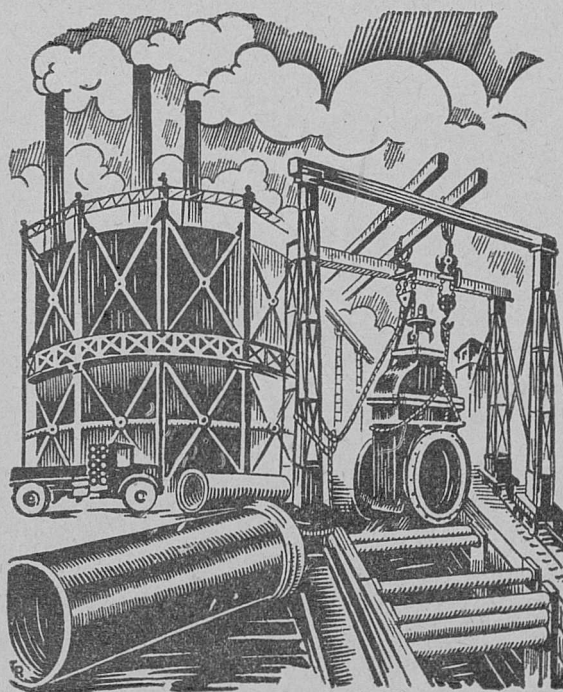


GAZ, WODA

TECHNIKA

SANITARNA

— *miesięcznik* —



Nr 1

STYCZEŃ 1955

ROK XXIX

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą C Z N I K

KOMITET REDAKCYJNY:

REDAKTOR NACZELNY: MGR INŻ. HENRYK JANCZEWSKI

REDAKTOR DZIAŁU GAZOWNICTWA: MGR INŻ. ROMUALD KIELKIEWICZ

REDAKTOR DZIAŁU WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI: MGR INŻ. JÓZEF LIEBFELD

REDAKTOR DZIAŁU TECHNIKI SANITARNEJ: DR INŻ. JAN JUST

REDAKTOR DZIAŁU INSTALACJI: DOC. DR INŻ. STEFAN KOŁODZIEJCZYK

SEKRETARZ REDAKCJI: ZOFIA KLIMASZEWSKA

REDAKTOR TECHNICZNY: DR JADWIGA WŁODEK-SANOJCA

NR 1

STYCZEŃ 1955

ROK XX

TREŚĆ

Tadeusz Pawlikowski, mgr Leopolda Nawara i mgr Maria Piotrowicz — Analiza osadów powstających w rurociągach gazowych.
M gr inż. Marian Fałęcki — Uwagi nad przyczynami korozji wewnętrznej przewodów gazowych.
Prof. dr Jan Wierzbicki — Wykorzystanie składników pokarmowych ścieków miejskich w stawach rybnych.
M gr inż. Erazm Prinke — Obliczanie przewodów wodociągowych w budynkach.

M gr inż. Stefan Mierzejewski — D wyjściowe do opracowania dokumentacji energetycznych urządzeń sanitarnych w BPBK.
Dr inż. Tadeusz Wolff — Przepływ powietrza p szczelinowe przewody wentylacyjne.
Wiadomości praktyczne.
Usprawnienia i racjonalizacja.
Z życia Organizacji.
Z prasy zagranicznej.
Biuletyn IGK.

СОДЕРЖАНИЕ

Т. Павликовский, мгр. Л. Навара и мгр. М. Пётрович — Анализ осадений образующихся в газовых трубопроводах.
М гр. инж. М. Фаленcki — Заметки по вопросу причин внутренней коррозии газопроводов.
Проф. Я. Вежбицкий — Использование в прудовом рыбном хозяйстве питательных веществ находящихся в сточных водах городской канализации.
М гр инж. Э. Принке — Расчет водопроводных труб в зданиях.

М гр инж. С. Межеевски — Исходные данные д энергетической документации санитарного оборудован
Д р Т. Вольф — Протекание воздуха через щелевые вентиляционные каналы.
Практические сведения.
Усовершенствования и рационализация.
Из иностранной печати.
Бюллетень Института коммунального хозяйства.

SOMMAIRE

T. Pawlikowski, mgr L. Nawara et mgr M. Piotrowicz — "Analyse des sédiments dans des conduites du gaz".
Mgr ing. M. Fałęcki — "Remarques sur les causes de la corrosion interne des conduites du gaz".
Prof. J. Wierzbicki — "Utilisation des éléments alimentaires des égouts de ville dans des étangs poissonneux".
Mgr ing. E. Prinke — "Calcul des conduites d'eau dans des bâtiments".
Mgr ing. S. Mierzejewski — "Données pour la documentation énergétique des installations sanitaires".

Dr T. Wolff — "Passage de l'air par des conduites de ventilation perforées".
Nouvelles pratiques.
Améliorations et rationalisation.
Activité de l'Association.
Presse étrangère.
Bulletin de l'Institut de l'Economie Communale.
Critiques.

IN THIS ISSUE

T. Pawlikowski, L. Nawara, Mgr, and M. Piotrowicz Mgr — "Sediment analysis in gas piping".
M. Fałęcki, Mgr — "Remarks on causes of inside corrosion of gas piping".
J. Wierzbicki, Prof. — "Utilisation of town waste nourishing elements in fish ponds".
E. Prinke, Mgr Eng. — "Computation of water piping in buildings".
S. Mierzejewski, Mgr Eng. — "Starting data for electric power documentation of sanitary installations".

T. Wolff, Dr — "Air flow through perforated ventilatic pipes".
Practical News.
Amelioration and rationalisation.
The activity of the Association.
From foreign press.
Bulletin of the Institute of Economic Administration.
Critiques.

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

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

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego. Zam. 6745/c. Podpisano do druku dn. 5.1.55 r.
Druk ukończono 8.1.55 r. Nakład 3900 egz. Ark. wyd. 6,5. Format A4. Ark. druk. 2. Pap. V kl. druk. sat. B-6-806

GAZ. WODA I TECHNIKA SANITARNA

MIESIĘCZNIK

ORGAN

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

Komitet Redakcyjny

REDAKTOR NACZELNY — MGR INŻ. HENRYK JANCZEWSKI, REDAKTOR DZIAŁU GAZOWNICTWA — MGR INŻ. ROMUALD KIELKIEWICZ, 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-SANOJCOWA.

Komisja Programowa

PRZEWODNICZĄCY — MGR INŻ. WOJNAROWICZ STANISŁAW, CZŁONKOWIE: MGR INŻ. BISZYŃSKI PIOTR, MGR INŻ. BUJWIDOWA JANINA, MGR INŻ. JASTRZĘBSKI LEONARD, MGR INŻ. PRZYCHODZKI JAN, PROF. RUDOLF ZYGMUNT, MGR INŻ. SZPILEWICZ ALEKSANDER, MGR INŻ. UNISZEWSKI HENRYK, DR INŻ. WOLFF TADEUSZ.

Sygnum sprawozdawców: J. D. (Jarosław Doliński), A. E. (Adam Epsztejn), J. K. (Jadwiga Kelus), S. K. (Stefan Kołodziejczyk), J. L. (Józef Liebfeld), W. P. (Wiktor Petrozolin), J. W. (Jacek Wąsowski).

Treść rocznika XXIX z roku 1955

OD REDAKCJI

Nowe zadania rad narodowych	str.	1
O wprowadzaniu metod przemysłowych w budownictwie		33
III Plenum Komitetu Centralnego Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej		65
Uchwały III Plenum KC PZPR w odniesieniu do budownictwa		97
Zadania stowarzyszeń naukowo-technicznych		129
Zadania inżynierów i techników w zakresie higieny i bezpieczeństwa pracy		193
Wspaniały dar		257
V Międzynarodowy Festiwal Młodzieży i Studentów		289
Miesiąc Przyjaźni		329
Problem Niemiec		369
		409

A. GAZOWNICTWO

Borkowski Bogdan — O pewnych możliwościach wykorzystania wody pogazowej	274	Piotrowicz Maria mgr — Badanie piekarnika kuchni gazowej	107
Borkowski Bogdan — Spaliny — źródło gospodarczych możliwości	297	Poborski Czesław doc. dr — Ujęcie metanu w kopalni węgla	158
Doliński Jarosław dr inż. — Mieszanki gazowe zastępujące gaz miejski	105	Reguła Tadeusz mgr inż. — Koreferat do referatu prof. inż. Z. Wilka pt. „Dopuszczalny pobór gazu ze złóż czysto gazowych“	147
Doliński Jarosław dr inż. — Reakcje siarki zawartej w paliwach przy procesach odgazowania i zgazowania	248	Sperski Bolestaw inż. i Zabiński Zbigniew dr — Kalkulacja kosztów własnych smoły i produktów ubocznych w gazownictwie	38
Fałęcki Marian mgr inż. — Uwagi nad przyczynami korozji wewnętrznej przewodów gazowych	9	Swinarski Antoni i Kuczyńska Irena — O zdolności wiązania siarkowodoru przez naturalne rudy darniowe	377
Fałęcki Marian mgr inż. — Rury nieżelazne w przemyśle gazowniczym	85	Turowska Alicja mgr i Jędrzejczyk Barbara mgr — Analityczne metody oznaczania tlenu azotu w oczyszczonym gazie węglowym	411
Fałęcki Marian mgr inż. — Pokrycia izolacyjne rurociągów podziemnych	246	Wilk Zdzisław prof. inż. — Dopuszczalny pobór gazu ziemnego ze złóż gazowych oraz kryteria i sposoby określania tego poboru	140
Górka Henryk doc. inż. — Koreferat do referatu inż. J. Kaczorowskiego i inż. W. Kołodzieja pt. „Magazynowanie gazu ziemnego pod ziemią i wyniki polskich prób w tym kierunku“	157		
Grębski Zbigniew mgr inż. — Pobór gazu ziemnego z serii węglonośnej odwiertami z powierzchni	162	Wiadomości praktyczne	
Kaczorowski Juliusz mgr inż. i Kołodziej Władysław mgr inż. — Magazynowanie gazu ziemnego pod ziemią i wyniki polskich prób w tym kierunku	150	Dziackowski Henryk inż. — Oszczędność węgla energetycznego jednym z zadań przemysłu gazowniczego	277
Kijewski Wacław mgr inż., Kłosiński Jan mgr inż. i Roga Błażej dr inż. — Badania nad odgazowaniem węgla płomiennych w piecach gazowniczych	290	Milczewski Maksymilian — Zasady ruchu średnich i małych gazowni	92
	część I		część II
	335	Zabiński Zbigniew dr — Statystyczna metoda obliczania strat gazu	390
Leśniewicz Leonard dr inż. — Aerodynamiczne własności złoża paliwa w doświadczalnych aparatach do zgazowania drobnopięknych paliw stałych	330	Wiadomości bieżące	
Naczyński Jerzy — Oznaczanie zawartości naftalenu w olejach płuczkowych	194	IV Konferencja naukowo-techniczna — dyskusja	169
Obidowicz Ludwik mgr inż. — O oszczędnym projektowaniu i wykonawstwie sieci gazowej	34	Wnioski uchwalone na IV konferencji naukowo-technicznej poświęconej zagadnieniom gazu ziemnego w Polsce	173
Obidowicz Ludwik mgr inż. — O oszczędnym wykonawstwie i projektowaniu instalacji gazowych	343	Usprawnienia i racjonalizacja	
Obuchowicz Zbigniew mgr inż. — Polskie złoża gazu ziemnego	130	Fałęcki Marian mgr — Tworzywa uszczelniające zamiast ołowiu	125
Ogrodnik Adam mgr inż. — Koreferat do referatu inż. Z. Grębskiego pt. „Pobór gazu ziemnego z serii węglonośnej odwiertami z powierzchni“	169		
Pawlikowski Tadeusz, Nawara Leopolda mgr, Piotrowicz Maria mgr — Analiza osadów powstających w rurociągach gazowych	2	B. WODOCIĄGI I KANALIZACJA	
		Bajer Kazimierz inż. — Projektowanie małych i średnich oczyszczalni mechanicznych (wstępnych) ścieków gospodarczych	203
		Bajer Kazimierz inż. — Podziemne automatyczne przepompownie ścieków	226
		Budaszewski Jan mgr inż., Niebrzydowski Kazimierz hydrotechnik — Hydroforowa metoda ochrony pomp w przepompowniach ścieków	225

<i>Bydałek Andrzej mgr inż.</i> — Korozja żeliwa w wodzie wodociągowej	303
<i>Dohnalik Kazimierz inż.</i> — Właściwa gospodarka energetyczna w małych i średnich zakładach wodociągowo-kanalizacyjnych	299
<i>Dohnalik Kazimierz inż.</i> — Kryza miernicza w praktyce wodociągowej	82
<i>Górecki Eugeniusz mgr inż.</i> — W sprawie gospodarki wodą i ściekami przemysłowymi na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego	311
<i>Gromski Lucjan inż.</i> — Zagadnienia oszczędnościowe w projektach instalacji wodociągowo-kanalizacyjnych	372
<i>Kepiński Alfred mgr inż.</i> — Badania hydrogeologiczne dla celów wodociągowych	88
<i>Kepiński Alfred mgr inż.</i> — Badania zużycia wody w miastach	102
<i>Kepiński Alfred mgr inż.</i> — Straty wody w instalacjach wodociągowych	431
<i>Kłossowski Jerzy mgr inż.</i> — Sposoby zmniejszenia natężenia prądów błędzących stosowane w Bukareszcie	45
<i>Kłossowski Jerzy mgr inż.</i> — Metody stosowane w Bukareszcie dla ochrony przewodów przed prądami błędzącymi	228
<i>Kłossowski Jerzy mgr inż.</i> — Ochrona katodowa przy pomocy złączy izolacyjnych	268
<i>Kłossowski Jerzy mgr inż.</i> — Wykorzystanie ukrytych rezerw dla polepszenia zaopatrzenia ludności w wodę	310
<i>Mierzejewski Stefan mgr inż.</i> — Dane wyjściowe do opracowania dokumentacji energetycznej urządzeń sanitarnych w BPBK	16
<i>Mierzejewski Stefan mgr inż.</i> — Dobór napędów elektrycznych dla urządzeń pompowych	43
<i>Mikucki Zygmunt mgr inż.</i> — Kilka uwag dotyczących zagadnienia zaopatrzenia w wodę i oczyszczania ścieków	173
<i>Nowicki Wacław mgr inż.</i> — Eksploatacja i remont zespołów mechanicznych stacji pomp a zużycie energii elektrycznej	265
<i>Osiński Kazimierz inż.</i> — Pierwsze polskie normy wodomierzowe, ich charakterystyka i znaczenie	434
<i>Prinke Erazm mgr inż.</i> — Obliczanie przewodów wodociągowych w budynkach	13
<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Przekroje poprzeczne kanałów ściekowych	40
<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Zagadnienie wodociągów kanalizacji i melioracji wielkich zespołów miejskich	103
<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Niektóre osobliwości filtracji wody bieżącej	174
<i>Swidziński Henryk prof. dr</i> — Geologia polskich wód mineralnych	370
<i>Wojnarowicz Stanisław mgr inż.</i> — Kształtowanie się kosztów jednostkowych produkcji przy rozbudowie urządzeń uzdatniających wodę	432

Wiadomości praktyczne

<i>Kepiński Alfred mgr inż.</i> — Doświadczenia powierzchniowego płukania filtrów pośpiesznych	280
<i>Petrozolin Wiktor mgr inż.</i> — Zastępowanie suwaka rachunkowego do obliczania przewodów rurowych	321
<i>Zaleski Zenon inż.</i> — Rozpórka żelazna zmodyfikowana	279

Wiadomości bieżące

<i>Kepiński Alfred mgr inż.</i> — Normatyw techniczny projektowania i zakładania obszarów ochrony sanitarnej dla wodociągów komunalnych	216
---	-----

Usprawnienia i racjonalizacja

<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Metro w miniaturze	27
<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Nowy typ studzienki przepadowej kanalizacji miejskich	215
<i>Zaleski Zenon inż.</i> — Rozpieranie i przebijanie płytkich wykopów wąskoprzestrzennych	252

