sanitarnego wyposażenia budynków, przyspiesza terminy wprowadzenia urządzeń do eksploatacji i znacznie ułatwia wykonanie robót budowlanych. Praktyka radziecka wykazała też, że przy montażu urządzeń techniczno-sanitarnych z zastosowaniem bloków montażowych prace montażowe, przeprowadzone bezpośrednio na budowie, skracają się mniej więcej o 50%. Różnorodność przedstawionych w życiu konstrukcji świadczy także o tym, że nowoczesne wymagania nie pozwalają się jeszcze zatrzymać na jakimkolwiek jednym typie bloków montażowych. Dlatego też stoi przed nauką i praktyką zadanie wyboru najlepszych rozwiązań i będą najprawdopodobniej wymagane i dodatkowe rozwiązania, w których byłoby wykorzystane wszystkie zalety już wypracowanych konstrukcji i wyłącznie znajdujące się w nich braki i niedociągnięcia.

Optymalna konstrukcja bloków montażowych nie jest jeszcze rozpracowana, a to ze względu na niedostateczne doświadczenie z praktyki eksploatacji (jest to podstawowy czynnik, określający celowość tej lub innej konstrukcji).

Bardzo ważnym zagadnieniem, jak zostało wyjaśnione, są posunięcia przeciwko akustyczności bloków, walka z tworzeniem się kondensatu na przewodach zamontowanych w blo-

¹⁾ Prof. Z. Rudolf — Dziesięciolecie techniki sanitarnej w Polsce Ludowej (GWTS nr 7/54) oraz Praca Katedr Inżynierii Sanitarnej w okresie dziesięciolecia Polski Ludowej (Życie Szkoły Wyższej nr 9/54).

ku, wygoda obsługi armatury, wyposażenia i połączeń. Wszystkie te zagadnienia mogą być prawidłowo rozwiązane tylko na podstawie doświadczenia większej lub mniejszej działalności eksploatacyjnej.

W związku z rozwojem przemysłowego budownictwa domów mieszkalnych powstają ciągle nowe zadania i przed inżynierami sanitarnymi. Przy budowie wielopiętrowych domów dąży się do tego, aby przejść na budowę elementami, wytworzonymi w fabryce z różnych materiałów. W części techniczno-sanitarnego wyposażenia takim elementem (blokiem) miał być cały węzeł sanitarny, składający się z wanny i ustępu.

Dalszym zadaniem jest stopniowe doskonalenie bloków techniczno-sanitarnych, odpowiednio do coraz lepszych rozwiązań konstrukcyjnych. Zagadnienie uprzemysłowienia robót techniczno-sanitarnych w ZSRR nabiera z każdym rokiem coraz większego znaczenia. Projektowaniem bloków zajmują się szereg projektowych i montażowych biur, które rozpracowały liczne konstrukcje bloków. Trzeba zaznaczyć, że w ZSRR jest już znaczne doświadczenie w zakresie budowy systemów wewnętrznych wodociągów, kanalizacji i wody gorącej z zastosowaniem zwiększonych bloków, co pozwala ujawnić zalety i wady różnych konstrukcji. Pozostaje jednak jeszcze wiele do zrobienia nad dalszym ulepszeniem i potanieniem konstrukcji bloków.

Koniecznym warunkiem wdrożenia przemysłowych sposobów produkcji instalacji jest urządzenie na budowie centralnych warsztatów rzemieślniczych, w których sposobem przemysłowym przygotowują się liczne i różnorodne elementy techniczno-sanitarnego wyposażenia domów. Przy montażu urządzeń techniczno-sanitarnych trzeba nieraz wykonać powyżej 500 połączeń na 1000 m³ kubatury, około 300 z tych połączeń wymaga ręcznej pracy na budowie, tkwi w tym strata siły roboczej.

Przy istnieniu warsztatów przygotowawczych dużą część robót podstawowych wykonuje się w warsztatach, a na budowie łączy się tylko odpowiednie elementy i przybory sanitarne. W warsztatach nie tylko przygotowuje się oddzielne części instalacyjne, ale tworzy się całe węzły sanitarne, co daje znaczną ekonomię siły roboczej przy wykonywaniu robót montażowych.

Pewne trudności stwarza transport wytworzonych elementów na budowę (odgązlenia, wygięcia i końce wystające). Szczególne trudności powstają przy transporcie węzłów kanalizacyjnych, ze względu na możliwości rozluźnienia się połączeń. W związku z planowaniem budownictwa mieszkaniowego dąży się też do uzyskania pełnej standaryzacji węzłów techniczno-sanitarnych.

Zagadnieniem uprzemysłowienia robót techniczno-sanitarnych zajmują się wiele instytucji w Związku Radzieckim, a także wiele biur projektowych. Szczególne znaczenie ma

to zagadnienie przy budowie wysokich budynków ze względu na masowość zastosowania standartowych węzłów sanitarnych.

Ograniczę się do wskazania tylko pewnych zasadniczych rzeczy, nie podając szczegółów konstrukcji węzła, które można znaleźć w różnych radzieckich wydawnictwach technicznych.

Opierając się na pracy drukowanej ITB o węzłach i blokach sanitarnych (inż. W. Skoraszewski) przytoczę niektóre wnioski, z których Sekcja Prefabrykacji powinna by moim zdaniem skorzystać.

a) Normalizacja, typizacja i stabilizacja rozwiązań architektonicznych zespołu kuchnia-łazienka jest pierwszym podstawowym warunkiem, umożliwiającym wytwarzanie masowe węzłów sanitarnych.

b) Koncentracja produkcji węzłów sanitarnych w zakładach specjalnych, wyposażonych we współczesny sprzęt mechaniczny, jest jedną z zasad prefabrykacji węzłów sanitarnych.

c) Montaż prefabrykatów na budowie powinien być wyłączością zakładów prefabrykacji.

d) Przemysł instalatorski, przechodząc od metod chałupniczych do wieloprzemysłowych, powinien w pierwszej fazie zastosować metody półfabryczne, tj. rozpocząć od produkcji mniejszych elementów węzłów sanitarnych (zaproponowałem ITB, aby przede wszystkim rozwiązał zagadnienie węzłów dla domów mieszkalnych oraz jednorodzinnych budowanych masowo), co pozwoli na przygotowanie i przyzwoiczenie personelu montażowego do pracy bardziej zróżnicowanej.

e) Masową produkcję znormalizowanych węzłów sanitarnych musi poprzedzać ściśła normalizacja sprzętu, armatury i artykułów pomocniczych.

Na zakończenie pragnę zaznaczyć, że zagadnienie prefabrykacji i koordynacji prac naukowych w tym zakresie jest tak ważne, że już na sesji problemowej PAN, dotyczącej materiałów budowlanych wysunięto wniosek o utworzenie specjalnego Instytutu Prefabrykacji, a zanim taki instytut powstanie, utworzenie w ITB odpowiednio rozbudowanego samodzielnego zakładu, który w przyszłości zamieniłby się w samodzielny instytut. Zadaniem takiego instytutu byłoby nie tylko wykonywanie własnych badań ale i koordynacja prac naukowych, badawczych w innych ośrodkach pracujących dla prefabrykacji. Dobrze się też stało, że w PAN, organizującej całokształt życia naukowego w Polsce, powstała w Komitecie Inżynierii Lądowej specjalna Sekcja Prefabrykacji. Celem jej musi być opieka nad działalnością naukową w zakresie prefabrykacji na terenie całego kraju, a szczególnie pomoc naukowa dla tych prac, które są obecnie prowadzone w różnych zakładach prefabrykacji wyższych uczelni technicznych oraz ITB.

Inż. KAZIMIERZ BAJER

W sprawie właściwych metod ochrony wód przed zanieczyszczeniem ściekami

(Artykuł dyskusyjny)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 2 września 1950 r.^{*)} daje, między innymi, wytyczne w sprawie kwalifikowania kategorii odbiorników z punktu widzenia oczyszczania ścieków. Rozporządzenie to od strony formalno-prawnej normuje ostatecznie i w sposób właściwy kwestię ochrony wód przed zanieczyszczeniem (ściekami), które do tego czasu przybierało katastrofalne rozmiary. Jednocześnie określenie kategorii dla odcinków odbiorników narzuca stopień oczyszczania ścieków, naturalnie również w zależności od ilości i jakości wód ściekowych.

Kwalifikacja kategorii odbiorników jest nad wyraz odpowiedzialnym i niełatwym zadaniem. Trudność ta wynika z dwu zasadniczych, powiązanych zresztą ze sobą czynników: gospodarczego i sanitarnego. Czynniki gospodarczy ma przy tym dwa aspekty. Przy wysokim bowiem zaszeregowaniu rzeki, do czego stopniowo dążyć się powinno, a więc przy stworzeniu jak najlepszych warunków wodnych dla zasilania wodociągów gospodarczo-przemysłowych i dla

gospodarki rybostanem (co daje b. duże korzyści gospodarcze), wynikają wielkie inwestycje spowodowane wielostopniowym oczyszczaniem ścieków. Uzyskuje się przy tym wprawdzie jeszcze efekt sanitarno-społeczny w postaci podniesienia warunków higieniczno-zdrowotnych okolic nadrzecznych i odpowiednio przetwarzanych ścieków, ale wynikająca z tego wielkość inwestycji wzrasta wprost proporcjonalnie do wymagań bilansu tlenowego odpowiednich kategorii odbiorników, szczególnie w wypadku oczyszczania ścieków przemysłowych. Konieczność i nakaz dnia jak najszybszego poprawienia zachwianego bilansu tlenowego, a możliwości inwestycyjno-techniczne budowy licznych, a często skomplikowanych oczyszczalni ścieków — są niestety niewłaściwie interpretowane z punktu widzenia gospodarki narodowej.

Decyzja zakwalifikowania rzeki do danej kategorii, wynikająca z ogólnych założeń i przesłanek ujętych w cytowanym Rozporządzeniu, musi być oparta o przestudiowany i zanalizowany cały reżim wodny rozpatrywanego obszaru, jak obieg tlenowy w rzekach, samooczyszczanie wody,

^{*)} Dz. U. RP Nr 41 z dn. 19.IX.1950 r. poz. 371.

możliwość i charakter mieszania się ścieków z wodą rzecz-
ną itp., a więc winna wypływać z rzeczywistych aktualnych
i na najbliższą perspektywę uwzględnionych danych, któ-
rych zebranie i zestawienie wymaga naukowej metody
badań, dużej wnikliwości i wyczucia.

Oplakany stan naszych rzek (pogarszany stale w po-
przednim okresie przez spuszczenie mało lub wcale nie
oczyszczonych ścieków) ulega więc, względnie ulec powinien
radikalnej zmianie z chwilą wejścia w życie odpowiednich
zarządzeń. Obustrzenie wynikające z powołania w ostatnich
latach i miesiącach nowych urzędów²⁾ kontrolujących do-
prowadziły — jak powiedziano — do pełnego uregulowania
strony prawnej stosunków w użytkowaniu publicznych
wód powierzchniowych, jako odbiorników ścieków. Ale
równocześnie, z chwilą zasadniczego korzystnego zwrotu
w sprawach oczyszczania ścieków, dało się zaobserwować
zjawisko nieusprawiedliwionej chęci natychmiastowego od-
robienia zaległości i nagłego przyspieszenia doprowadzenia
rzek do stanu zamierzonego w ustawach, bez:

I. wnikliwego zbadania warunków lokalnych wód po-
wierzchniowych,

II. żadnego etapowania wynikłych inwestycji oczyszczania
ścieków i bez uwzględniania logicznej hierarchii potrzeb
inwestycyjnych, co powoduje oczywiście dla oczyszczania
wszystkie konsekwencje wynikające z powyższego rozpo-
rządzenia. Zjawisko to powszechne również w innych ga-
łęziach życia gospodarczego — jest zwyczajnym upraszcza-
niem sprawy, typowo biurokratycznym potraktowaniem
poważnego ekonomiczno-socjalnego zagadnienia.

Jasne jest, że wszelkie przedsięwzięcia nagłe, czynione
nawet w najlepszej intencji, ale z istoty swej nie przemy-
ślane, nie skoordynowane ani w czasie, ani z możliwościami
nakładów inwestycyjnych nie rozwiążą życiowo i pozy-
tywnie tej sprawy.

Kwalifikowaniem rzek zajmują się z urzędu władze tere-
nowe, jak Woj. Zarządy Wodno-Melioracyjne, Woj. Zarządy
Przeds. i Urząd. Komunalnych, a opinię o właściwym spo-
sobie oczyszczania ścieków wydają np. kolegia złożone z
przedstawicieli WKPG — Dział Gosp. Wodnej, Woj. Insp.
Ochrony Wód, Woj. Zarządu Melior., Woj. Insp. San.-Epid.
Do czasu zebrania materiałów potrzebnych do ostatecznego
opracowania kwalifikacji odcinków zbiorników wód po-
wierzchniowych, dorywczych kwalifikacji w miarę zgłasza-
nych potrzeb przez inwestorów dokonują również powyższe
instytucje.

Niech przykłady³⁾ zilustrują, jak wydawane decyzje są
czasem zaskakujące, mało usprawiedliwione w świetle wła-
ściwych intencji odpowiednich rozporządzeń, a powodujące
słabo umotywowane inwestowanie. Przytoczę takie inwe-
stycje (mniejsze), które szczególnie silnie uwypuklają przy-
padkowość decyzji, wynikającą zapewne z niekompletnego
rozeznania w terenie. Przykład 1 (ad I). Na zachodnich pe-
ryferiach miejscowości „A” zlokalizowano mleczarnię, któ-
rej odbiornikiem ścieków jest rzeczka o cechach potoku
górskiego, prowadząca 18 l/sek. przy małej wodzie. Analiza
wody rzecznej wykazała: zawiesina ogólna 23 mg/l, tlen roz-
puszczony — 12 mg/l, BZT₅ — 2,8 mg/l. Po zastosowaniu
oczyszczania mechanicznego BZT₅ ścieków mleczarni wy-
nosi 12 400 g/dobę. Rzeczka została zakwalifikowana bez po-
dania uzasadnienia do I kategorii, pomimo że: 1) wg poda-
nej wyżej analizy wody stan jej już nie odpowiada wymo-
gom I kategorii, 2) funkcjonalnie rzeczka nie spełnia war-
unków I kategorii⁴⁾. Wg sporządzonego bilansu tlenowego,
zgodnie z cytowanym Rozporządzeniem Min. Gosp. Komu-
nal. wynika, że z warunków § 3 punktów 3 i 12 w pełni wy-
starczy oczyszczanie mechaniczne, natomiast warunek pktu
13 § 3 nie może być spełniony ze względu na wstępne zało-
żenie przesadzające biologiczne oczyszczanie.⁵⁾ Całkowity
koszt obiektu wynosi 102.739,— zł, z tego mechaniczne
oczyszczenie w osadniku Imhoffa — 29.400,— zł, czyli ko-
szty oczyszczalni zostały zawyżone o 73.339,— zł, co sta-
nowi 71,5%.

²⁾ Zarządzenie Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 29 paździer-
nika 1954 r. w sprawie organizacji, szczegółowego zakresu działania
oraz zasad i trybu postępowania Państwowej Inspekcji Ochrony
Wód.

³⁾ Przykłady zaczerpnięte z ostatnich miesięcy.

⁴⁾ Poniżej około 500 m miasteczko „A” wpuszcza nieoczyszczone
ścieki.

⁵⁾ „Ścieki nie zwiększają po zmieszaniu się z wodą odbiornika
BZT₅ na odcinkach zbiorników I kategorii — powyżej 2 mg/l, a na
odcinkach zbiorników II kategorii — powyżej 4 mg/l” (§ 3 pkt. 13
Rozp. M.G.K.).