C. TECHNIKA SANITARNA

<i>Bajer Kazimierz inż.</i> — O właściwą eksploatację i kontrolę oczyszczalni ścieków	181
<i>Bajer Kazimierz inż.</i> — W sprawie właściwych metod ochrony wód przed zanieczyszczeniem ściekami	363
<i>Bajer Kazimierz inż.</i> — Małe osadniki świeżowodne i problem ich prefabrykacji	419
<i>Buczowska Zofia i Dąbrowska Janina</i> — Charakterystyka ścieków przemysłu rybnego	357
<i>Cabejszek Irena, Koziorowski Bohdan, Malanowski Zbigniew, Włodek Stanisław</i> — Charakterystyka higieniczno-sanitarna rzeki Bugu	51
<i>Cabejszek Irena doc. dr i Malanowski Zbigniew mgr inż.</i> — Nowe kierunki w biologicznej analizie wody	414
<i>Cervenka, Cervenková, Raab, Štepanek i Votavová</i> — Wpływ miedzi i jej preparatów na glony	66
<i>Chojnacki Adam</i> — Fenole w ściekach, ich wpływ na odbiornik i usuwanie	352
<i>Domański Jerzy mgr inż.</i> — Badania nad zastosowaniem dolomitów do neutralizacji ścieków	385
<i>Gańczarczyk Jerzy mgr inż.</i> — Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej	117
<i>Gańczarczyk Jerzy mgr inż.</i> — Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej	231
<i>Gańczarczyk Jerzy mgr inż.</i> — Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej	312
<i>Górecki Eugeniusz mgr inż.</i> — Nowe zagadnienia usuwania zanieczyszczeń promieniotwórczych w wodzie surowej, ściekach i osadach ściekowych	345
<i>Hermanowicz Witold i Kelus Jadwiga</i> — Metodyka badań technologicznych nad oddziaływaniem wody	70
<i>Hermanowicz Witold i Sikorowska Celina</i> — Oznaczanie ołowiu w wodzie metodą chromatografii bibułowej	360
<i>Kelus Jadwiga mgr inż.</i> — Sztuczne zwiększanie opadów atmosferycznych	422
<i>Koziorowski Bohdan</i> — Nowsze poglądy na sporządzanie bilansu tlenowego rzek	315
<i>Nowacki Jerzy mgr inż.</i> — Wpływ ścieków przemysłu wełnianego na kanalizację, oczyszczalnie ścieków miejskich oraz wody powierzchniowe	258
<i>Perkowski Stanisław mgr inż.</i> — Z badań nad ściekami m. Łodzi	48
<i>Rostoński Romuald prof. dr inż.</i> — Uwagi w sprawie oczyszczania ścieków z kanalizacji miejskiej	388
<i>Rudolf Zygmunt prof.</i> — Technika sanitarna jako wyraz troski o człowieka	182
<i>Rudolf Zygmunt prof.</i> — Rozwój badań nad ochroną wód przed zanieczyszczeniem w Związku Radzieckim i wnioski dla Polski	233
<i>Schönthaler Adam mgr inż.</i> — Wykorzystanie ścieków miejskich i przemysłowych m. Częstochowy	308
<i>Sędzikowski Tadeusz mgr inż.</i> — O wietrzeniu złoza splukiwanego (złoza zraszane wysokiego obciążenia)	262
<i>Siciński Andrzej</i> — O produkcji książek technicznych z zakresu inżynierii sanitarnej	272
<i>Skoraszewski Włodzimierz mgr inż.</i> — Niebezpieczeństwo sanitarne nawadniania i zraszania kultur rolnych ściekami miejskimi oraz korzystania z osadów kanalizacyjnych i śmieci jako nawozów	211
<i>Skrobecki Zygmunt mgr inż.</i> — Metody obliczania osadników piętrowych i gnilnych	98
<i>Stanisławska Janina mgr</i> — Znaczenie pierwotniaków w biologicznej analizie wody	417
<i>Turoboyski Lesław mgr</i> — Zagadnienie hydrobiologii sanitarnej w ramach ochrony wód	383
<i>Wierzbiński Jan prof. dr</i> — Wykorzystanie składników pokarmowych ścieków miejskich w stawach rybnych	11

Wiadomości praktyczne

<i>Gromski Lucjan inż.</i> — Nadzór i kontrola kanalizacji miejskiej oraz oczyszczalni ścieków	24
<i>Gromski Lucjan inż.</i> — Samoczynna regulacja szybkości przepływu ścieków w piaskownikach	322

Kubicki Aleksander mgr inż. — O niedomaganiach oczyszczalni świeżowodnej i jak temu zaradzić	185	Nowe magistrale gazowe w ZSRR	404
		Nowy typ kotła żeliwnego do ogrzewania „MG-2“	218
		O wykorzystaniu osadów ściekowych kanalizacji moskiewskiej	221
		Podziemna pompownia kanalizacyjna	60
		Podziemny zbiornik gazu	30
		Przewietrzanie ziarna w silosach przy pomocy nasadek żaluzjowych	283
		Przygotowanie i zastosowanie aktywowanej krzemionki	365
		Racjonalizatorzy pralni mechanicznych	61
		Sklejane filtry żwirowe dla studzien wierconych	284
		Spawanie elementów żeliwnych kotłów ogrzewniczych	401
		Sposoby powiększenia wydajności pralni	438
		Studnie do zaopatrzenia w wodę wsi	220
		Szybkość powietrza w strudze swobodnej	219
		Uproszczony wąż kanalizacyjny dla większych kolektorów	126
		Wpływ szorstkości na przejmowanie ciepła przy wzmożonym przepływie powietrza w przewodach	399
		Zanieczyszczenia rzek przez wody fenolowe	440
		Zastosowanie mas plastycznych do wyrobu rur wodociagowych	365
		Zawór zwrotno-wyłaczający z automatycznym odprowadzeniem wody przy biegu jałowym dla pomp zasilających	439
		Zmechanizowane izolowanie rur stalowych	62
		Zmotoryzowana studnia emszerowska	401
		Przegląd prasy technicznej z zakresu gazownictwa	190
			221
			253
			285
			324
			366
			405
		G. PATENTY I NOWOŚCI	
		Wąsowski Jacek inż. — Odśrodkowa pompa do odwadniania	59
		Wąsowski Jacek inż. — Pompa cyrkulacyjna dla potrzeb centralnego ogrzewania (typ Ervo-HA, patent Ernst Vogel-Stockerau)	58
		H. RECENZJE	
		Kepiński Alfred mgr inż. — Nowe czasopismo z zakresu wodociągów i techniki sanitarnej	253
		Liebfeld Józef mgr inż. — Jan Wierzbicki: Zaopatrzenie w wodę i kanalizację osiedli wiejskich	126
		Liebfeld Józef mgr inż. — Prof. dr inż. Kazimierz Wóycicki: Wodociągi	189
		Liebfeld Józef mgr inż. — Prof. Ignacy Piotrowski i mgr inż. Zygmunt Stefańczyk: Instalacje przemysłowe i gospodarcze wodociągowe ciepłej wody i kanalizacyjne	189
		Liebfeld Józef mgr inż. — Tadeusz Gabryszewski: Encyklopedia wodociągów i kanalizacji	406
		Liebfeld Józef mgr inż. — Wodosnabżenie i sanitarna technika	404
		Osiński Kazimierz — A. T. Troskolański: Hydromechanika techniczna, tom II	446
		Sperski Bolesław — Dr inż. Jarosław Doliński: Oszczędne używanie gazu w gospodarstwach domowych i instytucjach usługowych	326
		Wąsowski Jacek — Heid H. i Kollmar K.: Ogrzewanie przez promieniowanie	126
		Wąsowski Jacek — Mgr inż. Andrzej Siciński — Wyposażenie sanitarno-techniczne budynków i zakładów	189
		Listy do Redakcji	254
		Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej	31
			63
			127
			223
			327
			367
			407
		Przegląd Dokumentacyjny Instytutu Gospodarki Komunalnej	95
			191
			255
			287
			368
			447
Wiadomości bieżące			
Liebfeld Józef — Sprawozdanie z konferencji „Zagadnienie ścieków przemysłowych“	437		
Konferencja „Zagadnienie ścieków przemysłu chemicznego“	28		
D. INSTALACJE			
Chlipalski Tadeusz mgr inż. — Nowy system ogrzewania zdalaczynnego			
Flisek Jan mgr inż. — Parę uwag dotyczących projektu typowego kotłowni na 2 kotły La Monta (2 × 2,5 · 10 ⁶ kcal/h)	271		
Groszkowski Tadeusz mgr inż. — W sprawie wietrzenia szpitali	77		
Kapitaniak Andrzej mgr inż. — Możliwości zastąpienia żeliwnych kotłów centralnego ogrzewania kotłami stalowymi typu E-W	109		
Kossakowski Stefan inż. — Sposoby regulacji zdalaczynnych ogrzewań wodnych	237		
Lis Leo mgr inż. — Określenie ilości powietrza przechodzącego przez otwór w przegrodzie pod wpływem różnicy temperatur po obu jej stronach	202		
Łysakowski Tadeusz mgr inż. — Ogólna charakterystyka automatycznych regulacji urządzeń cieplnych	379		
Madeyski Andrzej — Zarys techniki eksploatacji borowin w zdrojownictwie	196		
Pietrowicz Kajetan mgr inż. — Jeszcze w sprawie wentylacji i ogrzewania wagonów kolejowych	87		
Rudolf Zygmunt prof. — Osiągnięcia prefabrykacji w budownictwie sanitarnym i zagadnienia do rozwiązania w najbliższej przyszłości	362		
Stępień Henryk inż. — Przyczyny i skutki wahania ciśnienia w sieciach ciepłowniczych	112		
Stępień Henryk inż. — Sposoby zabezpieczania instalacji c.o. przed wahaniami ciśnienia w sieciach ciepłowniczych	175		
Unger Andrzej mgr inż. — Nowe metody obliczania strat ciepła budynków	381		
Wagner Janusz mgr inż. — Praktyczne zastosowanie obiegów wstecz do celów grzejnych	46		
Wagner Janusz mgr inż. — Współpraca urządzenia chłodniczego z chłodnicą atmosferyczną, jako redukcja bilansu wodnego			
Wąsowski Jacek mgr inż. — Obliczanie suszarni kulistowych zwykłych o wzmożonym przepływie powietrza	318		
Wierzbicki Zenon mgr — O podziale Polski na strefy opałowe na tle warunków klimatycznych	424		
Wolff Tadeusz dr inż. — Przepływ powietrza przez szczelinowe przewody wentylacyjne	78		
	17		
Wiadomości praktyczne			
Rokosz Jan mgr inż. — Zagadnienie tworzyw w budownictwie uzdrowiskowym			
Wąsowski Jacek mgr inż. — Nowe sposoby bielenia i dezynfekcji bielizny	20		
	281		
Wiadomości bieżące			
Kołodziejczyk Stefan — Plenarne posiedzenie V Sekcji Instalacji i Wyposażenia	438		
E. Z ŻYCIA ORGANIZACJI			
Konferencja naukowo-techniczna w sprawie gazu ziemnego	123		
O lepszy styl pracy Stowarzyszenia	250		
Sprawozdanie z działalności SNIT SOG za rok 1954	395		
Sprawozdanie z ogólnokrajowej narady kierowników gazowni komunalnych	91		
Z życia Oddziału Olsztyńskiego SNIT SOG	124		
Z życia Oddziału Warszawskiego SNIT SOG	28		
F. Z PRASY ZAGRANICZNEJ			
Aktywacja krzemionki używanej do obróbki wody	365		
Eksploatacja klarowników z otworami w dnie	188		
Gaz do syntezy z gazogeneratora na pył węglowy	440		
Hydropneumatyczne oczyszczanie przewodów wodociagowych	187		
Likwidacja ucieczki wody w domowych urządzeniach wodociagowych	29		



GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą C Z N I K
O R G A N

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

Nr 1

STYCZEŃ — 1955

ROK XXIX

Nowe zadania rad narodowych

Rewolucja ludowa w Polsce wyzwoliła w całym społeczeństwie potężny i nie notowany w naszej historii rozmach w imię nowego, lepszego życia. Aktywności polskich mas pracujących sprzyjały nie tylko bardzo poważne osiągnięcia na polu gospodarczym i kulturalnym, ale również wielkie przeobrażenia polityczno-ustrojowe.

Jednym z wielkich aktów historycznych było uchwalenie w 1952 r. Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej. Wybory do nowego sejmiku były zadokumentowaniem potężnej siły całego narodu polskiego, zespolonego pod hasłami walki o pokój i o uprzemysłowienie Polski we Froncie Narodowym. Front Narodowy stał się potężną dźwignią w pobudzaniu wśród najszerszych mas troski o naczelnne interesy narodu oraz poczucia współodpowiedzialności za sprawy ogólnonarodowe.

Podstawową formą organizacyjno-masową władzy ludowej są w Polsce rady narodowe. Prezydium rad narodowych spełniają dzisiaj funkcje jednolitych organów państwa w terenie. Trzeba powiedzieć, że rady narodowe nie zawsze spełniały swoje zadania, nie zawsze wykazywały dość dostatecznej żywotności i troski w potrzebach ludności miast i wsi w zakresie spraw komunalnych, mieszkaniowych, kulturalnych i innych. Mała aktywność szeregu prezydiów rad narodowych, biurokratyzm i bezduszny stosunek do spraw i kłopotów ludności były poważnymi bolączkami w ich pracy.

Dlatego też z radością przyjęły masy pracujące w Polsce uchwalone przez sejm ustawy: „o reformie podziału administracyjnego i powołaniu gromadzkich rad narodowych” oraz „o ordynacji wyborczej do rad narodowych”.

W dniu 5 grudnia 1954 r. odbyły się na terenie całego kraju wybory do rad narodowych. Na listy Frontu Narodowego oddano ponad 98% głosów. Najważniejszym jednak osiągnięciem jest to, że na radnych wybrano przodujących obywateli poszczególnych gromad, czy dzielnic. Na pierwszych sesjach rad narodowych winni być wybrani na członków prezydiów najbardziej aktywni ludzie, którym bliższe i drogie winny się stać codzienne troski, kłopoty i potrzeby obywateli.

Równocześnie nowoobrane rady powołują do życia komisje społeczne, których zadaniem będzie wiązanie prac rad z potrzebami i życzeniami wyborców. Od pracy tych komisji zależeć będzie stałe zacieśnianie więzów władzy z ludnością, prawidłowość kierunku prac prezydiów, a nade wszystko umacnianie wśród wyborców świadomości, że właśnie oni są współgospodarzami kraju.

Tak pomyślana praca nowopowołanych rad narodowych winna się przyczynić do usunięcia całego szeregu niedomagań w terenie. Żywa, aktywna i rozumna praca rad winna polepszyć i usprawnić opiekę

zdrowotną, poprawić gospodarkę komunalną, spowodować rozwój sieci usług, umocnić praworządność ludową itd. — słowem, na pierwszy plan wysunąć wszystkie te sprawy, które dotyczą człowieka i jego potrzeb.

Równocześnie wyborcy, jak również Komitety Frontu Narodowego, winni w najszerszym zakresie dopomagać radom i ich komisjom społecznym. Jest to bowiem jeden z nieodzownych warunków poprawienia stylu pracy prezydiów rad — a także powiązania ich pracy z masami. Ponadto Komitety Frontu Narodowego oraz zgrupowani w nich wyborcy winni śledzić bieg pracy w radach, przyjmować w nich żywy udział oraz nie uchylać się od kontroli prac prezydiów rad i komisji społecznych.

Na plenarnym posiedzeniu Ogólnopolskiego Komitetu Frontu Narodowego, które odbyło się w dn. 20 listopada 1954 r. w Warszawie, tow. Bolesław Bierut powiedział co następuje:

„Żywa, codzienna, sprawna kontrola rad i ich komisji społecznych nad działalnością poszczególnych ogniw aparatu państwowego oraz stała i rzeczywista więź rad z masami pracującymi stanowi najskuteczniejszy środek w walce z biurokratycznymi wynaturzeniami, tak często jeszcze zatruwającymi życie ludzi pracy. Wypróbowanym i niezawodnym orężem w tej walce jest śmiała krytyka braków, niedomagań i wypaczeń. W tej dziedzinie, jak również w akcji pobudzenia aktywności i inicjatywy społecznej wokół rad terenowych, otaczania działalności tych rad zainteresowaniem szerokich warstw ludności pracującej — Komitety Frontu Narodowego mają poważne zadania i mogą znaleźć szerokie pole działania”.

Wielu członków Stowarzyszenia Naukowego Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych bierze czynny udział w pracach Frontu Narodowego i rad narodowych. Niechże ich naczelnym zadaniem staną się sprawy podniesienia stanu sanitarnego miast i wsi. W bezpośrednim kontakcie i współpracy z radami i komisjami społecznymi wiele niedociągnięć w zakresie rozbudowy sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, kąpielisk, zieleni i innych urządzeń podnoszących warunki sanitarne życia ludności da się usunąć. W szczególności winna nastąpić radykalna zmiana w tych sprawach w stosunku do wsi. Problematyka podniesienia stanu sanitarnego wsi winna być podjęta przez nas wszystkich z wielką powagą i ostrością. Nie można mówić na odcinkach interesujących nas branż o pogłębieniu sojuszu robotniczo-chłopskiego bez szybkiego skierowania części naszych zainteresowań i operatywnych wysiłków na odcinek wiejski. Jeśli dobrze to zrozumiemy — wypełnimy te obowiązki, jakie w chwili obecnej nakłada na nas nasza Władza Ludowa i Partia.



TADEUSZ PAWLIKOWSKI, mgr LEOPOLD NAWARA
mgr MARIA PIOTROWICZ
Centralne Laboratorium Gazownictwa

Analiza osadów powstających w rurociągach gazowych

W artykule omówiono przyczyny i przebieg powstawania osadów oraz ich działanie korodujące. Podane sposoby wykrywania i zwalczania tych osadów zostały oparte głównie na serii własnych analiz chemicznych kilkunastu osadów, wydobytych z wnętrza rurociągów gazowych różnych miast Polski.

We wnioskach zostały podane ogólne praktyczne wskazówki, co do sposobu zapobiegania tworzeniu się osadów i ich usuwania.

Zakłócenia w przepływie gazu przez rurociągi spowodowane są najczęściej przez gromadzenie się w nich kondensatów i rdzy, które zmniejszają przepustowość rur, a nawet całkowicie je zatykają. Dla praktycznego opanowania skutków tego zjawiska konieczne jest poznanie jego przyczyn.

Źródłem osadów i korozji wewnętrznej są przede wszystkim zanieczyszczenia gazu, a więc w pierwszym rzędzie należy zwrócić uwagę na należyte ich usuwanie. Ważne jest również opanowanie odpowiednich metod usuwania awarii powstałych z przyczyny osadów i korozji, a także należyte przygotowanie techniczne i materiałowe do prac z tym związanymi. Praktyka wykazała, że stosunek wydatków na naprawę instalacji gazowych, spowodowaną przeszkodami wewnętrznymi, do wydatków spowodowanych przez korozję zewnętrzną i mechaniczne uszkodzenia rurociągu ma się na ogół, jak 1 : 3.

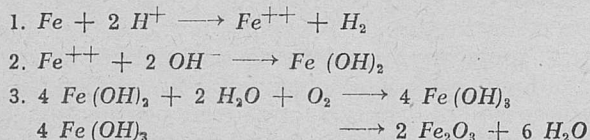
Wewnętrzna korozja jest zatem również ważną przyczyną zaburzeń ruchu i strat materialnych. Panuje również nieuzasadnione przekonanie, że przy eksploatacji rury stalowe pod względem rentowności przewyższają nieco rury żeliwne. W naszych badaniach, opartych przede wszystkim na dotychczasowych wynikach analitycznych, nie dostrzeżono wyraźnej wyższości rur stalowych nad żeliwnymi.

Przyczyny i proces tworzenia się składników osadu w rurociągach gazowych

Dokładne oczyszczanie gazu z niektórych składników ma zasadniczy wpływ na zmniejszanie tworzenia się osadów korodujących i zatykających przewody gazowe. Wpływ ich jest zależny od właściwości chemicznych tych składników i ich ilości w przepływającym gazie. Możemy je podzielić na następujące grupy:

1. czynne (np. tlen, siarkowodór),
2. sprzyjające działaniu (np. para wodna),
3. obojętne (np. benzen),
4. opóźniające działanie (np. aminy, oleje, inhibitory).

Główną przyczyną korozji, praktycznie biorąc, jest tlen wraz ze skondensowaną parą wodną. Produktem jej jest rdza, $x\text{FeO} \cdot y\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, powstała na skutek reakcji elektrochemicznej przebiegającej w trzech fazach (1):

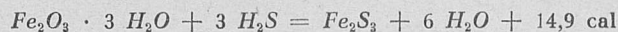


Ilość tlenu żelaza i jego stopień utlenienia zależy od warunków powstawania, tj. od stężenia reagujących substancji, temperatury, ciśnienia, właściwości elektrochemicznych i katalitycznych niektórych ciał towarzyszących itp. Tworzenie się rdzy, równoznaczne z niszczeniem rury żelaznej, przyspiesza się za pomocą nowych ilości tlenu i skroplonej pary wodnej, podtrzymujących ciągłość procesu. Proces ten może być jednak zahamowany, jeśli uniknie się skroplenia pary wodnej.

Wiadomo, że zjawisko korozji atmosferycznej zachodzi dopiero powyżej 85% wilgotności względnej; w obecności zaś agresywnych gazów, np. SO_2 , H_2S , CO_2 i innych, ten punkt krytyczny wyraźnie się obniża, co sprzyja rozwojowi korozji (2).

Dwutlenek węgla współdziała w korozji i powstawaniu osadu tworząc odpowiednie trwałe sole z żelazem i odpowiednie związki chemiczne w wyniku reakcji z innymi gazami. Jego działanie korodujące, według niektórych autorów, jest dwudziestokrotnie mniejsze od tlenu.

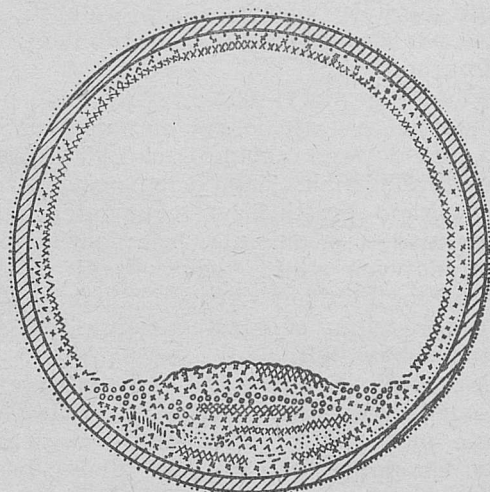
Siarkowodór przyspiesza elektrolityczny proces rdzewienia, tak jak dwutlenek węgla. W połączeniu z podstawowym składnikiem rdzy tworzy on siarczki z wydzieleniem ciepła według następującego równania chemicznego:



Trójsiarczek żelaza jest związkiem nietrwałym i rozpada się na siarczek żelaza i elementarną siarkę. Droga tworzenia się siarki jest różna. Może ona powstawać z reakcji siarkowodoru (jako produktu reakcji wtórnej z SO_2 , COS , CS_2) z amoniakiem, tworząc częściowo wielosiarczki amonu przechodzące pod wpływem tlenu w tiosiarczany z wytrąceniem siarki elementarnej, a te z kolei przez oderwanie SO_2 mogą się przeistoczyć w siarczany. Powyższe procesy zachodzą energiczniej przy wilgotnych reagentach (3).

Cyjanowodór w połączeniu z żelazem tworzy wiele kompleksowych soli, z których najbardziej znany jest błękit berliński $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Cyjanki (sole cyjanowodoru) rozpuszczone w wodzie tworzą elektrolity sprzyjające procesowi korozji, podobnie jak rodanki z $(\text{NH}_4)\text{CNS}$ na czele. Cyjanowodór reaguje najczęściej z siarczkiem żelaza. Amoniak, często przy współudziale tlenu, chciwie reaguje z dwutlenkiem węgla, siarkowodorem i cyjanowodorem w następstwie czego powstają znane sole łatwo rozpuszczalne w wodzie.