Przykład 2. Nad rzeką, lewobrzeżnym dopływem Wisły,
w odległości około 60 km od ujęcia wody, dla 430.000 mia-
sta zlokalizowano zakłady mięsne. Ekwiwalent populacyjny
zakładów wynosi 4.600 osób, BZT₅ zaś 235.000 g/dobę. Od-
biornik o minimalnym przepływie 120 l/s jest b. zanieczysz-
czony odpływami porafineryjnymi. Analiza wykazała: su-
cha pozostałość 444 mg/l, tlen rozpuszczony — 8,4 mg/l,
BZT₅ — 14 mg/l. 1500 m powyżej zakładów miasto „B”
liczące około 15.000 mieszkańców wpuszcza ścieki nie-
oczyszczone. Odbiornik nie wykazujący życia biologicznego
na tym odcinku został zakwalifikowany do II kategorii
Konsekwencją tego jest pełna oczyszczalnia⁶⁾ przy brak
oczyszczalni miejskiej.

Przykład 3. (ad II). Projektowane osiedle mieszkaniowe
dla 960 mieszkańców stanowi obrzeże istniejącego miaste-
czka „C”, liczącego około 4.500 mieszkańców. Miasteczko to
posiada częściową (główne kolektory) kanalizację ogólno-
spławną bez oczyszczalni ścieków. Odbiornikiem ścieków
płynących poprzez kanalizację miejską, a poza jej zasięgiem,
bezpośrednio odprowadzanych do niego, jest rzeczka o prze-
pływie małej wody 200 l/s. Rzeczka średnio zanieczyszczona
łączy się z drugą większą, które w odległości około
24 km od osiedla zasilać mają wodociąg dla miasta liczące-
go około 430.000 mieszkańców. W obecnym roku z projekto-
wanego osiedla są realizowane 2 budynki dla około 170
mieszkańców.⁷⁾ Budynki podłączono do kanalizacji miej-
skiej. Dla tej ilości 170 mieszkańców zażądano osadników
świeżowodnych i chlorowania⁸⁾. Koszt kanalizacji dla ca-
łości osiedla wraz z oczyszczalnią dla 170 mieszkańców wy-
nosi wg kosztorysu 256.825,10 zł. Koszt oczyszczalni —
37.006,30 zł czyli w stosunku do kosztu całkowitego stano-
wi 14,4%.

Dla przypomnienia przytoczę wyjaśnienie do § 7 Rozp.
M.G.K. wg Instrukcji Min. Gosp. Komunal. z dnia 31 mar-
ca 1952 r.: „Wszystkie oczyszczalnie ścieków, a tam gdzie
nie ma oczyszczalni ścieków końcówki kolektorów i bu-
rzwiców⁹⁾ winny posiadać urządzenia do odkażania ście-
ków... Dążyć trzeba przede do oddzielania zawieszin od ście-
ków przed ich odkażaniem (np. w osadnikach)“...

Wątpię, czy przedstawiony wypadek jest wykładnikiem
cytowanego Rozp. i wyjaśniającej go Instrukcji.

Podobnych wypadków jest więcej. Droga „okreśna” oczy-
szczania wszystkich ścieków przez jednostkowe oczyszczal-
nie przy istniejącym systemie kanalizacji miejskiej bez
centralnej oczyszczalni — oto sprawa godna co najmniej
dużego „zastanowienia“.

Logicznie rozumując należy dążyć — w wypadkach ko-
nieczności jednostkowego (indywidualnego) oczyszczania
ścieków z obiektów usytuowanych wewnątrz lub poza kom-
pleksem miast i osiedli skanalizowanych bez centralnej
oczyszczalni — przede wszystkim do niezawyżania kate-
gorii odcinków odbiornika, bez uzasadnienia i prawdziwej
konieczności podyktowanej obecną potrzebą, ale starać się
oczyścić mechanicznie ścieki z istniejących obiektów, by
w efekcie rzeczywiście polepszyć stan odbiornika. Nie po-
może bowiem zbudowanie jednej najbardziej nawet złożo-
nej oczyszczalni, gdy obok spuszcza się niejednokrotnie nie-
oczyszczone ścieki powodujące znaczne zanieczyszczenie.

Naturalnie, że sprawa finansowania danego obiektu nie
jest związana z celowością inwestowania innego, ale wła-
śnie jak najszybciej winno się zająć taką koordynacją inwe-
stycji, regulowanych właściwym ich współwykorzystaniem.
Wydaje się znacznie słuszniejsze, by — gdy nie wchodzi
bezpośrednio w rachubę warunki ujęte w Rozp. M.G.K.
a konieczna jest akcja ratunkowa rzeki — początkowo kwa-
likować odbiorniki w zależności od stanu istniejącego od-
biornika, tj. tlenu rozpuszczonego, BZT₅ itp. i w miarę wy-
konanych oczyszczalni mechanicznych wprowadzać stopnio-
wo i systematycznie oczyszczania biologiczne, chemiczne itp.
przez co wpłynie się realnie na podniesienie kategorii od-
biornika z zachowaniem właściwego rozłożenia opłacalnych
inwestycji. Planowanie jest tu jedynym hamulcem przy-
padkowości i zrywów, które rzadko kiedy przynoszą pożą-
dane rezultaty.

⁶⁾ Wybrano system oczyszczania na polach filtracji.

⁷⁾ Stanowi to 3,6% w stosunku do ogólnej ilości mieszkańców „C”.

⁸⁾ Zgodnie z tym zaprojektowano „oczyszczalnię”, która ma być
realizowana.

⁹⁾ Podkreślenie K. B.

LITERATURA

1. P. A. Spysznow „Sanitarna technika” Moskwa 1947 r.
2. P. A. Spysznow „Projektowanie wodoprowadów w żyłach i grażdanskich zdaniach” Moskwa 1951 r.
3. P. A. Spysznow, I. Szniewerow „Sprawocznik po wnutrinnym wodoprowodu, kanalizacji i wodostokam” Moskwa 1954 r.
4. W. G. Łobaczew „Przeciwpozarnoje wodonasabżenije” Moskwa 1950
5. A. I. Szniewerow, P. A. Spysznow, I. P. Swiesznikow „Sanitarno-techniczeskoje oborudowanije zdanij” Moskwa 1949 r.
6. N. N. Repin „Sanitarno-techniczeskie ustrojstwa grażdanskich i promyszlennych zdanij” Moskwa 1953 r.
7. Z. N. Szyszkin i inni „Kanalizacja” Moskwa 1951 r.
8. W. I. Pawłow i W. A. Leński „Wodonasabżenije i kanalizacja” Moskwa 1951 r.
9. Gaz, woda i technika sanitarna, nr 9, 1952 r. i nr 1, 1955 r.
10. Sanitare Technik nr 1 i 2 1953 r.
11. K. Wóycicki „Wodociągi i kanalizacja” tom 1, Warszawa, 1948 r.
12. Norma resortowa MGK o projektowaniu wewnętrznym wodociągów przeciwpożarowych
13. Materiały pomocnicze do projektowania niektórych biur projektowych
14. Zarządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 1 sierpnia 1936 r.
15. I. Piotrowski i Z. Stefańczyk „Instalacje gospodarcze i przemysłowe wodociągowe, ciepłej wody i kanalizacyjne” Łódź—Warszawa, 1954 r.

Z prasy zagranicznej

PRZYGOTOWANIE I ZASTOSOWANIE AKTYWOWANEJ KRZEMIONKI

A. E. Griffin: Preparation and Use of activated Silica Jour. A.W.W.A. 46, 571 (1954) i Jour. A.W.W.A. 45, 1107 (1953).

Aktywowana krzemionka musi być przygotowywana w miejscu jej użycia, co wymaga od prowadzącego zakład oczyszczania wody odpowiedniej umiejętności.