Węglowodory, przede wszystkim nienasycone, w odróżnieniu od poprzednio wymienionych substancji zanieczyszczających gaz, są źródłem powstawania osadów oleistych i półstałych. Tworzą się one głównie przez utlenienie, względnie polimeryzację, nienasyconych węglowodorów przy współudziale NO , NH_3 , H_2S i HCN . Spotyka się je w rurociągu w postaci żywicy, smoły lub asfaltu przylegających do ścian rury (rys. 1). Pary benzenu rozmiękczejają te produkty powodując ich spływanie w dolnej części rury (porównaj rys. 1), tworząc charakterystyczny osad typu smolistego. Benzol posiada własność rozpuszczania wielu ciał organicznych, między innymi olejów impregnujących membrany liczników gazowych. W odpowiednich warunkach benzol bywa pochło-



~~~~~ żelazo (rura gazowa).  
..... rdza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y\text{FeO} \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ).  
\*\*\*\* asfalt-smoła i zw. ziemne.  
~~~~~ naftalen.

~~~~~ oleje lekkie, benzol  
..... związki amonowe, siarkowe  
- (gniazda siarki).  
..... woda

Rys. 1. Schemat poprzecznego przekroju rury gazowej z osadem



nięty przez uszczelki rurociągu, by przy podwyższonej temperaturze lub zmianie ciśnienia z powrotem się uwolnić. Posiada on również zdolność zasklepiania gniazd rdzy, przez co przeszkadza jej rozprzestrzenianiu się i przenoszeniu nalotu (4).

Naftalen, powstały w procesie odgazowania węgla, na skutek przegrzania węglowodorów grupy benzenu, przedostaje się mimo chłodzenia i płukania do sieci rurociągu, gdzie osadza się na jego ścianach. Sublimat naftalenowy posiada dogodne warunki kondensacji w przewodach w niższej temperaturze (5).

Niektóre składniki osadu mogą powstawać na skutek procesu bakteriologicznego przetwórczego, względnie produkcyjnego. Znane są powszechnie działania bakterii żyjących w rurociągu gazowym, jak bakterii żelazistych, siarkowych, amonizujących, nityfikacyjnych, denityfikacyjnych itd.

Powstawanie osadów i skutki ich działania

W sprzyjających warunkach chemicznych i fizycznych zachodzą reakcje chemiczne, na skutek których tworzą się odpowiednie związki pozostające na zawsze w rurociągu. Związki te przechodząc mogą wtórne reakcje, przeistaczać się, zmieniając przy tym swą fazę, mimo to pozostaną nadal elementem niepotrzebnym i szkodliwym. Przez długi okres czasu gromadzą się one w przewodach utrudniając coraz bardziej przepływ gazu, aż w końcu dopływ gazu do odbiorcy zostanie zupełnie przerwany. Osady te nie tylko zatykają rurociągi gazowe, lecz także powodują uszkodzenia przewodów, uszczelkek, gazomierzy i sprzętu grzewczego. Działanie ich jest nie tylko mechaniczne, lecz również chemiczne, sprzyjające oczywiście korozji.

Jedne osady przybierają postać twardej, zbitej masy tlenków żelaza, spojonych związkami żywicznymi z gniazdami siarki, mocno przylegającej do powierzchni rury i nie dającej się łatwo odłupać. Drugie znów są sypkie, składające się z luźnej rdzy lub siarki z małymi grudkami i płytkami uwarstwionymi, czasem lotne tak, iż podmuchem gazu są porywane i przesuwane. Inne zaś tworzą mazistą, lepka całość zawierającą przeważnie związki żywiczne, smołę i oleje ciężkie, będące jednocześnie lepyszczem innych stałych substancji. Spotyka się wreszcie zanieczyszczenia płynne, będące roztworem wielu związków chemicznych rozpuszczalnych w wodzie. Roztwory te w działaniu i skutkach korodowania uchodzą za najniebezpieczniejsze.

Niektóre osady dość łatwo są przenoszone w przewodach zależnie od pory roku. Na tę wędrowkę wpływa niewątpliwie temperatura. Z tego też powodu w zimie powstawać mogą korki osadów w rurociągach położonych blisko powierzchni ziemi, w lecie zaś przeciwnie, w miejscach głębszych i zimniejszych. Bezpośrednią przyczyną tego zjawiska są fizyczne i chemiczne własności osadów zawierających głównie naftalen, lekkie węglowodory i związki żywiczne.

W niedalekim sąsiedztwie gazowni powstaje najwięcej osadów. Zanieczyszczenia gazu, przedostające się przez chłodniki i płuczki ze względu na swój ciężar, lepkość, zmiany ciśnienia i obniżenia temperatury w rurociągu gazowym, trafiają na dogodne warunki do opadania i osadzania się. Niektóre składniki mają ściśle określone granice lotności i poza pewien promień odległości od gazowni nie sięgają.

Przewody rozprowadzające gaz układają się z pewnym pochylem względem poziomu. W najniższych punktach spadku rurociągu instaluje się odwadniacze gromadzące zanieczyszczenia po największej części płynne, usuwane co pewien czas przy pomocy pompy. W skład tych zanieczyszczeń wchodzić mogą związki rozpuszczalne w wodzie oraz oleje, części smołiste i minimalne ilości ciał stałych. Ich skład chemiczny wybitnie odbiega od składu osadu pobranego z wyższego punktu tego rurociągu, mimo małej odległości od odwadniacza.

Nagle skrety rurociągu, liczne rozgałęzienia, reduktory hamujące prędkość gazu są dogodnym miejscem gromadzenia się osadów. Najobfitszymi procentowo składnikami tych osadów będą tlenki żelaza. Ilość ich i struktura będą zależne od szybkości przepływu i składu gazu, od długości i przekroju prostolinijnie ułożonego rurociągu oraz rodzaju materiału, z którego jest zrobiony. Osad ten jest po największej części pochodzenia korozyjnego, a także erozyjnego w odróżnieniu od uprzednio wspomnianych.

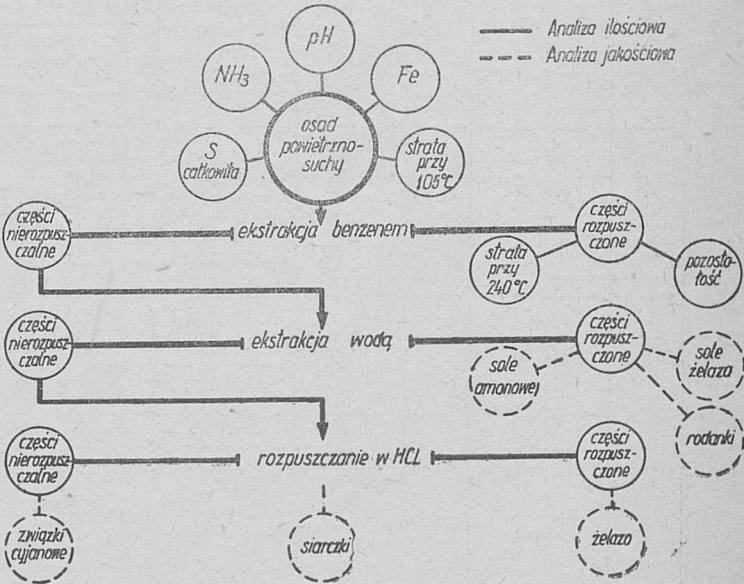
Przewody gazowe przechodzą często w kierunku pionowy (instalacje domowe, lampy uliczne), wówczas u podstawy rury zbiera się osad rdzy. Długi okres czasu użytkowania niez izolowanej rury w zmiennych warunkach temperatury, ciśnienia i wstrząsów sprzyja łuszczeniu się produktów korozji

powstających na wewnętrznych ścianach przewodu. Powodem rozluźnienia spoiwości rdzy jest zmiana wilgotności gazu wywołana przeważnie zmianą temperatury. Duże ilości tlenu lub zmienne ilości gazów redukcyjnych mogą także ujemnie wpłynąć na stan wnętrza rurociągu.

Badanie i rozpoznawanie miejsc nagromadzenia się osadu należy do trudnych zadań. Na podstawie spadku ciśnienia, a czasem zupełnego braku dopływu gazu przypuszcza się, iż przewód jest zatkany. Praktycznie, dopiero, przez porównanie ciśnień gazu w różnych punktach upewniamy się o słuszności przypuszczenia i wtedy możemy przeszkodę usunąć. W niektórych wypadkach, przy rzadko rozmieszczonych wypustach rurociągu, poszukiwanie korka odbywa się innym sposobem. Pomocne w tym są specjalne wykrywacze osadu oparte o zasadę pomiaru natężenia promieniowania substancji radioaktywnej, przenikającej przez rurociąg (6). Z braku tych aparatów lub innych powodów niemożności ich zastosowania, czyni się próby przedmuchania, przepłukania, względnie rozpuszczenia napotkanych przeszkód. W końcu, gdy i te sposoby nie pomagają, pozostaje tylko czyszczenie mechaniczne rurociągu gazowego.

Część doświadczalna

Szereg zakładów gazowniczych, na naszą prośbę, dostarczył nam osady z rurociągów gazowych z metryką zawierającą najważniejsze dane dotyczące składu gazu, przekroju i jakości materiału przewodu, czasu jego eksploatacji itd. Charakterystyczne te okazy, po odpowiednim przygotowaniu, poddaliśmy analizie chemicznej według załączonego schematu (rys. 2).



Rys. 2. Schemat analizy osadu

Opis jakościowej analizy osadu

Część próbki osadu oznaczonego numerem, przechowywanego w zamkniętym słoju, wysypuje się do moździerza porcelanowego, rozciera, a w końcu rozsypuje na arkusz bibuły filtracyjnej i suszy przez kilka godzin na powietrzu. Niektóre osady, np. maziste, nie podlegają tym wstępnym pracom, inne zaś, np. wybitnie naftalenowe, osusza się krótko bibułą. Próbką taka staje się w ten sposób gotowa do odważenia. Jak widać już ze wstępnego opisu, analiza osadu przez nas przeprowadzana nie odbywała się według ścisłej reguły, co też ujemnie wpłynęło na dokładność wyników badanych próbek różnych pod względem swych własności. Zwracamy przy tym uwagę, iż tablica I mimo danych liczbowych posiada cechy raczej analizy jakościowej, gdyż nie wyszczególnia pojedynczych składników osadu.

Na wadze analitycznej odważa się w gilzie ekstrakcyjnej do 20 g średniej próbki powietrzno-suchego osadu, przygotowanego powyższym sposobem i poddaje ekstrakcji benzolem w aparacie Soxhleta w celu rozpuszczenia względnie wymycia naftalenu, olejów, smoły, niektórych związków siarkowych itp. Ekstrahowanie to przerywa się, gdy roztwór benzenu w tulejce aparatu stanie się bezbarwny. Wówczas

Tablica I.

Zestawienie wyników ilościowej analizy osadów

| L.p. | Znak próby osadu | Ciężar w gramach                          | Ekstrakcje benzenem     |                     |                 | Ekstrakcja wodą         |                     | Roztworzenie w HCl (1:1) |                     |
|------|------------------|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|      |                  | ilości wagowe poszczególnych procesów w % | części nierozpuszczalne | części rozpuszczone |                 | części nierozpuszczalne | części rozpuszczone | części nierozpuszczalne  | części rozpuszczone |
|      |                  |                                           |                         | całkowita ilość w % | straty do 240°C |                         |                     |                          |                     |
| 1    | 2                | 3                                         | 4                       | 5                   | 6               | 7                       | 8                   | 9                        | 10                  |
| 1    | Z                | 19,99                                     | 0,98                    | 19,01               |                 | 0,73                    | 0,25                | 0,59                     | 0,14                |
|      |                  |                                           |                         | 18,69               | 0,32            |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 4,9                     | 95,1                |                 | 74,3                    | 25,7                | 93,6                     | 16,4                |
|      |                  |                                           |                         | 93,5                | 1,6             |                         |                     |                          |                     |
| 2    | K—1              | 20,00                                     | 5,41                    | 95,1                |                 | 4,55                    | 0,86                | 1,55                     | 3,01                |
|      |                  |                                           |                         | 14,59               |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 27,1                    | 6,31                | 8,28            | 84,3                    | 15,7                | 34,1                     | 65,9                |
|      |                  |                                           |                         | 72,9                |                 |                         |                     |                          |                     |
| 3    | K—2              | 13,15                                     | 6,89                    | 31,5                | 41,4            |                         | 4,2                 | 7,8                      | 15,1                |
|      |                  |                                           |                         | 72,9                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 50,8                    | 6,26                |                 | 6,14                    | 0,45                | 1,26                     | 5,18                |
|      |                  |                                           |                         | 0,60                | 5,65            |                         |                     |                          |                     |
| 4    | K—3              | 20,00                                     | 10,29                   | 49,2                |                 | 93,7                    | 6,3                 | 19,5                     | 80,5                |
|      |                  |                                           |                         | 4,5                 | 44,7            |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 51,5                    | 49,2                |                 |                         | 3,3                 | 9,3                      | 38,2                |
|      |                  |                                           |                         | 9,71                |                 |                         |                     |                          |                     |
| 5    | K—4              | 15,00                                     | 9,22                    | 2,96                | 6,75            | 9,69                    | 0,60                | 4,47                     | 5,22                |
|      |                  |                                           |                         | 48,5                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 61,8                    | 14,8                | 33,7            | 94,2                    | 5,8                 | 46,0                     | 54,0                |
|      |                  |                                           |                         | 48,5                |                 |                         |                     |                          |                     |
| 6    | K—5              | 15,00                                     | 1,85                    | 5,78                |                 | 8,70                    | 0,52                | 0,58                     | 0,12                |
|      |                  |                                           |                         | 0,87                | 4,91            |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 12,3                    | 38,2                |                 | 94,3                    | 5,7                 | 98,1                     | 1,9                 |
|      |                  |                                           |                         | 5,6                 | 32,6            |                         |                     |                          |                     |
| 7    | K—6              | 15,00                                     | 3,90                    | 38,2                |                 |                         | 3,3                 | 57,3                     | 1,2                 |
|      |                  |                                           |                         | 13,15               |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 26,0                    | 5,15                | 8,0             | 1,83                    | 0,02                | 1,5                      | 0,33                |
|      |                  |                                           |                         | 87,7                |                 |                         |                     |                          |                     |
| 8    | K—7              | 15,00                                     | 10,71                   | 34,3                | 53,4            | 99,5                    | 0,5                 | 82,0                     | 18,0                |
|      |                  |                                           |                         | 87,7                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 71,0                    | 11,10               |                 | 3,50                    | 0,40                | 3,01                     | 0,49                |
|      |                  |                                           |                         | 6,78                | 4,31            |                         |                     |                          |                     |
| 9    | B—1              | 15,00                                     | 13,11                   | 74,0                |                 | 90,0                    | 10,0                | 88,0                     | 12,0                |
|      |                  |                                           |                         | 45,3                | 28,7            |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 87,1                    | 74,0                |                 |                         | 2,5                 | 20,3                     | 3,2                 |
|      |                  |                                           |                         | 4,29                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 10,71                   | 0,55                | 3,74            | 9,90                    | 0,81                | 1,98                     | 7,92                |
|      |                  |                                           |                         | 29,0                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 71,0                    | 3,7                 | 25,3            | 84,0                    | 16,0                | 22,0                     | 88,0                |
|      |                  |                                           |                         | 29,0                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 13,11                   | 5,0                 |                 |                         | 13,2                | 52,8                     |                     |
|      |                  |                                           |                         | 1,89                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 87,1                    | 0,10                | 1,79            | 12,64                   | 0,46                | 12,56                    | 0,08                |
|      |                  |                                           |                         | 12,9                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           |                         | 0,7                 | 12,2            | 97,0                    | 3,0                 | 96,0                     | 4,0                 |
|      |                  |                                           |                         | 12,9                |                 |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           |                         |                     |                 |                         | 3,1                 | 83,5                     | 0,5                 |
|      |                  |                                           |                         |                     |                 |                         |                     |                          |                     |



Dalszy ciąg tablicy I.

| L.p. | Znak próby osadu | Ciężar w gramach                          | Ekstrakcje benzenem     |                     |             | Ekstrakcja wodą         |                     | Roztwarzanie w HCl (1:1) |                     |
|------|------------------|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|      |                  | ilości wagowe poszczególnych procesów w % | części nierozpuszczalne | części rozpuszczone |             | części nierozpuszczalne | części rozpuszczone | części nierozpuszczalne  | części rozpuszczone |
|      |                  | całkowita ilość w %                       |                         | straty do 240°C     | pozostałość |                         |                     |                          |                     |
| 1    | 2                | 3                                         | 4                       | 5                   | 6           | 7                       | 8                   | 9                        | 10                  |
| 10   | B—2              | 15,00                                     | 3,97                    | 11,03               |             | 3,72                    | 0,27                | 2,32                     | 1,40                |
|      |                  |                                           |                         | 1,89                | 9,14        |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 26,5                    | 73,5                |             | 88,0                    | 12,0                | 62,5                     | 37,5                |
|      |                  |                                           |                         | 12,5                | 61,0        |                         |                     |                          |                     |
| 11   | B—3              | 20,00                                     | 18,38                   | 73,5                |             |                         | 1,7                 | 15,5                     | 9,3                 |
|      |                  |                                           |                         | 1,62                |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 91,5                    | 0,86                | 0,76        | 17,85                   | 0,53                | 14,95                    | 2,90                |
|      |                  |                                           |                         | 8,5                 |             |                         |                     |                          |                     |
| 12   | B—4              | 15,00                                     | 12,48                   | 4,5                 | 4,0         | 97,5                    | 2,5                 | 84,0                     | 16,0                |
|      |                  |                                           |                         | 8,5                 |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 83,2                    | 2,2                 |             |                         | 74,7                | 14,6                     |                     |
|      |                  |                                           |                         | 2,52                |             |                         |                     |                          |                     |
| 13   | B—5              | 15,00                                     | 10,90                   | 0,06                | 2,46        | 11,62                   | 0,86                | 6,84                     | 4,78                |
|      |                  |                                           |                         | 16,8                |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 72,7                    | 0,3                 | 16,5        | 93,0                    | 7,0                 | 58,9                     | 41,1                |
|      |                  |                                           |                         | 16,8                |             |                         |                     |                          |                     |
| 14   | B—6              | 15,00                                     | 10,90                   | 4,10                | 3,91        | 10,04                   | 0,86                | 10,0                     | 0,04                |
|      |                  |                                           |                         | 27,3                |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 72,7                    | 1,3                 | 26,0        | 92,4                    | 7,6                 | 92,0                     | 8,0                 |
|      |                  |                                           |                         | 27,3                |             |                         |                     |                          |                     |
| 15   | G                | 20,00                                     | 14,36                   | 0,64                |             | 13,92                   | 0,44                | 13,82                    | 0,10                |
|      |                  |                                           |                         | 4,5                 |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 95,5                    | 1,4                 | 3,1         | 97,0                    | 3,0                 | 96,0                     | 4,0                 |
|      |                  |                                           |                         | 4,5                 |             |                         |                     |                          |                     |
| 16   | P                | 15,00                                     | 16,88                   | 3,12                | 2,25        | 16,50                   | 0,38                | 12,81                    | 3,69                |
|      |                  |                                           |                         | 15,5                |             |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 84,5                    | 4,2                 | 11,3        | 97,7                    | 2,3                 | 77,7                     | 22,3                |
|      |                  |                                           |                         | 15,5                |             |                         |                     |                          |                     |
| 16   | P                | 15,00                                     | 10,46                   | 4,54                |             | 9,37                    | 1,09                | 9,18                     | 0,19                |
|      |                  |                                           |                         | 2,72                | 1,81        |                         |                     |                          |                     |
|      |                  |                                           | 70,0                    | 30,0                |             | 89,5                    | 10,5                | 98,2                     | 1,8                 |
|      |                  |                                           |                         | 18,1                | 11,9        |                         |                     |                          |                     |
| 16   | P                | 15,00                                     |                         | 30,0                |             |                         | 7,4                 | 61,3                     | 1,3                 |
|      |                  |                                           |                         | 30,0                |             |                         |                     |                          |                     |

kapsułkę z osadem umieszcza się w suszarce ogrzanej do 105° C i suszy przez dwie godziny, tj. do stałego ciężaru. Natomiast roztwór benzenu w kolbce ekstrakcyjnej odparowuje się przez dwie godziny do temperatury 240° C, gdzie kolejno ulatnia się: benzol, toluol, pirydyna, ksylol, fenol, krezol, chinalina, a głównie naftalen. Pozostałość w kolbce po ochłodzeniu waży się i ustala ilość utraconych związków lotnych.

Części nierozpuszczalne pozostałe w gilzie ekstrakcyjnej poddaje się ekstrakcji wodą destylowaną do momentu, gdy roztwór ekstrakcyjny w aparacie Soxhleta okaże się bezbarwny. W roztworze wodnym znajdują się teraz przede wszystkim sole amonowe, żelaza i rodanki, których obecność można wykryć z łatwością.

Do jednej z trzech porcji roztworu dodaje się roztwór wodorotlenku sodu i ogrzewa; ewentualne wydzielanie się amoniaku o charakterystycznej woni wskazuje na obecność soli amonowych. Drugą porcję roztworu zadaje się paroma kroplami stężonego kwasu azotowego i lekko ogrzewa, powstałe zabarwienie krwistoczerwone potwierdza obecność soli żelaza i rodanków. Jeśli zakwaszony roztwór po zalkalizowaniu amoniakiem nie wytrącił osadu koloru czerwono-brązowego, potwierdza to brak soli żelaza. W wypadku, gdy żelaza nie wykryto, bada się trzecią porcję roztworu na rodanki przez dodanie kilku kropel chlorku żelazowego po uprzednim zakwaszeniu kwasem solnym. Zabarwienie krwistoczerwone wskazuje obecność rodanków.

Tablica II.

Wyniki jakościowej analizy osadów.

| L.p. | Znak próby osadu | R o z p o z n a n i e          |                                                                                                                      |                                                           |                                     |         |                                   |          |                  |        |
|------|------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------------|----------|------------------|--------|
|      |                  | wzrokowe                       |                                                                                                                      | węchowe                                                   | jakościowe (chemiczne)              |         |                                   |          |                  |        |
|      |                  | kolor                          | struktura                                                                                                            | zapach                                                    | sole amonowe rozpuszczalne w wodzie | rodanki | sole żelaza rozpuszczone w wodzie | siarczki | związki cyjanowe | żelazo |
| 1    | 2                | 3                              | 4                                                                                                                    | 5                                                         | 6                                   | 7       | 8                                 | 9        | 10               | 11     |
| 1    | Z                | stalowy                        | blaszkowato-krystaliczna                                                                                             | naftalenowy                                               | +                                   | +       | +                                 | +        | +                | —      |
| 2    | K — 1            | brunatno-czarny                | półpłynno-smolista                                                                                                   | benzolu, amoniaku, smoły                                  | +                                   |         |                                   |          |                  |        |
| 3    | K — 2            | rdzawo-szary                   | drobnokrystaliczna, sypka                                                                                            | słabo naftalenowy, związków siarkowych                    | +                                   | +       | +                                 | +        | +                | +      |
| 4    | K — 3            | brunatny                       | drobnokrystaliczna, miejscami grudki i płytki                                                                        | słabo naftalenowy, słabo smołowy                          | +                                   | +       | +                                 | +        | +                | +      |
| 5    | K — 4            | rdzawy                         | krystaliczna z grudkami różnej wielkości, niektóre uwarstwione z blaszkami naftalenu                                 | bardzo słabo naftalenowy.                                 | +                                   | +       | —                                 | +        | +                | +      |
| 6    | K — 5            | czarny                         | smolista z wodą i częściami stałymi                                                                                  | smołowy                                                   | +                                   |         |                                   |          |                  |        |
| 7    | K — 6            | ciemno-brunatny                | ziarnista z grudkami rdzy różnej wielkości, przepojona substancją smolistą                                           | smołowo-amoniakalny                                       | +                                   | +       | —                                 | +        | +                | +      |
| 8    | K — 7            | stalowy                        | ziarnista, częściowo w formie łusek z drobnymi płatkami naftalenu                                                    | charakterystyczny zapach gazu                             | +                                   | +       | —                                 | +        | +                | +      |
| 9    | B — 1            | rudny                          | krystaliczno-ziarnista, miejscami płytki uwarstwione                                                                 | naftalenu, amoniaku, benzenu                              | +                                   | +       |                                   | +        | +                | +      |
| 10   | B — 2            | brązowo-czarny                 | ziarnista w grudkach zmieszana z częściami smolistymi                                                                | smołowy                                                   | +                                   | —       | +                                 | +        | +                | +      |
| 11   | B — 3            | brunatny                       | ziarnista, sproszkowana                                                                                              | swoisty zapach gazu z wyróżniającym się zapachem amoniaku | +                                   | —       | —                                 | +        | +                | +      |
| 12   | B — 4            | brunatno-czarny                | ziarnista, sproszkowana                                                                                              | słaby zapach gazu                                         | +                                   | +       | +                                 | +        | +                | +      |
| 13   | B — 5            | brunatno-czarny                | drobnoziarnista, sproszkowana z większymi grudkami zbitymi uwarstwowionymi kryształkami naftalenu                    | wybitny zapach amoniakalno-naftalenowy                    | +                                   | —       | +                                 | +        | +                | +      |
| 14   | B — 6            | brunatno-rudy                  | krystaliczna, drobnoziarnista z grubymi grudkami przerośniętymi drobnymi kryształkami naftalenu                      | wybitny zapach amoniakalno-naftalenowy                    | +                                   | +       | —                                 | +        | +                | +      |
| 15   | G                | stalowo-szary, miejscami rudny | drobnoziarnista z grubymi skupieniami częściowo uwarstwowionymi, przerośniętymi kryształkami naftalenu               | amoniaku i związków siarkowych                            | +                                   | +       | —                                 | +        | +                | +      |
| 16   | P                | brązowo-rudy                   | krystaliczna z grudkami porowatymi różnej wielkości, większe wyraźnie gąbczaste, przerośnięte kryształkami naftalenu | naftalenowo-amoniakalny                                   | +                                   | +       | +                                 | +        | +                | +      |

+ oznacza stwierdzenie obecności danego składnika  
 — oznacza stwierdzenie nieobecności danego składnika