Aby osiągnąć korzyści ze stosowania aktywowanej krzemionki, należy odpowiednio dobrać właściwą dawkę, właściwy moment dodania, właściwy stosunek krzemionki do innych koagulantów i właściwy odczyn. Przed stosowaniem krzemionki na skalę fabryczną muszą być przeprowadzone próby na skalę laboratoryjną.

Aktywowana krzemionka tylko wtedy daje pożądane rezultaty, gdy cząstki koloidalne mają właściwe wymiary i są użyte w odpowiednim czasie od chwili ich powstania.

Same krzemiany nie aktywowane nie mają żadnego wpływu na przebieg koagulacji.

Aktywację przeprowadza się w dwóch etapach: 1) zobojętnia się krzemian sodu — powstają stale rosnące cząstki koloidalne naładowane ujemnie, wędrujące w kierunku kłaczek dodatnio naładowanych; 2) stabilizacja tych cząstek.

Pierwszy etap przeprowadza się przy stężeniu 1–2,5% SiO_2 w okresie od 2 do 40% czasu wytrącania żelu, drugi przy stężeniu 0,1 do 0,5% SiO_2 . Przez rozcieńczenie hamuje się dalszy wzrost cząstek. Użyć można krzemionkę w ciągu 24 godzin od chwili jej wytworzenia, co jednak wymaga dużej ilości zbiorników, lub też w sposób ciągły przy użyciu chloru, co usuwa niebezpieczeństwo powstania żelu.

Przy aktywacji chlorem reakcja przebiega następująco:

$$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 + \text{HOCl} + \text{HCl} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}.$$

Zastosowanie

Zastosowanie krzemionki nie jest trudne, pamiętać jednak należy, że to nie jest koagulant lecz czynnik ułatwiający koagulację. Metoda proponowana przez autora prowadzi również do utlenienia żelaza dwuwartościowego dzięki własnościom utleniającym podchlorynów. Zwykła dawka wynosi 3,0 do 5,0 mg/l SiO_2 , a czasem dochodzi do 20 mg/l. Koagulacja musi być prowadzona w zakresie pH 0,7–8,5. Przy niższych pH krzemionka aktywowana nie działa. Sposób dodania i pH musi być również przebadany, czasem dodaje się krzemionkę przed siarczanem glinu, częściej jednak po siarczanie glinu.

Wnioski

Zastosowanie aktywowanej krzemionki rozszerza zakres pH, przy którym można prowadzić koagulację, obniża zazwyczaj koszt koagulacji, prowadzi do otrzymania lepszej wody i zwiększa wydajność urządzeń do oczyszczania wody.

J. K.

ZASTOSOWANIE MAS PLASTYCZNYCH DO WYROBU RUR WODOCIĄGOWYCH

R. Guillot: L'utilisation des matières plastiques dans les distributions d'eau. La Technique de l'Eau et l'Assainissement 9 N 100 st. 77 (1955).

Do niedawna sieci wodociągowe budowane były wyłącznie z rur żeliwnych, stalowych i azbestocementowych. Wszystkie tego typu rury ulegają korozji w gruntach agresywnych, względnie na skutek prądów błędzących, ponadto są ciężkie,

co znacznie zwiększa koszty transportu. Wad tych nie posiadają rury wykonane z mas plastycznych. Rury wykorzystywane do budowy sieci są robione z chlorku poliwinilu — są to rury sztywne, oraz z politenu powstałego przez polimeryzację etylenu. 1 m rury z poliwinilu o średnicy 53/63 waży zaledwie 1,275 kg, a z politenu jest jeszcze lżejszy, waży bowiem tylko 0,84 kg. Obie masy plastyczne są odporne na korozję i są bardzo gładkie. Rury z poliwinilu są wykonywane w odcinkach 8–12 m, z politenu 100–400 m — są one plastyczne i mogą być nawinięte na bębny.

Obecnie problemem otwartym jest wytworzenie znormalizowanych części uzupełniających rurociągi, jak połączenia, rozgałęzienia, zasuw itp.

Rury z poliwinilu są zazwyczaj łączone w następujący sposób: jeden koniec rury jest rozgrzewany, drugi uprzednio spreparowany włączany do rozgrzanego, następnie wyjęty i po ostudzeniu zaopatrzony w kołnierz i ponownie wciśnięty w koniec rury uprzednio nagrzewanej. W sieciach zbudowanych z różnych materiałów rozgałęzienia, końcówki i połączenia mogą być takie same, jak przy rurach żeliwnych.

Rury z politenu, w zwojach przynajmniej 100 m, nadają się specjalnie dla sieci o długich odcinkach nie rozgałęzionych; tu połączenia robione są z brązu z gumowymi uszczelkami.

Rury z poliwinilu będące złymi przewodnikami ciepłymi w klimacie umiarkowanym mogą być mniej głęboko układane niż żeliwne, a mianowicie już na głębokości 70 cm, ponadto, dzięki ich małej wadze produkowane są w odcinkach 8–12 m, a zatem mają znacznie mniej połączeń niż rury żeliwne.

Rury z politenu, również odporne na zmiany cieplne, mogą być zakładane mechanicznie; — traktor ciągnie specjalnej budowy plug, który robi wykop i jednocześnie ciągnie rurę rozwijaną z bębna z prędkością około 1000 m/godz przy 3 ludziach obsługi.

Dzięki gładkości rur z mas plastycznych spadek ciśnienia w rurach spada od 6/10 do 4/10 spadku ciśnienia w rurach żeliwnych, a tym samym zwiększa się przepływ wody, a więc można stosować rury o mniejszych średnicach. Na skutek tych wszystkich zalet rury z mas plastycznych do średnicy 80 mogą konkurować w cenie z rurami dawniej używanymi.

J. K.

AKTYWACJA KRZEMIONKI UŻYWANEJ DO OBRÓBKİ WODY

C. A. Black: Activation of silica use in water treatment. Jour A.W.W.A. 45, 1101 (1953).

Definicje

„Aktywowaną krzemionką” nazywamy koloidalny „roztwór” — SiO_2 , o cząstkach posiadających ładunek ujemny, powstały z rozpuszczalnego krzemianu sodu przez częściowe zobojętnienie przy pomocy kwasu lub soli hydrolizujących o odczynie kwaśnym. „Czasem wytrącania” żelu nazywamy okres od dodania odczynnika do powstania dającego się zauważyć żelu.

„Dawką molową” nazywamy stosunek moli odczynnika dodawanego do moli Na_2O w roztworze krzemianów. Pod mianem 100% zobojętnienia przyjmujemy, gdy stosunek moli odczynnika zobojętniającego do moli Na_2O wynosi 1:1.

Metody aktywowania krzemionki

Krzemian sodu zwykle używany zawiera zazwyczaj 8,9% Na_2O , 28,7% SiO_2 i 62,4% H_2O .

Operację należy przeprowadzić po dobraniu właściwych stężeń, które są różne dla różnych metod oraz właściwego okresu czasu przebiegu reakcji, który waha się w granicach 10 do 50% czasu wytrącania żelu. Proces można prowadzić w sposób okresowy lub ciągły.

Obecnie stosuje się kilka metod aktywacji krzemionki:

1. Zobojętnianie przy pomocy mocnych kwasów i ich soli;
2. Zastosowanie siarczanu amonu tworzącego słabo zjonizowane, mocno uwodnione galaretowate koloidy;
3. Użycie glinianu sodu, który tworzy z krzemianami glino-krzemianowe roztwory koloidalne;
4. Dodawanie soli metali tworzących z krzemianami nierozpuszczalne związki;
5. Zobojętnianie krzemianów przy pomocy dwutlenku węgla;
6. Użycie do zobojętniania wody chlorowej.