Odważoną część z pozostałości po ekstrakcji wodą, po uprzednim suszeniu przez dwie godziny w temperaturze 105° C, bada się na związki metali i cyjanki. W tym celu substancję tę zadaje się w zlewce rozcieńczonym kwasem solnym w stosunku 1:1 i pozostawia przez parę minut nieco ogrzewając (wrzenie roztworu może spowodować rozkład związków cyjanowych). W międzyczasie, w trakcie rozwarzania próbki kwasem solnym może się wywiązać siarkowodor wykryty powonieniem lub papierkiem zwilżonym octanem ołowiu, świadczący o obecności w próbce siarczzków.

Substancję stałą odsącza się, przemywa wodą, suszy (jak poprzednio w 105° C) i waży, a przesącza bada się na związki metali. Dla wykrycia np. żelaza zadaje się przesącza nadmiarem amoniaku i w obecności żelaza wytrąca się czerwono-brązowy osad wodorotlenku żelazowego. W substancji nierozpuszczonej w kwasie solnym poszukuje się teraz pochodnych cyjanowych, zbliżonych chemicznie do błękitu berlińskiego, mogących występować w osadzie przewodów gazowych pod postacią żelazocyjanoków żelazowych, podwójnych żelazocyjanoków żelazowo-amonowych lub innych związków kompleksowych. W tym celu substancję tę zadaje się gorącym ługiem potasowym, następnie chłodzi, rozcieńcza i odsącza. W końcu roztwór zakwasza się rozcieńczonym kwasem siarkowym i zadaje paru kroplami roztworu  $FeCl_3$ . W obecności związków żelazocyjanowych spostrzegamy charakterystyczny kolor błękitu berlińskiego (7).

Oprócz badania części osadu rozpuszczalnych w benzenie, w wodzie i rozcieńczonym kwasie solnym, zwrócono uwagę na cechy charakterystyczne dla poszczególnych osadów, wymienione w tablicy II.

#### Opis ilościowej analizy osadów

Część oznaczeń analitycznych przeprowadzono bezpośrednio z próbki osadu powietrzno-suchego (patrz rys. 2), a wyniki odrębnie umieszczono w tablicy III. Zestawienie to zawiera ilościowe określenia najważniejszych składników i cech badanych osadów. Jak wiadomo, głównym i pospolitym ich składnikiem jest rdza oraz siarka (związki siarkowe).

W naszej pracy przeprowadzono oznaczenia żelaza bez wyodrębnienia jego wartościowości w następujący sposób: odważa się około 1 g osadu, zadaje stężonym kwasem solnym i odparowuje dwukrotnie do suchości. Następnie dodaje się gorącej wody destylowanej i sączy. Przesącza z dodatkiem roztworu chlorku amonu ogrzewa się do 80° C i zadaje amoniakiem. Po przesączeniu, wysuszeniu sączka z osadem i spalaniu sączka, praży się osad w tygielku porcelanowym do stałej wagi.

Oznaczona przez nas siarka całkowita, w której skład wchodzi siarka elementarna, siarczki, tiosiarczki, siarczany, tiosiarczany, rodanki, tiofeny, merkaptany i inne, obejmuje najbardziej agresywne związki przyspieszające korozję. Siarkę całkowitą oznacza się metodą Eschki, pospolicie stosowaną przy analizie węgla.

Trzecią z kolei ważną cechą osadu jest jego charakter chemiczny oznaczony przez nas kolorymetrycznie za pomocą uniwersalnego indykatora pH w następujący sposób: pobraną część próbki osadu powietrzno-suchego rozciera się w moździerzu porcelanowym, następnie odważa 100 g, zadaje wodą destylowaną (chemicznie obojętną, tj.  $pH = 7$ ) w ilości 250 g i przez jedną godzinę miesza się za pomocą mieszadła elektrycznego. Po upływie tego czasu pozostałość dekantuje się, przesącza, pobiera 2 ml klarownego roztworu do próbowki i zadaje dwiema kroplami indykatora.

Powstałe ustalone zabarwienie porównane ze skalą barw indykatora pozwala określić  $pH$  roztworu zawierającego niektóre związki osadu. Rozpuszczalne w wodzie sole amonowe zawierają węglan — chlorek — siarczek — siarczan — tiosiarczan — rodanek — żelazocyjanek amonu i inne. W osadzie występuje również wolny amoniak. Do oznaczania tych soli i wolnego amoniaku odważa się około 7 g próbki osadu powietrzno-suchego roztartego w moździerzu, zadaje się 200 g wody i miesza przez pół godziny w temperaturze pokojowej. Oznaczanie soli amonowych oparto na znanej metodzie, w której, po zadaniu odważonej próbki osadu ługiem potasowym i destylacji w specjalnym urządzeniu (porównaj metodę Kjeldahla), pochłania się uwolniony amoniak w 0,1 normalnym kwasie solnym i miareczkuje ługiem nadmiar kwasu.

Pozostałe oznaczenie podane w tablicy III, tj. straty ciężaru po ogrzaniu w temperaturze 105° C w suszarce przez dwie godziny, jest również charakterystyczną cechą osadu. Niestety nie określa ono szczegółowo składnika utleniającego

Tablica III. Wynik ilościowej analizy osadów

| Lp. | Znak próbki osadu | pH   | Strata ciężaru po 2 godz. w temp. 105°C w % | Żelazo w % | Siarka całkowita w % | Sole amonowe rozpuszczone w wodzie przeliczone na $NH_3$ w % |
|-----|-------------------|------|---------------------------------------------|------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1   | 2                 | 3    | 4                                           | 5          | 6                    | 7                                                            |
| 1   | Z                 | 10,0 | 96,8                                        |            | 7,12                 | 0,18                                                         |
| 2   | K — 1             | 6,0  |                                             |            | 8,47                 | 0,16                                                         |
| 3   | K — 2             | 7,5  | 1,7                                         | 28,0       | 33,07                | 0,32                                                         |
| 4   | K — 3             | 7,0  | 5,6                                         | 25,4       | 26,52                | 0,21                                                         |
| 5   | K — 4             | 6,5  | 4,1                                         | 22,45      | 22,41                | 0,43                                                         |
| 6   | K — 5             | 7,0  | 6,1                                         |            | 7,36                 | 0,13                                                         |
| 7   | K — 6             | 6,5  | 18,4                                        | 6,68       | 17,59                | 0,27                                                         |
| 8   | K — 7             | 8,0  | 0,4                                         | 38,69      | 26,62                | 0,26                                                         |
| 9   | B — 1             | 5,5  | 2,2                                         | 45,25      | 8,17                 | 0,32                                                         |
| 10  | B — 2             |      |                                             |            | 8,33                 |                                                              |
| 11  | B — 3             | 7,0  | 6,9                                         | 47,93      | 2,77                 |                                                              |
| 12  | B — 4             |      |                                             | 42,36      | 6,19                 | 0,32                                                         |
| 13  | B — 5             | 5,5  | 5,7                                         | 33,96      | 15,69                |                                                              |
| 14  | B — 6             | 8,0  | 1,8                                         | 46,30      | 8,48                 | 0,14                                                         |
| 15  | G                 | 8,5  | 5,8                                         | 38,84      | 14,82                | 0,30                                                         |
| 16  | P                 | 6,0  | 2,6                                         | 25,30      | 8,12                 | 0,38                                                         |

się, którym może być woda higroskopijna, krystaliczna, pary benzenu, zaadsorbowane gazy itp.

#### Wynik analizy osadów

Na podstawie analizy 16 osadów i porównywania ich wyników można by doszukać się dużych podobieństw między nimi, co skłania nas do ujęcia ich w pewne grupy.

Na wstępie tej pracy wspomnieliśmy o przebiegu i miejscu powstawania osadów, przy czym wyróżniliśmy osad powstający wybitnie na skutek korozji żelaza (tlenki żelaza), odmienny od osadu powstałego z kondensacji lub wzajemnego chemicznego oddziaływania na siebie, często wtórnego, zanieczyszczeń gazu (woda, naftalen, smoła, siarka). Często spotyka się te dwa typy osadów wymieszane i trudno jest wyodrębnić je, lecz kolor, struktura i zapach mogą ułatwić i zdecydować rozpoznanie.

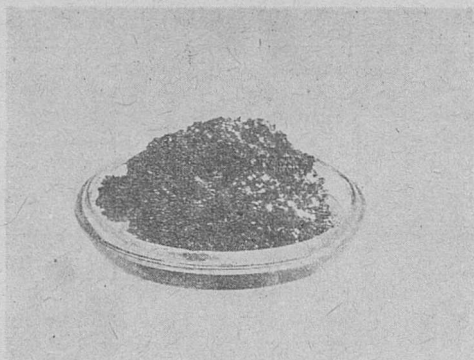
Duże zawartości np. naftalenu w osadzie pozwalają go nazywać „naftalenowym“, włączyć go do pewnej grupy, tj. wyodrębnić od innych osadów o innych charakterystycznych cechach. Analizowany osad „Z“ jest typowym osadem naftalenowym, zawierającym ok. 90% naftalenu ze wskaźnikiem charakteru alkalicznego  $pH = 10$ , małe ilości siarki i minimalne zawartości soli amonowych rozpuszczalnych w wodzie. Straty ciężaru przy ogrzaniu do 105° C stanowiły ponad 90%.

Próba „Z“ pobrana została z rurociągu gazowego czynnego około 5 lat, w odległości ok. 1 km od koksoowni. W okresie tym zawartość naftalenu w ziemie ważyła się od 10 do 15 g/100 m<sup>3</sup> gazu, w lecie zaś średnio 70 g, tworząc warstwę osadu grubości 20 mm.

Charakterystycznym osadem ze względu na dużą zawartość smoly, wyróżniającym się barwą i strukturą, jest osad smolisty. W naszych próbkach można do tej grupy zaliczyć



Rys. 3. Próbką osadu „Z“ struktury krystaliczno-blaszkowatej



Rys. 4. Próbkę osadu „K-1” struktury półpłynno-smolistej

osad „K-1” z zawartością około 51% smoły, z małymi ilościami soli amonowych rozpuszczalnych w wodzie i siarki. Podobnymi do powyższego są „B-2” o zawartości około 61% smoły oraz „K-5” z 53,4% smoły i olejów ciężkich.

Próbkę osadu „K-5” pobrano z rurociągu gazowego o średnicy 300 mm w odległości około 500 m od gazowni i 50 m od odwadniacza. Rury doskonale zachowały swą powierzchnię, tak iż po oczyszczeniu z osadu wewnętrznego będą nadal nadawały się do użytku. Zakopane w ilastym gruncie przez 60 lat nie doznały do dnia dzisiejszego uszkodzeń od korozji zewnętrznej. W niektórych tylko miejscach widoczne były gniazda rdzy z głębszymi wżerami.

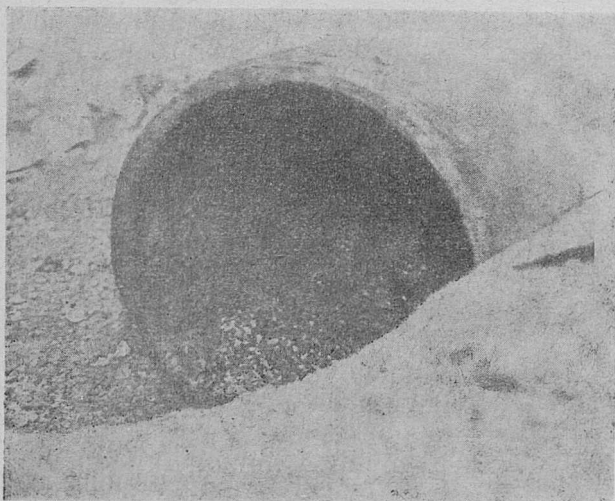
Trzecią charakterystyczną grupę stanowią osady wyraźnego pochodzenia korozyjnego o dużej zawartości tlenków żelaza. Kolor brązowy, względnie stalowy, zależny od ilości danych soli żelaza (kolor jasnobrązowy powstaje na skutek hydrolizy tworzącego się koloidalnego wodorotlenku żelazowego), jest główną oznaką rozpoznawczą tej grupy.

Osad taki tworzy zbitą luskowatą warstwę, czasem sypką lub w grudkach. Często widoczne są w osadzie blaszki nadtalenu i ziarna elementarnej siarki powstałej przez redukcję związków siarkowych w obecności żelaza metalicznego lub gazów redukujących.

Dla przykładu można zaliczyć do tej grupy osad „B-3” o zawartości 47,93% Fe, co daje 61,67% FeO lub 68,53% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Osad ziarnisty, sypki, koloru brązowego, o charakterze chemicznie obojętnym, poddany ekstrakcji benzenem pozostawia 91,5% części nierozpuszczalnych. W wodzie prawie nie rozpuszcza się, w kwasie solnym tylko 14% (patrz tablice: I, II, III).

Inne osady żelaziste, jak „B-1”, „B-4” są do siebie podobne strukturą, składem chemicznym i pochodzeniem. Jedynie osad „K-7” mogący być zaliczony do grupy żelazistych posiada w odróżnieniu od poprzednich dużo siarki i jest alkaiczny. Poza tym rozpuszcza się w rozcieńczonym kwasie solnym w 52,8%, czego nie spotyka się w żadnym dotychczas badanym przez nas osadzie.

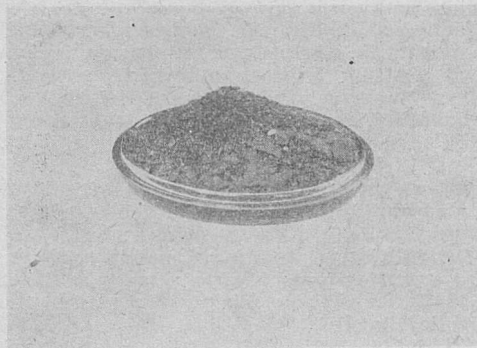
Osad „B-3” wyjęto z zewnętrznie mocno skorodowanej czarnej rury stalowej nieizolowanej, przechodzącej z ulicy



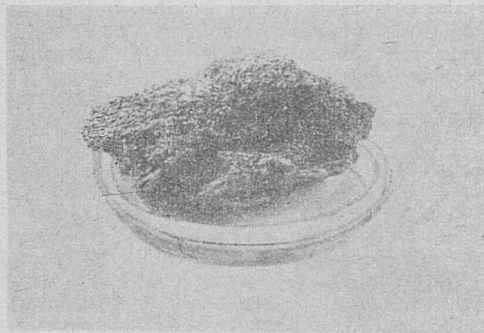
Rys. 5. Widok osadu smolistej w rurociągu gazowym

przez fundament do budynku mieszkalnego z końcówką 6/4 cali. Badany wycinek całkowicie zatkanej rury znajdował się w piwnicy na wysokości 0,7 m od podłogi, w odległości 3 cm od muru. Okres eksploatacji rurociągu sięga około 40 lat.

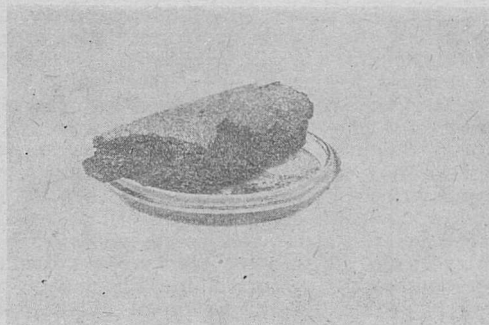
Podobne pochodzenie ma osad „B-1” pobrany w odległości 900 m od gazowni, ze stalowej instalacji domowej o przekroju 6/4 cala. Okres eksploatacji określa się na 40–50 lat. Rurociąg nie jest skorodowany i po oczyszczeniu może być nadal używany. Osad zaś „B-4” pochodzi z rurociągu domowego o przekroju 5/4 cala, eksploatowanego około 30 lat. Osad „K-7” pobrano z wewnętrznej instalacji laboratorium gazowni z trójnika 5/4 cala, założonego w roku 1935, a więc znacznie później od powyżej wymienionych.



Rys. 6. Próbkę osadu „G” struktury ziarnisto-sypkiej



Rys. 7. Próbkę osadu „P” struktury porowato-gąbczastej



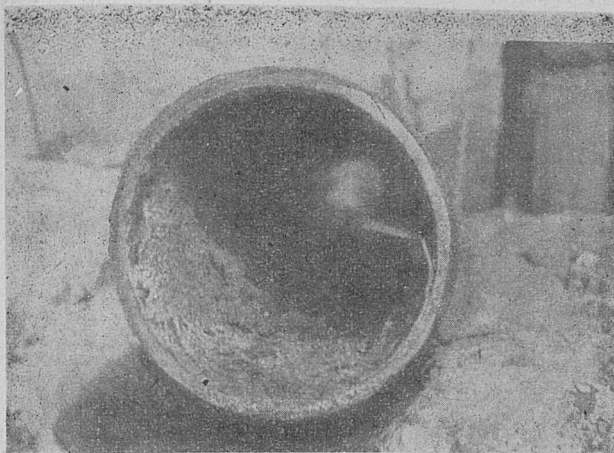
Rys. 8. Próbkę osadu „B-5” struktury drobnoziarnisto-warstwowej

Osady siarkowe, tj. z dużymi ilościami siarki, są rzadziej spotykane i trudniej wzrokowo rozpoznawalne. Jedynie chemiczna analiza może dowiedzieć o właściwym przydziale grupy. Jako przykład osadu siarkowego może posłużyć próbka „K-2” z zawartością 33% siarki całkowitej i 28,0% Fe.

Metryka rurociągu z osadem „K-2” nie jest nam bliżej znana. Możemy tylko powiedzieć, że rury były stalowe, zakopane w glinie, a obok przechodziła linia tramwajowa. Przewody gazowe były najprawdopodobniej pod działaniem prądów błądzących, co przyczyniło się niezawodnie do tak dużej ilości siarki, powstałej z redukcji związków siarkowych według ogólnego równania:







Rys. 9. Widok osadu krystalicznego uwarstwionego w rurociągu gazowym

### Wnioski

W wyniku działania korozji wewnątrz rurociągu gazowego, przy współdziałaniu gazów i par omawianych w pierwszej części pracy, powstaje osad najczęściej spotykany, tj. typu żelazistego. Jego ilości żelaza świadczą o stanie przebytej korozji i czasie jej działania (porównaj osad „B-1”, „B-3”, „B-4”, „K-7”). Szczegółowa analiza takiej rdzy z uwzględnieniem procentowych ilości jej składników o różnym stopniu utlenienia oraz domieszek związków różnych pierwiastków często uwarstwionych pozwoliłaby odtworzyć historię jej powstawania.

Gniazda siarki powstałe w rurociągu gazowym oraz jej sole układają się z biegiem czasu w warstwy, z których przekroju wyczytać można stężenie gazowych związków siarkowych w okresie tworzenia się osadu. Oddzielne oznaczenia siarki popiołowej, lotnej i parytowej miałyby duże znaczenie w rozwiązywaniu genezy osadu, lecz taka analiza należy do tematu dalszych studiów.

Chemiczny charakter osadu ogromnie wpływa na czynniki korodujące przy tworzeniu się rdzy i innych zanieczyszczeń rurociągu. Szczególnie budzi obawę wskaźnik pH osadu poniżej liczby 7. Wskazuje to na duże stężenie jonów wodorowych korzystne dla korozji przy ciągłym dopływie znacznej ilości tlenu. Nadmiar wodoru nie wchodzi w reakcję podczas nieobecności jonów tlenowych i tworzy polaryzacyjną war-

stewkę obniżającą potencjał katody ogniwa, hamując w ten sposób proces korozji.

Podczas ekstrakowania próbki osadu wodą oznacza się jego części rozpuszczalne, stanowiące podstawowy składnik korozyjnego mikroogniwa. Roztwór ten, tj. elektrolit, posiada również sole amonowe przez nas oznaczane. Jego stężenie jonowe, szybkość ruchu cząsteczek w elektrolicie polepsza przewodnictwo elektryczne w procesie korozji.

Rozpatrując wyniki analizy spostrzeżono, że na ich podstawie można zdecydować, które elementy palnej mieszanki gazowej są niepotrzebne, tzn. należy je usunąć, względnie doprowadzić do minimum.

Ogólne wskazówki dla wytwórni gazu, zmierzające do zmniejszenia działań korozyjnych w przewodach gazowych, są następujące: należy dokładnie oczyszczać gaz z siarkowodoru, amoniaku, smoły i naftalenu. Ważne jest należyte chłodzenie gazu, a pożądane usuwanie pary wodnej także innymi sposobami. Warunki polepszyłyby się, gdyby z gazu usuwano tlenek azotu, powodujący powstawanie gumowatych żywic oraz organiczne związki siarkowe.

Poza tym na podstawie składu analitycznego osadu można obrać właściwy rozpuszczalnik spreparowany z odczynników działających odpowiednio do proporcjonalnych ilości poddanych rozpuszczeniu składników osadu.

Na podstawie wyników analizy można wreszcie utworzyć masę izolującą i chroniącą przed korozją wewnętrzne ściany rurociągu gazowego z odpowiednimi substancjami odpornymi na działanie poszczególnych składników osadu. Zagadnienie to jest przedmiotem naszych dalszych badań.

### Literatura

1. Nawara L. „Elementy korozji wewnątrz rurociągów gazowych” — Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1953, Nr 11, str. 321.
2. Skorzieliński W. W., Tukaczinski S. E. „K woprosu o korozji metaliow w atmosfierie, pri otnositelnozi wiaznosti nize 100%” — Żurnal Prikladnoj Chimii 1953, Nr 1, str. 30.
3. Bunte K., Struck P. „Beschaffenheit und Ursachen der Rostablagerungen in Rohrleitungen” — Das Gas- und Wasserfach 1932, Nr 5, str. 87.
4. Bunte K. „Korrosion und Neustoffe in der Gaswirtschaft” — Das Gas- und Wasserfach 1939, zesz. 31, str. 558.
5. Obidowicz L. „Zanieczyszczenia gazociągów i sposoby usuwania z nich osadów” — Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1948, Nr 3, str. 82.
6. Gisen M. F. „Examen non destructif des conduites de transport de gaz par la méthode des irradiations” — Journal des Usines à Gaz 1953, Nr 1, str. 6, Nr 2, str. 46.
7. Czaplicka J. „Chemiczne badanie osadów z gazociągów i instalacji gazowych” — Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1939, Nr 4, str. 150.

Mgr inż. MARIAN FAŁĘCKI  
Centralne Laboratorium Gazownictwa

## Uwagi nad przyczynami korozji wewnętrznej przewodów gazowych

Problem korozji w przemyśle gazowniczym jest poważny i wydaje się, że powinien być ujmowany zarówno przez zakłady produkujące gaz, jak też przedsiębiorstwa zajmujące się jego rozprowadzaniem z jednoczesnym przedyskutowaniem przyczyn i osiągnięć przez oba zainteresowane czynniki.

Jednym z najważniejszych zagadnień w tym problemie jest bezwzględnie sprawa korozji sieci gazowej podziemnej.

Przy omawianiu i analizie korozji przewodów gazowych zawsze wysuwana jest na pierwsze miejsce korozja zewnętrzna przewodów oraz sposoby jej zwalczania. Korozja wewnętrzna przewodów jest na ogół mniej analizowana, a skutki jej, jako mniej dostrzegalne, nie zawsze znajdują zrozumienie tak u producenta gazu, jak też u rozprowadzającego gaz.