Korzyści z zastosowania krzemionki

Przez zastosowanie krzemionki, przy czym stosuje się dawki w granicach od 2 do 15 mg/l, osiąga się następujące ułatwienia w obróbce wody:

1. Skracany jest czas powstawania kłaczków;
2. Rozszerzany jest zakres pH, w granicach którego otrzymuje się optymalne rezultaty koagulacji wody;
3. Kłaczki powstające w czasie koagulacji są cięższe i lepiej osiadają;
4. Przeważnie zmniejszana jest dawka innych odczynników, a tym samym zmniejszony jest koszt oczyszczania wody.

Przy stosowaniu krzemionki często skracany jest okres pracy filtrów na skutek powstawania galaretowatej błonki na wierzchu filtru. W tym przypadku stosuje się płukanie powierzchniowe filtru.

Wnioski

Krzemionka aktywowana, odpowiednio stosowana jest odczynnikiem ułatwiającym koagulację i może być w wielu przypadkach użyta.

J. K.

Przegląd prasy technicznej z zakresu gazownictwa

A. Technologia paliw, produkcja gazu

Paliwa gazowe. Ciepło spalania i wartości opałowe ich składników przy 25°C i 760 Torr. Gas- und Wasserfach t. 96 z 5. marzec 1955 s. 152 — 153.

Jest to projekt nowej normy niemieckiej, gdyż dawna norma DIN 1872 z r. 1936 jest przestarzała. Po raz pierwszy zarzucono określenia „górną” i „dolną” wartość opałową i wprowadzono nowe, analogiczne do dawno w Polsce przyjętych. Wprowadzono szereg nowych gazów do normy. Wielkości zostały poprawione.

Doliński

Czy etylen jest wartościowym produktem węglowym? Georg Geisselbrecht. Gas- und Wasserfach t. 96 zes. 7 kwiecień 1955. s. 198 — 199. 1 poz. lit.

Autor omawia własności etylenu i możliwości jego zastosowania w syntezach chemicznych. Następnie podaje sposoby jego wydzielania z gazu. Wprawdzie izolowanie etylenu z gazu nie wydaje się dziś rentowne, ale gazownicy powinni stać się o rozwój w tej dziedzinie.

Doliński

O dynamice zgazowania. S. Traustel; Brennstoff-Chemie t. 36 nr 11/12 czerwiec 1955, s. 181 — 186. 7 poz. lit.

Przedstawiono zarys technicznej, dynamicznej teorii zgazowania. Teoria ta, dla której wyprowadzenia poczyniono w toku rozumowania szereg uproszczeń, daje się zastosować przy różnych warunkach procesów zgazowania. W wypadku braku zdolności do chemicznej reakcji, teorią opisuje tylko wymianę ciepła między skupieniami ciał stałych i gazem. Autor zamierza rozbudować tę teorię i wykonać szereg liczbowych przeliczeń dla istniejących sposobów zgazowywania.

Doliński

Dodatki do olejów smarowych — inhibitory przeciwkorozyjne. I. Brent Malin, The Oil And Gas Journal, t. 53, nr 48; 4 kwiecień 1955; str. 240.

Nowoczesne oliwy używane do smarowania części maszyn zawierają w zależności od przeznaczenia, rozmaitego rodzaju dodatki, celem poprawienia ich jakości. Mogą to być:

1. dodatki przeciwdziałające utlenianiu (dla łożysk)
2. inhibitory przeciwkorozyjne i pasywujące powierzchnię metalu
3. dodatki rozpuszczające zanieczyszczenia
4. dodatki poprawiające wskaźnik smarności
5. dodatki przeciwdziałające wytwarzaniu się piany i wzmacniające warstwę filmu oliwnego.

Popielski

Metoda inga do wyznaczenia zawartości C_3+ i C_4 w gazie ziemnym. Earl Kirk, The Oil and Gas Journal, t. 53, nr 50, 18 kwiecień 1955.

Wspomniana metoda umożliwia dokładne wyznaczenie $C_3 + i C_4 +$ w gazie ziemnym, w warunkach polowych, w ciągu 45 — 120 minut.

Popielski

W jaki sposób ciśnienie wpływa na oddzielenie ropy od gazu. John M. Cambell, The Oil and Gas Journal, t. 53, nr 49; 11 kwiecień 1955, str. 122.

Ciśnienie i temperatura są jedynymi parametrami dla separatorów, które mogą być bezpośrednio kontrolowane w warunkach ruchowych; celem uzyskania najekonomiczniejszych warunków, winny być one odpowiednio dobrane. Przy wysokich ciśnieniach w separatorze, % metanu i etanu w gazie skroplonym wzrasta — potrzebna jest wówczas separacja wielostopniowa, a często również i wielostopniowe skraplanie gazu.

Popielski

Jaka jest wydajność absorberów? F. K. Kennedy, I. N. Chauceller, M. H. Rahmes. The Oil and Gas Journal, t. 53, nr 50; 18 kwietnia 1955, str. 133.

Próby przeprowadzone w gazolinarni f-my Stanolind wykazały, że teoretyczna ilość płyt w absorberze nie wzrasta proporcjonalnie z powiększeniem ilości tacek, w zakresie od 20 — 40 sztuk. Ogólna wydajność w odniesieniu do wszystkich indywidualnych składników, w miarę stopniowego pochłaniania butanu i metanu ulega wyraźnemu zmniejszeniu.

Popielski

Perforowane płyty dla absorberów. R. G. Kelley; The Oil and Gas Journal, t. 53, Nr 50; 18 kwiecień 1955, str. 128. Perforowane płyty (tacki), w zastosowaniu do absorberów celem wydzielania propanu i butanu, zdały pomyślnie egzamin; pracują wydajnie i są dostatecznie odporne na korozję, nie wymagają czyszczenia, nawet po 16 miesięcznej, nieprzerwanej pracy.

Popielski

Struktura węgla w świetle dzisiejszych badań. A. Whitaker; The ultimate structure of coal. Journal of the Institute of Fuel, V. XIXVIII, nr 172; maj 1955, str. 218.

Autor naszkicował w niniejszym artykule rozwój nowych wiadomości o strukturze węgla kamiennego do chwili obecnej, wskazując w jaki sposób nowo opracowane metody badań przyczynią się w najbliższych latach do wyrobienia sobie pełniejszego obrazu o skomplikowanej budowie węgla. Poza metodami analizy rentgenowskiej i analizy spektralnej w podczerwieni, opisano nową metodę magnetycznego rezonansu, polegającą na umieszczeniu badanej substancji w odpowiednio zorientowanym silnym polu magnetycznym i na ostro zaznaczonej absorpcji częstotliwości właściwych w zakresie słyszalnym i fal radiowych. Z tych absorpcji wpływają ciekawe wnioski co do struktury węgla, z wyjaśnieniem dokładnego mechanizmu pierwszej fazy koksovania się węgla.

Popielski

Warszawa, ul. Kolektorska 4, tel. 33-18-35

DODATEK DO Nr 9 MIESIĘCZNIKA „GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA“