Wydaje się jednak, że oba zjawiska korozji powinny być traktowane równocześnie i równorzędnie jako mające decydujący wpływ na trwałość rurociągu.

W praktyce, specjalnie przy obsłudze sieci, bardzo często widzi się jedynie skutki korozji zewnętrznej przewodu, a zapomina się, że poza czynnikami zewnętrznymi istnieją rów-

nież przyczyny powodujące korozję wewnętrzną, na które należy zwracać uwagę zakładom produkującym gaz, aby jakość produkowanego gazu nie odstępowała od składu określonego normą.

Właściwe zainteresowanie tym, co się dzieje wewnątrz przewodu powstaje praktycznie dopiero wtedy, gdy następuje zatkanie lub zawężenie przewodu, a odbiorca pozbawiony jest gazu. W takich przypadkach z reguły winę zatkania przewodu przypisuje się przeważnie powstaniu tradycyjnego osadu — naftalenu.

Że tak nie jest w rzeczywistości, wykazały analizy osadów, przeprowadzone przez Oddział Krakowski Centralnego Laboratorium Gazownictwa. Stwierdzono, że w osadach zawartość żelaza w postaci tlenków wynosi około 40%. Inne składniki to związki siarki, substancje smołowcowe i żywiczne i wreszcie naftalen.

Powstanie tak dużych ilości związków żelaza w osadach było prostą konsekwencją jakości gazu, która spowodowała wewnętrzną korozję przewodu gazowego.

Nie pomniejszając zagadnienia korozji zewnętrznej rurociągów zakopanych w ziemi musimy bezwzględnie zwrócić

bacniejszą uwagę na przyczynowość korozji wewnętrznej rurociągów, ponieważ jest ona możliwa do opanowania u samego źródła, to jest w zakładach produkujących gaz.

Sieć rozprowadzająca gaz nie możemy traktować wyłącznie tylko jako środek transportu gazu. Z punktu widzenia gospodarki narodowej musimy uważać ją również jako wielką zbiornicę stali, która z każdym rokiem narasta i narastać będzie do chwili, gdy tworzywo metalowe, z którego produkowane są przewody gazowe i inne nie zostanie zamienione na bardziej odporne na zniszczenie w tych samych warunkach eksploatacji.

Wydaje się jasne, że przewody podziemne, na których produkcję zużywane są olbrzymie ilości stali, muszą być chronione z zastosowaniem wszelkich możliwych środków i sposobów, aby zmniejszanie ich wartości technicznej i użytkowej ograniczało się do przyczyn wyraźnie obiektywnych.

W obliczeniach ogólnych przyjmuje się, że średnie straty ponoszone na skutek korozji wynoszą ca 2% rocznie (1). Jak wielkie zatem są straty materiałowe w ogólnej gospodarce narodowej, gdy się uwzględni, że sieć rurociągów mierzymy tysiącami kilometrów. Ubytki powstałe na skutek korozji to bezwzględne straty materiałowe, straty bezpowrotnie, które muszą być uzupełniane nowym surowcem, w dodatku importowanym.

Trudno powiedzieć, jaki procent strat w sieci przypada u nas na skutek zniszczeń powstałych dzięki działaniu korozji, warto jednak przytoczyć, że ubytki roczne spowodowane korozją samych rurociągów podziemnych w USA w r. 1935 wynosiły ca 140 milionów dolarów (1).

Warto również zauważyć, że ze stratami materiałowymi związane są również dodatkowe koszty robocizny, o których się najczęściej nie mówi, bądź też nie bierze się ich pod uwagę wysuwając na pierwszy plan straty materiałowe.

Szeroko rozpoczęta walka o obniżkę kosztów produkcji przez cały naród, przez wszystkie gałęzie przemysłów zobowiązuje również i nasz przemysł gazowniczy do usprawnienia naszej pracy oraz obniżenia kosztów robocizny i mniejszego zużycia materiałowego zgodnie z nakazem II Zjazdu PZPR.

W naszej analizie pragniemy zwrócić uwagę na zagadnienie korozji wewnętrznej rurociągów, która swą przyczynowość znajduje przede wszystkim w samym gazie, w jego składnikach, a na którego jakościowy i ilościowy skład ma bezwzględny wpływ zakład produkujący. Składnikami gazu działającymi niszcząc na przewody stalowe są:  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $HCN$ ,  $CO_2$ , organiczne związki siarki,  $NO$  oraz składniki o szczególnym działaniu, jak tlen i para wodna.

Pierwsza grupa związków, a więc  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $HCN$ ,  $CS_2$ ,  $NO$ ,  $CO_2$  oraz organiczne związki siarki, w stanie gazowym, nie są zbyt groźne, o ile pozbawione są tlenu, a przede wszystkim pary wodnej i wody. Ich niszczące działanie na metal praktycznie zaczyna się z chwilą powstania roztworów wodnych, a więc na skutek zmiany ich własności fizykochemicznych oraz przejścia w stan jonowy. Inaczej możemy powiedzieć, że ich zdolność korodująca zależy od zawartości pary wodnej w gazie przy przejściu do sieci oraz od ilości wody skroplonej znajdującej się w przewodach. Im większa ilość pary wodnej w gazie, tym większa ilość wody skroplonej w przewodach, tym lepsze warunki dla powstawania korozji wewnątrz przewodu (2).

Według badań przeprowadzonych przez I. S. Szklowskiego (3) suchy siarkowodor w temp. pokojowej jest czynnikiem słabo korodującym. Stopień korozji dla  $Mg$ ,  $Pb$ , stal 18 — 8,  $Al$ ,  $Zn$ ,  $Ni$ ,  $Cu$ , żelaza jest nieznaczny, przy czym szybkość korozji z czasem spada do 0. Odporność tych metali na działanie suchego  $H_2S$  objaśnia się tym, że w środowisku suchym, całkowicie pozbawionym wilgoci, może mieć miejsce tylko proces korozji chemicznej. W takich warunkach powstaje na powierzchni metalu warstewka ochronna z produktów korozji, która broni metal przed dalszym działaniem agresywnego czynnika.

Procesy natury elektrochemicznej nie mają wtedy miejsca. Obecność wilgoci natomiast zwiększa korodujące działanie  $H_2S$ , przy czym niejednokrotnie w stosunku do wszystkich metali. Praktycznie w tych warunkach odporne są  $Zn$ ,  $Pb$ , stal 18—8,  $Al$ , nawet w przypadkach maksymalnego nasycenia wilgocią. Nieodporne okazały się żelazo i magnez.

W innym przypadku ten sam badacz (4) przeprowadził doświadczenia z mieszaniną  $H_2S$  i powietrza o różnym stopniu wilgotności, przy czym stwierdził on, że obniżenie temperatury i skraplanie pary wodnej najlepiej sprzyjało rozwojowi korozji.

Z podanych składników gazu o własnościach korodujących,  $H_2S$ , związki cyjanowe,  $SO_2$ ,  $NH_3$  są usuwane przez gazownie, tym samym ich działanie niszczące zostaje pomniejszone i ograniczyć się powinno wyłącznie do pewnej ilości urządzeń i przewodów, które łączą piecownię z oczyszczalnikami, zatem przedmiotem ich agresji będą urządzenia wewnętrzzakładowe. Oczywiście jest, że nie otrzymamy gazu tak idealnie oczyszczonego, by nie zawierał on drobnych ilości składników działających korodująco.

Dopuszczalna ilość tych zanieczyszczeń w gazie użytkowym jest różna, a normy różnych krajów określają tę ilość w ściśle określonych granicach.

Według norm radzieckich (5) ilość  $NH_3$  nie powinna przekraczać 2 gr w 100  $Nm^3$ , normy szwajcarskie ograniczają (6)  $NH_3$  do 1 gr, w 100  $Nm^3$ , związków cyjanowych 2—3 gr w 100  $Nm^3$ , organicznych połączeń siarki 15—20 gr w 100  $Nm^3$ , przy czym gaz nie powinien zawierać zupełnie  $SO_2$  i dawać negatywne reakcje na  $H_2S$ . W Niemczech ogranicza się zawartość  $NH_3$  do 0,5 gr w 100  $Nm^3$ ,  $O_2$  do 0,5% obj. oraz składników niepalnych łącznie ( $CO_2 + N_2$ ) do 12% objętości. W Czechosłowacji norma przewiduje  $NH_3$  do 0,3 gr w 100  $Nm^3$ ,  $O_2$  do 0,5% obj. oraz związków organicznych siarki do 25 gr w 100  $Nm^3$  (7).

Polska norma (8) ogranicza zawartość  $NH_3$  do 0,5 gr w 100  $Nm^3$ ,  $H_2S$  do 2 gr w 100  $Nm^3$ .

Nieco inaczej przedstawia się normalizacja innych składników gazu, a mianowicie  $CO_2$ ,  $O_2$  i pary wodnej.

Według angielskich norm (6)  $CO_2$  nie powinno przekraczać 3% obj., wg belgijskich 4% obj., a francuskich 5% obj. Dopuszczalne ilości tlenu wahają się w granicach od 0,2—0,5% obj.

Poza tym wiele zakładów prowadzi odwilgacanie gazu, które np. w Anglii (9) jest stosowane na bardzo szeroką skalę.

Norma polska (8) ustala zawartość tlenu do 0,8% obj., a ilość  $CO_2$  włącza do ogólnej ilości składników niepalnych ( $N_2 + CO_2$ ) z ograniczeniem do 20% obj.

Jeżeli się weźmie pod uwagę, że do gazu stosowane są zbiorniki mokre, tym samym ilość pary wodnej, jaka znajduje się w gazie przy przejściu do sieci automatycznie jest duża, gdyż nie stosuje się żadnych sposobów odwilgacania gazu poza zbiornikiem. Wniosek stąd prosty, że ilość gromadzącej się wody w sieci będzie wystarczająca, aby stworzyć dobre warunki do powstawania korozji wewnątrz przewodu.

Kontrola techniczna nie ma rozpoznania wilgotności gazu, ponieważ nie są stosowane żadne ograniczenia ilościowe. Wydaje się jednak, że słuszne byłoby przeprowadzać kontrolne badania ilościowe wilgotności gazu w zależności od pory roku oraz przeprowadzanie analiz skroplonej wody i jej zdolności agresywnej w oparciu o jej skład. Zapobieganie przyczynom korozji wewnętrznej przez eliminację agresywnych składników gazu osiągnie efekty tylko wtedy, gdy jednocześnie pomniejszymy zawartość tlenu i pary wodnej w jego składzie.

Dotychczas nie stosujemy skutecznych środków izolacyjnych antykorozyjnych wewnątrz przewodów. Sprawa wyboru takiego środka też jest dosyć kłopotliwa, o ile uwzględnimy, że w skład gazu wchodzi bardzo dobre rozpuszczalniki organiczne jak benzen i jego pochodne, które nawet przy stosowaniu tworzyw sztucznych jako osłon mogą być dużą przeszkodą w ich użyciu.

Dlatego też każde pomniejszenie ilości  $O_2$ , pary wodnej i  $CO_2$ , poza pełną eliminacją innych składników agresywnych gazu jak  $H_2S$ ,  $NH_3$  itd., będą to natychmiastowe sukcesy poszczególnych zakładów produkujących gaz w walce z korozją sieci, w walce o przedłużenie jej użyteczności, a tym samym pomniejszenie kosztów produkcji tak po linii zużycia materiałów, jak kosztów robocizny koniecznej na remonty.

Widać z tego wyraźnie, że korozja wewnętrzna rurociągów gazowych jest związana bezpośrednio z produkcją gazu. Powstaje jednak pytanie, czy nie należałoby zwrócić uwagę na możliwość pomniejszenia wilgoci gazu idącego ze zbiornika do rurociągu, stosując dodatkowe urządzenia osuszające gaz? Wiąże się to oczywiście z wydatkowaniem pewnych i to dość dużych sum na dodatkowe instalacje. Jednak w konsekwencji pozwoliłoby to na sprawniejszą pracę rurociągów oraz na przedłużenie ich użytkowania, a także zmniejszenie kosztów na remonty.

Musimy ciągle mieć na uwadze, że wartość tworzywa opartego na żelazie w naszej gospodarce socjalistycznej rosnąć będzie z każdym rokiem ze względu na wielką ilość jego zużycia oraz konieczność stosowania jako materiału konstrukcyjnego.

Nasze zamierzenia gospodarcze, wielki rozwój przemysłu



i jego budowy wymagające żelaza i stali jednocześnie zmuszają do szukania wszelkich dróg, by ich zużycie było jak najbardziej oszczędne, tym bardziej, że nasza własna baza surowcowa jest niewystarczająca na zaspokojenie naszych potrzeb.

#### Literatura.

1. Borowski J. Korozja. „Horyzonty Techniki” str. 55, Nr 2, 1950 r.
2. Popow. „Transport niefti, nieftieproduktow i gaza”, str. 55, Nr 2, 1950 r.
3. Szklowski I. S. „Korozja metali w sredle suchogo i wlażnego sierowodoroda. „Issledowanija po korrozii metali” Nr 1, 1951, Moskwa A. N. SSSR.

4. Szklowski I. S. Korozja metali w smiesi wozducha s sierowodorodami i w rastworie sierowodoroda. „Issledowanija po korrozii metali”. Nr 1, 1951 r. Moskwa A. N. SSSR.
5. Staśkiewicz N. Ł. i inni. Gazoprowody i normy gazopotreblenija „Gazosnabżenije gorodow” tom III, str. 16 Moskwa 1952.
6. La corrosion interne et la corrosion externe des canalisations. Monatsbull. Schweiz. Verein Gas u. Wasserfachwärmen Nr 1, 1953 r.
7. F. Perna i R. Riedel Plynärenstvi 1952 r.
8. P.N.C. — 04754 Gaz miejski — Wymagania techniczne PKN 1952 r.
9. Riedel R. „Urządzenia i ruch gazowni” tłum. polskie PWT 1952, str. 251.

Prof. dr JAN WIERZBICKI

## Wykorzystanie składników pokarmowych ścieków miejskich w stawach rybnych

Oczyszczanie wód ściekowych w stawach rybnych wyróżnia się licznymi zaletami: stosunkowo mała powierzchnia stawów pozwala wody te w prosty i mało kłopotliwy sposób oczyścić w bardzo dobrym stopniu; 1 ha stawów może przyjąć 200—400 m<sup>3</sup> ścieków na dobę (1), tj. od około 2000—4000 mieszkańców, a równocześnie może być uzyskany wysoki przyrost ryb, wynoszący przeciętnie 500 kg (2).

W 1938 r. w Niemczech 12 miast, o ludności około 1 miliona, oczyszczają swoje wody ściekowe w stawach rybnych. Monachium od 1927 roku oczyszcza swoje ścieki z kanalizacji ogólnospławnej, od około 600 000 mieszkańców, przy odpływie, w czasie pogody, wynoszącym 2,9 m<sup>3</sup>/sek., w stawach rybnych o ogólnej powierzchni 233 ha zalewu. Ścieki, po oczyszczeniu mechanicznym w osadnikach, rozcieńczane są wodą rz. Izary w stosunku 1:3—1:5 (3).

Wysokość obciążenia stawów miejskimi wodami ściekowymi zależy od charakteru tych wód, przede wszystkim od BZT<sub>5</sub> i potrzebna powierzchnia stawów, dla danej objętości ścieków, może być obliczona na tej podstawie (4).

Ze względu na możliwość oczyszczania znacznej objętości ścieków na powierzchni 1 ha (do 400 m<sup>3</sup> na dobę), wysokość dochodu z jednostki powierzchni stawów nawadnianych wodami ściekowymi jest większa niż przy użytkowaniu tych wód do nawadniania upraw rolnych. Natomiast wykorzystanie składników pokarmowych ścieków miejskich dostarczanych w poważnych ilościach (np. przy normie 250 m<sup>3</sup> na dobę — 14,5 ton składników pokarmowych rocznie na 1 ha, jak podaje tabl. 1) jest nieznaczne i przy uwzględnieniu cen obecnych zawiera się w granicach 5—10%, najczęściej 8%. Jest to wartość pożytecznego wykorzystania, wyrażającego się w przyroście wagi ryb odławianych w stawach zasilanych wodami ściekowymi, jak to poniżej zostało przedsta-

wione w tabl. 2. Wykorzystanie składników pokarmowych przez drobną i grubszą florę i faunę, z wyłączeniem ryb użytkownych, jakkolwiek dosyć znaczne, nie jest brane pod uwagę.

Miejskie wody ściekowe, zawierające przeciętnie 90 g azotu ogólnego, 60 g K<sub>2</sub>O i 25 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w 1 m<sup>3</sup>, w przypadku użytkowania w stawach rybnych, muszą być wstępnie oczyszczone, co wiąże się z zubożeniem tych wód wynoszącym około 10% w związkach azotu i potasu oraz 25% — w związkach fosforu. Ścieki po oczyszczeniu wstępnym zawierają zatem będą: 81 g N ogólnego, 54 g K<sub>2</sub>O i 19 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w 1 m<sup>3</sup>.

Równowartość tych składników w sztucznych nawozach mineralnych została przedstawiona w tabelicy 1.

Odpowiednio przy normie 350 m<sup>3</sup> ścieków na dobę 1 ha stawów otrzyma 81,0 t wyżej podanych nawozów o wartości 66 968 — zł.

W dobrze prowadzonym gospodarstwie stawowym, zasilanym odpowiednio rozcieńczonymi wodami ściekowymi, w środkowo-europejskich warunkach klimatycznych, dla roku o przeciętnym nasłonecznieniu i ciepocie, przyrost netto, tj. po odliczeniu wagi zarybienia wynoszącego 15—20% wagi ryb odłowionych, wynosi około 500 kg karpi, a niekiedy i linów. Od podanego wyżej przyrostu 500 kg/ha, dla określenia przyrostu uzyskanego dzięki zastosowaniu wód ściekowych do nawadniania stawów, należy odjąć przyrost naturalny, zależny przede wszystkim od żyzności gleby stawów oraz wody użytej do nawadniania. Biorąc pod uwagę niską wartość przyrostu naturalnego = 100 kg/ha, przyrost netto na skutek użycia ścieków wyniesie 400 kg/ha. Przyrost ten dla karpi o wadze 0,6—1,0 kg sztuka, przy cenie 10 zł/kg loco grobla, przy odłowieniu jesiennym, wyraża się wartością 4000 — zł.

Waga odłowu, netto 500 kg ryb z 1 ha, prawie nie zależy od obciążenia stawów ściekami (w granicach 200—400 m<sup>3</sup> ścieków na dobę i 1 ha stawu), natomiast waha się w dosyć szerokich granicach zależnie od przebiegu pogody w danym roku: nasłonecznienia i ciepłoty w okresie marzec—październik.

Wartość przyrostu ryb dzięki nawadnianiu ściekami (= 4000 zł/ha), w stosunku do wartości składników pokarmowych zawartych w ściekach, a wyrażonych w sztucznych nawozach mineralnych, podaje tabl. 2.

Tablica 2. Wartość procentowa przyrostu ryb w stawach nawadnianych ściekami. przy różnym obciążeniu

| Obciążenie na dobę 1 ha stawu ściekami w m <sup>3</sup> | Równowartość składników pokarmowych wyrażona w sztucznych nawozach miner. w zł. | Wartość procentowa wykorzystania składników pokarmowych ścieków. w stosunku do wartości przyrostu ryb = 4000 kg/ha % |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 200                                                     | 38 287                                                                          | 10,5                                                                                                                 |
| 250                                                     | 47 859                                                                          | 8,2                                                                                                                  |
| 350                                                     | 66 968                                                                          | 6,0                                                                                                                  |
| 400                                                     | 76 574                                                                          | 5,2                                                                                                                  |

Tablica 1. Równowartość w sztucznych nawozach mineralnych składników pokarmowych ścieków miejskich, przy normie 250 m<sup>3</sup>/d. i 1 ha (= 2500 m.<sup>3</sup>/d i ha, przy 100 l/m. i d.

| Jednostka i nawozy sztuczne                               | Składnik pokarmowy |                  |                               | Razem    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|----------|
|                                                           | N ogólny           | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |          |
| w 1 m <sup>3</sup> ścieków wstępnie oczyszczonych, gramów | 81                 | 54               | 19                            |          |