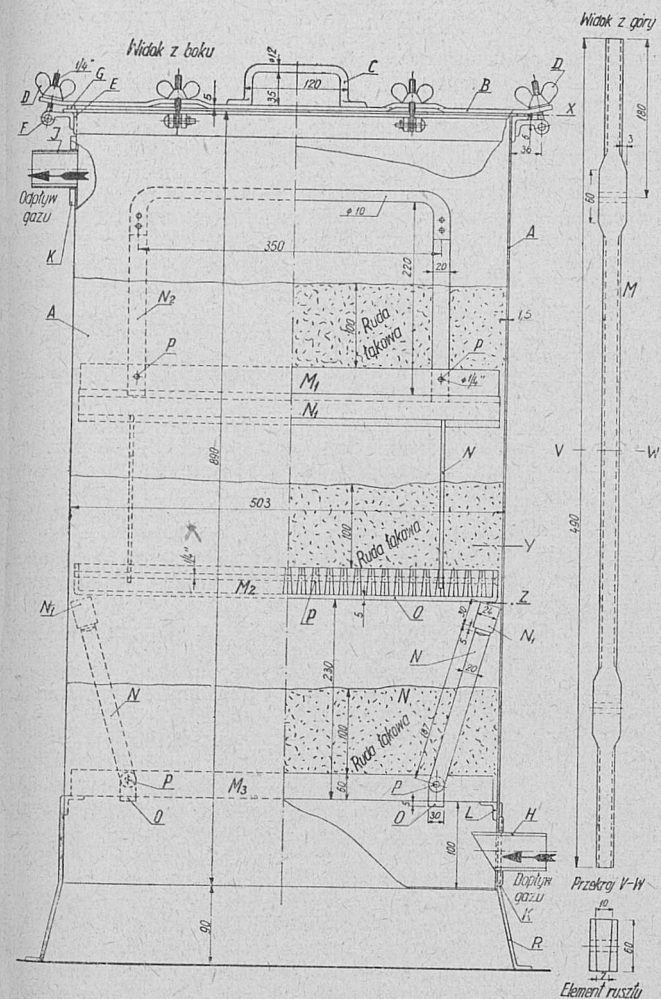
ROCZNIK IV

WARSZAWA - PAŹDZIERNIK 1955**Nr 6**

MGR INŻ. HENRYK PRZYŁĘCKI

Płuczki do gazu z metanowej fermentacji osadów ściekowych

dokończenie



Nys. 5. *Pluczką 3-warstwową*: A — korpus z blachy stalowej 1,5–2 mm, B — pokrywa z blachy 5 mm, C — rączki, D — nakrętki motylkowe 1/4", E — katownik 20 × 30 mm, F — zawiasy, G — uszczelka z walcu gumowego, H — nypel dla wlotu gazu, I — nypel dla wlotu lotu gazu, K — podkładka nypel wyprowadzający do komory z blachy 5 mm, L — katownik 40 × 40 mm, M — rusztu debowe, N — podstawa rusztów M₂ i M₁, N' — debowa beleczka podstawki, N₂ — rączki rusztu M₁, O — wiadziado dla rusztu z płaskownika 5 mm × 30 mm, P — pręt wiążący ruszt, R — nożki płaskownika 20 mm × 40 mm,

Obliczamy płuczkę na 350 m³ gazu na dobę. Przepływałoby wówczas 0,0041 m³/sek gazu.

Przy powierzchni 1 m^2 i przy prędkości 8 mm wydajność urządzenia jest $1 \times 0,008 \text{ m}^3/\text{sek} = 0,008 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Nasza płuczka posiada w przekroju $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2$.

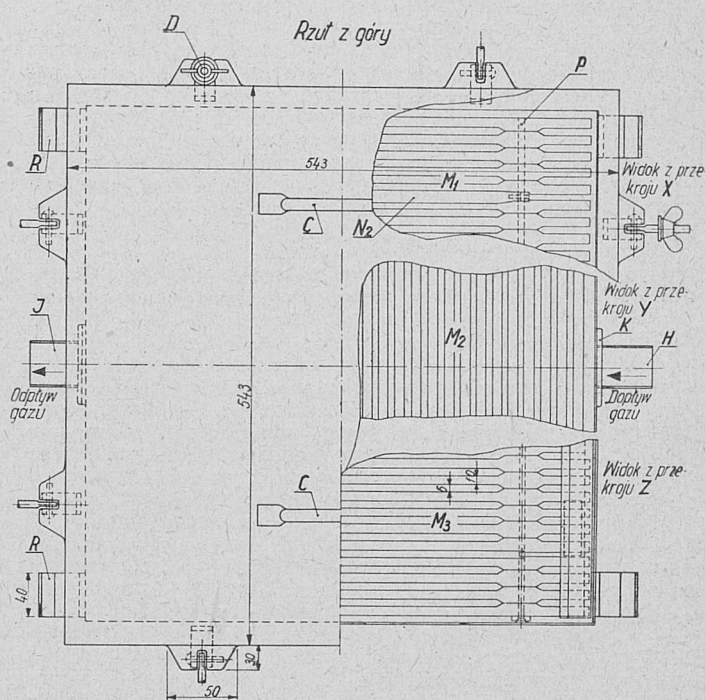
Dwie płuczki posiadać będą $2 \times 0,25 = 0,5 \text{ m}^2$.

Powierzchnia $0,5 \text{ m}^2$ przepuści przy żądanej prędkości

$$0,5 \times 0,008 \text{ m}^3/\text{sek} = 0,0040 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Przy wysokości ładunku 500 mm czas przepływu gazu wynosi

$$500 : 8 = 62 \text{ sek}$$



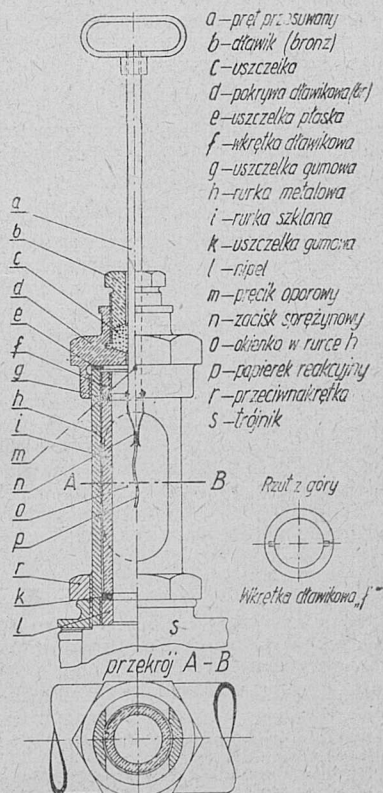
Rys. 6

Potrzebne są zatem 2 płuczki stale pracujące i 1 płuczka zapasowa (dla wymiany), co zabezpiecza stałość przepływu.

Jeżeli w płucce 3-warstwowej (rys. 5, 6, 7) warstwy powiększymy tak, żeby w sumie wysokość ich wyniosła 500 mm, to obliczenia powyższe mogą być do niej zastosowane.

Stalowe pudła płuczek zamknięte są hermetycznie i manipulowanie jest wyraźne z rysunków.

Na przewodzie odprowadzającym gaz z płuczek na trójniku włącza się przyrząd kontrolujący obecność siarkowodoru za pomocą papierka, zwilżonego roztworem octanu ołowiu.



Rys. 7

Nadstawka do badania na siarkowodor:

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY GOSPODARKI KOMUNALNEJ

opracowany przez Działowy Ośrodek Dok. Nauk. Techn.
INSTYTUTU GOSPODARKI KOMUNALNEJ — tel. 33-18-35

Dodatek do miesięcznika „GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA”

Rocznik II

Warszawa — październik 1955

Nr 4

Gwiazdkami, obok początkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Gospodarki Komunalnej. Stosowana jest klasyfikacja dziesiętna, wydanie polskie.

59* 547.56:628.3:628.113 IKG
Viehl K.: **Zanieczyszczenie rzek ściekami fenolowymi**. „Die Verunreinigung der Flüsse durch Phenolabwässer“. Gas-u. Wasserfach, nr 4, s. 105; A4, 3 str. — Omówiony jest rodzaj ścieków fenolowych i ich charakterystyka oraz wpływ na odbiorniki. Działanie trujące przypisuje się prawdopodobnie fenolom dwuwartościowym, obecności amoniaku i siarkowodoru. Sposoby odzysku fenoli i ich niszczenie. Najskuteczniejsze jest spalanie. Wybór sposobu zależy od ilości ścieków, ich stężenia, wymaganego stopnia oczyszczenia. Odzysk fenoli ma wpływ na potaniecie procesu oczyszczania ścieków.

60* 628.35:547.56:582 IKG
Bringmann G. **Biologiczne oczyszczanie ścieków zawierających fenol za pomocą promieniowców (actinomycetae)**. „Biologische Reinigung phenolhaltiger Abwässer durch Strahlpilze“. Gesundh. Ig., t. 76, nr 7/8, kw. 55, s. 106; A4, 3 str., 1 rys., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Za pomocą promieniowców gatunku „Nocardia“ można usunąć fenole osadem czynnym i na wysoko-obciążonych złożach zraszanych. Rozkład fenoli przebiega z tak dużą wydajnością, że wydaje się możliwe zastosowanie tego sposobu do biologicznego oczyszczania ścieków przemysłowych. Przeprowadzono doświadczenia początkowo na ściekach syntetycznych, zawierających fenole, cyjaniki, rodanki i siarczany amonu w środowisku obojętnym. Rozkład fenoli i cyjaników przebiega niezależnie równolegle, a rodanki towarzyszące fenolom zostają rozłożone dopiero po fenolach. Wyniki tych badań zastosowano do badań nad biologicznym usuwaniem fenoli ze słabo amoniakalnej wody pogazowej. Słaba wodę amoniakalną rozcieńczono w stosunku 1 : 5 i zobojętniano kwasem siarkowym, wzgl. rozcieńczano 1 : 10 i zobojętniano kwasnymi fosforanami. Oczyszczanie biologiczne takiej wody przebiegało analogicznie do prób z osadem czynnym. Usuwanie fenolu z amoniakalnej (niezobojętnionej) wody pogazowej osadem czynnym nie udaje się. Można natomiast usuwać fenol tym sposobem na złożach zraszanych, chociaż potrzeba na to więcej czasu niż dla ścieków obojętnych. Techniczne możliwości zwiększenia opłacalności usuwania fenoli z zobojętnionych ścieków pogazowych w złożach zraszanych.

61* 628.34/.35:677:675.08 IKG
Jung H.: **Przyczynki do zagadnienia oczyszczania ścieków włókienniczych i garbarskich**. „Ein Beitrag zur Reinigung der Abwässer der Textil-u. Lederindustrie“. Berichte d. Abwas. Techn. Verein., die Essener Tagung, München, 1952, Verl. R. Oldenburg, zesz. 3, s. 95; A5, 16 str., 2 fot., 6 rys., 3 tabl. — Mimo dużych różnic ścieki przemysłu włókienniczego i garbarskiego mają wiele cech wspólnych, jak: silne zabarwienie i duża zawartość chemikaliów, co pozwala na stosowanie analogicznych metod oczyszczania. W okręgu Niers, gdzie jest silnie rozwinięty przemysł włókienniczy i skórny, opracowano wspólną metodę oczyszczania ścieków. Polega ona na 3-stopniowym oczyszczaniu chemicznym i biologicznym. Oczyszczanie chemiczne polega na koagulacji opilkami żelaznymi (metoda Niers). Przy silnym rozcieńczeniu tych ścieków ściekami gospodarczymi czas zapoczątkowania koagulacji wynosi 15–30 minut. Przewaga tej metody nad metodą koagulacji za pomocą FeSO_4 polega na 3–4-krotnie większej objętości powstałego na skutek koagulacji osadu, taniości opilek i gwarancji niezakwaszenia ścieków. Oczyszczenie ścieków wynosi przeciętnie 50%. Dalej następuje wstępne oczyszczanie biologiczne przez dodanie osadu

czynnego i napowietrzanie, co ułatwia flokulację chemiczną na wytrącanego osadu. Powstały osad częściowo zwracany jest do wstępnego oczyszczania biologicznego, a częściowo idzie do urzędzenia dla regeneracji żelaza. Tu proces przedstawia się z aerobowego na anaerobowy, uzyskując częściową redukcję Fe(OK)_3 na Fe(OH)_2 . Zredukowany osad zadaje się ściekami zakwaszonymi CO_2 . Ponieważ proces ten zachodzi tylko częściowo, cykl powinien być ciągły i tylko co pewien czas nadmiar osadu odpompowuje się i odprowadza do komór fermentacyjnych. Zredukowany osad, a raczej roztwór FeCO_3 zwracany jest do chemicznego oczyszczania ścieków. Po wstępnym biologicznym oczyszczaniu następuje kolejno: osadnik, oczyszczanie właściwe osadem czynnym, osadnik wtórny. Zaletą tej ogólnej metody jest krótki czas przebywania ścieków na oczyszczalni, nie przekraczający 7,5 godz., z czego 4,5 godziny przypada na 3 kolejne osadniki. Redukcja KHNO_4 wynosi 80%, a redukcja BZT ponad 90%.

62* 628.35:546.18 IKG
Grennberg E., Klein G., Kaufman J.: **Wpływ fosforu na proces czynnego osadu**. „Effect of phosphorus on the activated sludge process“. Sewage a. Ind. Wastes, t. 27, nr 3, marz. 55, s. 277; A4, 6 str., 3 wykr., 2 tabl., 7 poz. bibl. — Badania laboratoryjne nad wpływem określonych dawek fosforu na przebieg oczyszczania sztucznie preparowanych ścieków miejskich za pomocą czynnego osadu. Stwierdzono, że ilość fosforu ma znaczny wpływ na cechy fizyczne i chemiczne osadu. Przy braku fosforu tworzy się osad źle osadzający się z przewagą organizmów włóknistych. Przy całkowitej nieobecności fosforu rozwój czynnego osadu jest niemożliwy. Nadmiar fosforu opóźnia wzrost osadu i obniża redukcję BZT. Za optymalną dawkę fosforu należy uważać tę najmniejszą dawkę, przy której uzyskuje się maksymalną redukcję BZT przy jednoczesnym dobrym osadzeniu się osadu. W przeprowadzonych doświadczeniach optymalna dawka wynosiła 0,44 funta fosforu na 100 funtów usuniętego BZT.

63* 628.16(47) IGI
Jegorszin P.: **Płukanie górne filtrów pośpiesznych w wodociągach w Gorkim**. „Wierchniaja promywka skorych filtrów na Gorkowskom wodoprowodzie“. Żil. Kom. Choz., t. 5, nr 2, luty 55, s. 12; A4, 3 str., 3 rys., 1 wykr. — Jak wykazały dotychczasowe doświadczenia i obserwacje płukanie filtrów pośpiesznych odwrotnym prądem wody (płukanie dolne) nie zawsze daje dobre wyniki. Efekt płukania filtrów pośpiesznych wzrasta przy zastosowaniu płukania górnego. Po rocznych doświadczeniach na modelu zastosowano w 1950 r. płukanie górne w zakładzie wodociągowym. W ciągu 5 lat zebrano wiele materiału doświadczonego. Użytko na bardzo poważne oszczędności na ilości wody niezbędnej do płukania. Ustalono najwygodniejszy kombinowany sposób płukania: początkowo z góry, następnie z góry i z dołu i ostatnie stadium z dołu odwrotnym prądem wody.

64* 628.31:539.16 IGI
Radioaktywność. „Radioactivity“. Water a. Sanit. Eng., t. 5, nr 6, marz/kw. 55, s. 272; A4, 0,5 str. — W związku z rozwojem fabryk o napędzie atomowym występuje trudny problem neutralizowania radioaktywności ścieków, pochodzących z tych fabryk. Jak stwierdzono, ścieki z Harwell zawierają 1/600 grama radu w 300 000 galonach masy, co stwarza ogromne trudności przy neutralizacji tak małego stężenia substancji radioaktywnej. Stopień szkodliwości wody pochodzącej z wody z rzek zanieczyszczonych odpływającej z fabryk atomowych można ustalić drogą długich badań, które zostały podjęte przez Medical Research Council.

Instytut Gospodarki Komunalnej wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji, objętych „Przeglądem Dokumentacyjnym IKG”. Niniejszy Przegląd zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu gospodarki komunalnej. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, al. Niepodległości 188).



Komitet Redakcyjny Terminarza Technika zawiadamia członków NOT, że zamówienia na:

TERMINARZ TECHNIKA 1956 ROKU

będą przyjmowane przez oddziały Naczelnej Organizacji Technicznej od dnia 1.XI do dnia 30.XI.1955 r. włącznie.

Terminarz Technika 1956 r. zawierać będzie 17 odrębnych mutacji: 1) Agrotechnikę, 2) Budownictwo, 3) Chemię, 4) Energoelektrykę, 5) Geodezję i Wodnomeliorację, 6) Górnictwo, 7) Hutnictwo, 8) Komunikację, 9) Leśnictwo i Drzewnictwo, 10) Mechanikę, 11) Odlewnictwo, 12) Poligrafię i Papiernictwo, 13) Przemysł Spożywczy, 14) Włókiennictwo, 15) Wodociągi i Kanalizację, Ogrzewnictwo, Gazownictwo, 16) Teleelektrykę, 17) Zootechnikę.

Cena egzemplarza zł 10.—

PRZEGLĄD TECHNICZNY — organ główny Naczelnej Organizacji Technicznej.

Nr 8/55 zawiera następujące artykuły:

- Polska technika w służbie handlu zagranicznego — S. Halicki.
 - Aktywizacja gospodarcza regionu bużańskiego na tle wykorzystania wód rzeki Bugu — inż. C. Stepnowski.
 - Przygotowanie kadr dla przemysłu maszynowego — prof. inż. J. Tymowski.
 - Zadania techników w walce o oszczędne zużycie materiałów — D. Nomańczuk.
 - Rodzaje mechanizacji i przenośne narzędzia mechaniczne do wykonywania pracochłonnych czynności ręcznych — prof. L. Uzarowicz.
 - Postęp techniczny w zakresie aparatury i metod radiologii przemysłowej w świetle międzynarodowej konferencji w Brukseli — inż. J. Metera.
 - Rola Przeglądu Technicznego w rozwoju polskiej techniki, III — dr J. Pazdur.
- Oprócz tego zeszyt zawiera: Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — Wolną Trybunę. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Krytykę i bibliografię. — Kronikę. — Biuletyn CIDNT. — Biuletyn GUM.

UWAGA, PRENUMERATORZY CZASOPISM TECHNICZNYCH NOT.

Od dnia 11 listopada br. likwiduje się przyjmowanie prenumeraty przez listonoszy miejskich. Począwszy od tego terminu zamówienia na prenumeratę normalną na rok 1956 przyjmować będą w miastach wyłącznie placówki pocztowe, a na wsi placówki pocztowe i listonosze.

KOMUNIKAT

„Dekretem Rady Państwa z dnia 13 lipca 1955 r. (Dz. U. Nr 29, poz. 173) zniesiony został rejestr inżynierów i techników, utworzony ustawą z dnia 18 lipca 1950 r. (Dz. U. Nr 36, poz. 329).

W związku z powyższym od dnia 27 lipca 1955 r., tj. od daty ogłoszenia powołanego na wstępie dekretu, inżynierowie i technicy nie podlegają obowiązkowi rejestracji“.

NAGRODY PWT

Dyrekcja Państwowych Wydawnictw Technicznych przyznała następujące nagrody i dyplomy uznania autorom i tłumaczom najlepszych książek wydanych w roku 1954.

Nagrody za prace autorskie:

I nagroda w wysokości zł 5.000.—

Z. Skoczyński i P. Nowacki — za pracę pt. „Zwarcia w wysokonapięciowych układach energoelektrycznych”,

II nagroda w wysokości zł 4.000.—

P. Kosieradzki — za pracę pt. „Obróbka ciepła na metali”.

III nagroda w wysokości zł 3.000.—

M. Skarbiński — za pracę pt. „Projektowanie procesów technologicznych w odlewni”.

Nagroda za pracę przeznaczoną dla robotników w wysokości zł 2.000.—

P. Piotrowski — „Najprostsze roboty tokarskie w kłach”.

Tłumaczenia:

I nagroda w wysokości zł 3.000.—

za tłumaczenie książki Kasatkina pt. „Podstawowe procesy i aparaty w technologii chemicznej” — otrzymują:

J. Borysowski, J. Ciborowski, T. Czarnota, Cz. Krępski, B. Młodziński, A. Selecki.

II nagroda w wysokości zł 1.500.—

za tłumaczenie pracy zbiorowej pod red. prof. Sirotińskiego pt. „Technologia wysokich napięć” — otrzymują:

Z. Hasterman i L. Maksiejewski.

II nagroda w wysokości zł 1.500.—

za tłumaczenie książki Gierasimowa i innych pt. „Automatyczna regulacja urządzeń kotłów parowych” — otrzymują:

E. Augustyniak i W. Nałęcz-Gembicki.

Dyplomy uznania za prace autorskie:

W. Pac — za pracę pt. „Próby mechaniczne w spawalnictwie”,

W. Pełczewski za pracę pt. „Wzmacniacze elektromaszynowe”,

W. Starczakow za pracę pt. „Przekładniki”.

Dyplomy uznania za prace przeznaczone dla robotników:

W. Mermion — za pracę pt. „Jak obchodzić się z obrabiarką”,

L. Noiszewski — za pracę pt. „Pomocnik formierza”.

Dyplomy uznania za tłumaczenia:

E. Górecki — za tłumaczenie książki Ramma pt. „Procesy absorpcyjne w przemyśle”,

M. Morawiecka i W. Polowa — za tłumaczenie książki Worozcowa pt. „Podstawy syntezy półproduktów i barwników”,

T. Koter — za tłumaczenie książki Żerwie pt. „Przemysłowe badania maszyn elektrycznych”.

WYDAWNICTWO „BUDOWNICTWO I ARCHITEKTURA”

poleca

BARTOSZEWICZ S.: Przemysł materiałów budowlanych 1944—1954. Osiągnięcia i perspektywy. 1955, s. 101, zł 8,50

BATURIN W. W.: Podstawy wentylacji przemysłowej. Wyd. 2 poprawione. Tłum. z ros. A. Wysocki. 1955, s. 347, zł 36,50

CZYŻ E.: Wzory i przykłady liczebne obliczeń statycznych. Tom 4. Instytut Techniki Budowlanej. 1955, s. 92, zł 16,50

HILDEBRAND J.: Żurawie elektryczne i spalinowe. 1955, s. 153, zł 6.—

JANASZEWSKI D.: Wypalanie wyrobów ceglarskich. 1955, s. 144, zł 5,20

JASIŃSKI W., CZAJKOWSKI K.: Formowanie wyrobów ceglarskich. 1955, s. 90, zł 3.—

KITA S.: Roboty kamieniarskie w budownictwie, 1955, s. 153, zł 6,20

KLUZ T.: Strunobetonowe wkładki deskowe, 1955, s. 234, zł 15,80

KLUZ T.: Technika i wytyczne wykonywania sprężonych belek kablowych, 1955, s. 192, zł 11,50

KOTYŃSKI S.: Metody statystyczne w budownictwie, 1955 s. 123, zł 6.—

Obliczanie konstrukcji budowlanych metodą stanów granicznych. Praca zbiorowa. Tłum. z ros. D. Klajnerman i M. Szymański, 1955, s. 252, zł 23,40

POGORZELSKI J.: Konstrukcje przemysłowe. Część 3. Konstrukcje żelbetowe, 1955, s. 223, zł 10,50

PRZESTĘPSKI Wł.: Zimowe roboty budowlane. Koszty dodatkowe. 1955, s. 128, zł 13,60

PRZYŁĘCKI H.: Badania wody, ścieków, osadów i gazów w zakresie techniki sanitarnej. Tom 2. Badania bakteriologiczne i hydrobiologiczne, 1955, s. 268, zł 32.—

Roboty budowlane w warunkach zimowych. Tłum. z ros. S. Janiskiewicz, 1955, s. 300, zł 21,50

SZAŁWIŃSKI B.: Technologia ceramiki szlachetnej i półszlachetnej, 1955, s. 543, zł 23,70

URBAN L.: Krycie dachów blachą, 1955, s. 104, zł 4,80

Do nabycia w księgarniach technicznych DOMU KSIĄŻKI i u kołporterów zakładowych