| na 1 ha stawu nawadnianego ściekami, rocznie ton          | 7,39               | 4,93             | 1,73                          | 14,05    |
| Równowartość w tonach:                                    |                    |                  |                               |          |
| Azotniak 20,5%                                            | 36,0               |                  |                               |          |
| Sól potasowa 40%                                          |                    | 12,3             |                               |          |
| Superfosfat 18%                                           |                    |                  | 9,6                           | 57,9     |
| Równowartość w złotych: przy cenie za                     |                    |                  |                               |          |
| za 100 kg                                                 |                    |                  |                               |          |
| azotniak 98,—                                             | 35 280,—           |                  |                               |          |
| sól potasowa 57,—                                         |                    | 7 011,—          |                               |          |
| superfosfat 58,—                                          |                    |                  | 5 568,—                       | 47 859,— |

Obliczenie powyższe jest orientacyjne, ponieważ w okresie 4 miesięcy zimowych (15.XI—15.III), po jesiennym odłowieniu ryb, wody ściekowe choć mogą być oczyszczane w stawach niezarybionych, pokrytych pokrywą lodową, pod warunkiem większego rozcieńczania czystą wodą (np. 1:6), to zazwyczaj wody te są oczyszczane w tym czasie na polach filtracyjnych (np. pod Moskwą). Utrzymanie pól filtracyjnych i prowadzenie nawadniania połączone jest z dodatkowymi kosztami, co wpływa na obniżenie dochodowości wykorzystania ścieków przy ich oczyszczaniu w stawach rybnych. Gdy ścieki są użytkowane do nawadniania roślin, stopień wykorzystania składników pokarmowych jest wielokrotnie większy.

Przy normie 7000 m<sup>3</sup>/ha, co odpowiada 700 mm wysokości sumy dawek polewowych, zbiór siana wynosi około 120 q/ha. Jeżeli plon przed zastosowaniem nawadniania wynosił 30 q/ha, wówczas wartość zwyżki, przy cenie 50 zł za 1 q dobrego siana, wyniesie:  $90 \times 50 = 4500$  zł/ha.

Stosując normę 7000 m<sup>3</sup>/ha, objętością ścieków przeznaczoną do nawodnienia 1 ha stawów rybnych, przy różnym obciążeniu tych stawów, będzie można nawodnić znaczną powierzchnię łąk (10,4—20,8 ha) i uzyskać dochód brutto przewyższający równowartość składników pokarmowych wyrażonych w nawozach sztucznych.

W rzeczywistości dochód przy wykorzystaniu ścieków do nawadniania pasowisk lub gruntów ornych może być większy, a to w przypadku stosowania nawadniania co drugi lub trzeci rok. Wówczas plon w roku następnym po nawadnianiu będzie wyższy, np. o 50% od plonu uzyskiwanego przed nawadnianiami, dzięki wzbogaceniu gleby w składniki pokarmowe. Natomiast w stawach rybnych żywna woda w okresie jesiennego odłowu stawów zostaje odprowadzona do odbiornika i jedynie nieznaczne wartości nawozowe pozostają w mule stawowym.

Wykorzystanie składników pokarmowych ścieków miejskich w stawach rybnych może być znacznie lepsze, gdy stawy te nie będą traktowane jako oczyszczalnie, lecz jako teren dla produkcji mięsa rybiego.

Stawy zasilane potokiem przepływającym przez wieś lub miasteczko, przyjmującym ścieki z podwórek i budynków gospodarskich, wyróżniają się żywnością. Niekiedy celowo odprowadzane są do stawów wody ściekowe z budynków dla inwentarza oraz z kanalizacji miejscowej domów mieszkalnych.

W gospodarstwie stawowym P. wykorzystywano w okresie 1925—1943 z dobrymi wynikami tego rodzaju wody dla dodatkowego nawadniania stawu rybnego o powierzchni 2,2 ha. Wody kuchenne, z kąpieli i ustępów, w łącznej ilości około 2,5 m<sup>3</sup>/d., od przeciętnie 30 osób, po przejściu przez osadnik odpływały w stanie już częściowo rozłożonym do stawu. Pomimo tak nieznacznego dopływu wód ściekowych, w stawie pojawiły się liczne rośliny charakterystyczne dla żyznego środowiska, a również rozwój drobnych żyłatek osiągnął wysoki poziom. Omawiany staw, założony w 1880 r., stanowiący część składową większego gospodarstwa stawowego, stał się po 1925 r. urodzajnym i różnił się od sąsiednich stawów miernie wydajnych, położonych na tej samej glebie i jednakową wodą nawadnianych. Średni przyrost naturalny tego stawu wynoszący do 1925 roku około 180 kg/ha podniósł się dzięki doprowadzeniu tak nieznacznej objętości ścieków do 245—310 kg/ha.

Uzyskiwanie znacznych przyrostów ryb w stawach otrzymujących tylko niewielkie ilości składników pokarmowych potwierdzają wyniki otrzymywane w stawach nawadnianych odciekami z drenów pól irygowanych. Założone jeszcze w 1887 r. stawy rybne w Malchow pod Berlinem, posiadające 79 ha zalewu, nawadniane były wodami drenowymi zawierającymi tylko drobną część składników pokarmowych zawartych w wodach ściekowych, użytkowanych do nawadniania pól irygowanych. W szczególności odciek zawierał około 12 g azotu ogólnego, 18 g K<sub>2</sub>O i 1,2 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w 1 m<sup>3</sup>. Pomimo tak niewielkich zawartości składników pokarmowych w wodzie wykorzystywanej do nawadniania stawów, stawy te dawały wysokie przyrosty ryb, tylko nieznacznie ustępujące przyrostom uzyskiwanym w stawach nawadnianych wodami ściekowymi. Wybudowane około 1910 r. stawy rybne zużytkowujące wody drenowe dortmundzkich pól iry-

gowanych, również wyróżniały się wysokimi przyrostami ryb.

Przy powszechnie przyjętym sposobie oczyszczania wód ściekowych w stawach rybnych cały nacisk został położony na możliwości doprowadzenia jak największej objętości tych wód do stawów, pod warunkiem uzyskania dobrych wyników oczyszczania. Zasada ta pozwala ścieki danego miasta oczyścić na stosunkowo małej powierzchni stawów: 1 ha może przyjąć ścieki od 2000—4000 mieszkańców, przy normie 100 l/m i d., co odpowiada obciążeniu warstwą ścieków 7300—14 600 mm/rok.

Dla celów produkcji rybnej tego rodzaju postawienie zagadnienia nie jest słuszne. Przy 15—25-krotnym zmniejszeniu obciążenia stawu ściekami można jeszcze wybitnie podnieść urodzajność stawu, przy czym odpada konieczność stosowania kosztownych urządzeń rozpryskowych.

W przypadku obciążenia 1 ha stawu ściekami w objętości 19,2 m<sup>3</sup> na dobę (= od 192 mieszkańców), co odpowiada 7000 m<sup>3</sup>/rok, oceniając spodziewany przyrost ryb tylko na 200 kg, otrzymamy wartość roczną przyrostu uzyskanego dzięki zastosowaniu ścieków do nawadniania:  $200 \cdot 10 = 2000$  — zł. Wartość ta wynosi 45% dochodu brutto przy wykorzystaniu ścieków do nawadniania łąk, zaś około 54% równowartości składników pokarmowych wyrażonych w sztucznych nawozach mineralnych

$$2000 : \frac{47859 \cdot 7000}{91000} = 0,54$$

Tablica 3. Dochód brutto przy wykorzystaniu różnych objętości ścieków do nawadniania łąk przy normie 7 000 m<sup>3</sup>/ha

| Przy obciążeniu stawów rybnych m <sup>3</sup> /d. i ha | Roczna objętość ścieków tysięcy m <sup>3</sup> | Powierzchnia łąk nawadnianych przy normie 7000 m <sup>3</sup> /ha ha | Dochód brutto z uzyskanej zwyżki plonu siana zł |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 200                                                    | 73,0                                           | 10,4                                                                 | 46 800                                          |
| 250                                                    | 91,0                                           | 13,0                                                                 | 58 500                                          |
| 350                                                    | 127,5                                          | 18,2                                                                 | 81 900                                          |
| 400                                                    | 146,0                                          | 20,8                                                                 | 93 600                                          |

Zmniejszając, względnie zwiększając, domieszkę wód ściekowych do wody zasilającej staw, można uzyskać w danych warunkach klimatycznych, przy określonej żywności dna stawu i wody zasilającej, lepsze wykorzystanie składników pokarmowych zawartych w ściekach miejskich.

Zupełny brak badań doświadczalnych w tym zakresie nie pozwala nawet w przybliżeniu określić optymalnej domieszki wód ściekowych przy nawadnianiu stawów. W przypadku ubogiej gleby i wody zasilającej staw rybny domieszka ta musi być większa, zapewne około 20 m<sup>3</sup> na dobę i ha. Dla stawów żyznych wystarczy mniejsza domieszka ścieków.

Jedynie doświadczenia przeprowadzone w różnych warunkach terenowych pozwolą ustalić najkorzystniejsze dawki nawozowe i wielokrotnie podnieść niedostateczne wykorzystanie składników pokarmowych miejskich wód ściekowych w stawach rybnych.

Nawożenie wód rybnych miejskimi wodami ściekowymi, w założeniu osiągnięcia największej dochodowości z produkcji ryb, a więc rozdzielenia tych wód na większe przestrzenie, czyni metodę oczyszczania wód ściekowych w stawach rybnych bardziej dochodową i uzasadnioną gospodarczo.

#### Literatura

1. Czerkies, D. S., Kratkiy sprowocznik projektirowszczyka kanalizacji, Moskwa 1937.
2. Wierzbicki J., Zużytkowanie wód ściekowych dla nawodnienia stawów. Przegląd Rybacki, Warszawa 1949, nr 11, str. 467—476.
3. Kulmatycki W., Nawożenie wód rybnych, Poznań 1922.
4. Krieger F., Die neuen Abwasseranlagen unterhalb Münchens. Wasserkraft u. Wasserwirtschaft, Monachium 1929, str. 147.
5. Szyszkin Z. N. i inni. Kanalizacja, dzieło zbiorowe, Moskwa 1951 (str. 407 i nast.).



Mgr inż. ERAZM PRINKE

# Obliczanie przewodów wodociągowych w budynkach

Poszukiwanie ekonomicznie uzasadnionej oszczędności w zużyciu materiałów instalacyjnych nakazuje zwrócić baczniejszą uwagę na przyjęte dotychczas sposoby określania średnic przewodów wodociągowych w budynkach.

Obliczanie wewnętrznych przewodów instalacji wodociągowej na ogół przeprowadzane jest wyjątkowo, natomiast przeważnie stosowana jest zasada szacunkowego, opartego na doświadczeniu, określania średnic przewodów. Przyczyny takiego postępowania są dość rozmaite. Przede wszystkim można by to wytłumaczyć następującymi względami:

a) niewielka ilość będących do wyboru znormalizowanych średnic rurociągów, wynoszących tylko 10 wielkości w granicach średnic od 10 do 100 mm, z których znów najczęściej wykorzystuje się tylko 6 wielkości w granicach średnic od 15 do 50 mm,

b) możliwa duża dowolność w określaniu wymaganych wydatków oraz równoczesności poborów wody.

Względy te znalazły swój wyraz także w obowiązujących w okresie międzywojennym przepisach miejscowych o zaopatrzeniu ludności w wodę dla poszczególnych miast, sprawozdających obliczanie przewodów tylko do określenia średnicy w zależności od ilości i wielkości wylotów wodociągowych, chociaż w tym okresie można było już znaleźć w publikacjach technicznych wytyczne i sposoby dokładniejszych obliczeń.

W okresie powojennym zaznaczyła się już bardziej wyraźna tendencja do poszukiwania metod szczegółowszego obliczania sieci przewodów wewnętrznych. Wydane w tym okresie podręczniki techniczne podają już odpowiednie tablice obliczeniowe (7,8). Są to jednak przedruki z normy niemieckiej (5), opartej na wzorze Langa, uwzględniającym już przeciętne straty ciśnienia, spowodowane oporami miejscowymi w sieci wodociągowej.

Na podstawie wzorów radzieckich opracowana została przez prof. Gabryszewskiego nowa metoda obliczania wewnętrznych instalacji wodociągowych (1). Metoda ta oparta jest na wzorze akademika Pawłowskiego, przy czym dla uwzględnienia strat ciśnienia na pokonanie oporów miejscowych, do spadku ciśnienia w przewodach prostych dodano 15%. Ułożone według tego wzoru tablice pozwalają w dogodny sposób określić dla poszczególnych średnic przewodów wydatek wody oraz spadek ciśnienia. Zatarły został natomiast w tym ujęciu, podobnie jak i w normie niemieckiej, charakter i wielkość poszczególnych oporów miejscowych oraz ich wpływ na spadek ciśnienia w sieci.

Nieuwzględnianie oporów miejscowych przy obliczaniu zewnętrznej sieci wodociągowej jest uzasadnione niewielką ilością oporów miejscowych w stosunku do długości przewodów oraz mniejszą wartością względną tych oporów przy większych średnicach. W wewnętrznej instalacji wodociągowej stosunek wartości oporów miejscowych do oporów tarcia w przewodach prostych jest większy i na ogół dość niejednorodny, bo w dużej mierze uzależniony od przeznaczenia budynku, rozplanowania sieci przewodów oraz rodzaju użytej armatury. Stosowanie więc analogicznej metody tak dla sieci zewnętrznej, jak i wewnętrznej nie zawsze będzie właściwe i uzasadnione.

Obliczanie straty ciśnienia w oporach miejscowych, a więc w kształtkach i armaturze rurowej nie przedstawia większych trudności. Unikanie więc dokładniejszych obliczeń strat ciśnienia może być wytłumaczone tylko poszukiwaniem obliczeń prostszych i podających bardziej bezpośrednie wyniki, bez drobiazgowych obliczeń, wymagających przy tym dokładnego zaplanowania obliczanej sieci.

Z tego względu właściwe byłoby korzystanie w szerszym zakresie z wykresów, dostosowanych do obliczania przewodów wodociągowych w budynkach, pozwalających w szybki sposób i z wystarczającą dokładnością określić dla poszczególnych średnic przewodów zależności między wydatkiem wody, szybkością przepływu i spadkiem ciśnienia.

Przy badaniu straty ciśnienia w sieci wodociągowej należy oddzielnie rozpatrywać:

- spadek ciśnienia w przewodach prostych,
- stratę ciśnienia w oporach miejscowych,
- stratę ciśnienia w obrębie wodomierza,
- stratę ciśnienia w zaworach wypływowych.

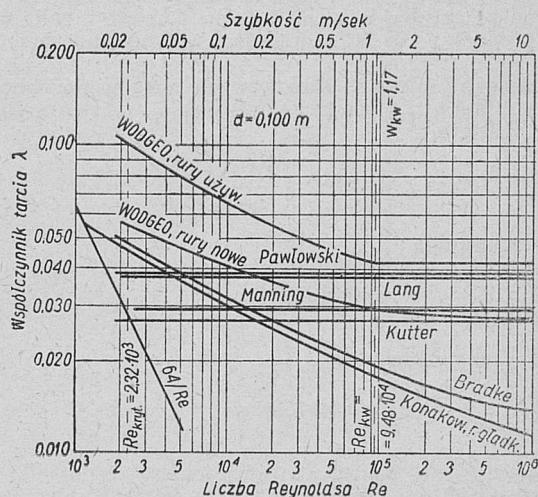
Suma tych strat określi ogólną stratę ciśnienia w rozpatrywanej instalacji.

## Wzory podstawowe

Obliczenia spadku ciśnienia w prostych przewodach o równym przekroju oparte są na wzorze z hydrauliki

$$i = R = \lambda \frac{w^2}{2gd} \quad (1)$$

gdzie  $\lambda$  — bezwymiarowy współczynnik tarcia,  $w^2/2g$  — wysokość szybkości w m,  $w$  — średnia szybkość przepływu w m/sek,  $g$  — przyspieszenie ziemskie 9,81 m/sek<sup>2</sup>,  $d$  — średnica obliczeniowa przewodu w m.



Rys. 1 — Wartości współczynnika tarcia  $\lambda$  dla rury  $\varnothing 100$  mm, obliczone wg różnych wzorów

Dla obliczenia straty ciśnienia wywołanej przez opory miejscowe używany jest wzór:

$$i = Z = \Sigma \zeta \frac{w^2}{2g} \quad (2)$$

gdzie  $\zeta$  — bezwymiarowy współczynnik oporu,  $w$  — średnia szybkość przepływu za przeszkodą w m/sek.

Spadek ciśnienia w odcinku, w którym ilość przepływającej wody nie zmienia się i przy niezmienniej średnicy wyniesie:

$$i = \Sigma R \cdot l + \Sigma Z = \left( \lambda \frac{\Sigma l}{d} + \Sigma \zeta \right) \frac{w^2}{2g} = \left( \lambda \frac{\Sigma l}{d} + \Sigma \zeta \right) \cdot 0,051 \cdot w^2 \quad (3)$$

gdzie  $l$  — długość odcinka w m.

Przy przejściu z szybkości przepływu na ilość wody według równania:

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 w, \text{ wzgl. } w = \frac{4}{\pi} \frac{Q}{d^2} = 1,273 \frac{Q}{d^2} \quad (4)$$

otrzyma się wówczas zależność:

$$i = \left( \lambda \frac{\Sigma l}{d} + \Sigma \zeta \right) \cdot 0,0826 \cdot \frac{Q^2}{d^4} \quad (5)$$

gdzie  $Q$  — ilość przepływającej wody w m<sup>3</sup>/sek.

W obliczeniach powyższych przyjęto ciężar wody  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Dla wody o temperaturze  $t = 12^\circ\text{C}$  ciężar ten wynosi  $999,5 \text{ kg/m}^3$ . Błąd obliczeniowy będzie więc niewielki i nie mający wpływu na końcowy rezultat obliczeń.

Współczynnik tarcia λ

Różnorodność wpływów na zjawisko przepływu cieczy w rurach powoduje dość dużą rozbieżność we wzorach empirycznych na określenie wartości λ.

W warunkach ruchu burzliwego cieczy odróżniane są zakresy oporów: 1) w rurach „szorstkich“, 2) w rurach „gładkich“ oraz 3) zakres przejściowy oporów między rurami „gładkimi“ i „szorstkimi“.

Stan szorstkości hydraulicznej zachodzi wtedy, gdy rozstrzygający przebieg przepływu określany jest przez elementy szorstkości, tj. gdy warstwa przyścienna cieczy nie jest w stanie przykryć występow szorstkości wewnętrznej przewodów. Zakres ten określany jest też jako zakres kwadratowej zależności oporów, charakteryzujący się tym, że λ jest zależne od szorstkości wewnętrznej przewodów, wówczas λ = const i stąd równanie (1) przyjmuje postać.

i = const × w² (6)

W zakresie oporów w rurach gładkich wartość λ uzależniona jest od liczby Reynoldsa Re (λ = f(Re)).

W zakresie przejściowym oporów, leżącym między obu przypadkami „gładkości“ i „szorstkości“, zachodzą najczęściej spotykane przepływy w wodociągach. Wartość λ zależna jest w tym wypadku tak od szorstkości wewnętrznej przewodu, jak i od Re.

Ze starszych i bardziej stosowanych wzorów do obliczania współczynnika λ dla wodociągów można wymienić (2):

— wzór Kuttera

λ = 19,62 (0,3 + √d)² / (50 √d) (7)

— wzór Manninga

λ = 0,012459 / (3 √d) (8)

— wzór Pawłowskiego

λ = 0,017854 / (3 √d) (9)

Są to wzory dla zakresu kwadratowej zależności oporów. Do grupy tej należy także wzór Langa, według którego opracowane są normy niemieckie (5):

λ = 0,013748 / d⁰,⁴³⁶ (10)

Dla zakresu przejściowego oporów ma zastosowanie wzór Bradkego (11):

λ = 0,0072 + 0,61 / Re⁰,³⁵ + 2,9 · 10⁻⁵ / d Re⁰,¹⁰⁸ (11)

Jest to wzór, według którego opracowane są tablice Rietschela do obliczania przewodów centralnego ogrzewania. Wzór ten posłużył też do opracowania opublikowanych w czasopiśmie „Sanitare Technik“ (3) wykresów do obliczania wewnętrznych przewodów wodociagowych.

W rezultacie badań przeprowadzanych w ostatnich latach w Instytucie Wodgeo F. A. Szewelew otrzymał następujące zależności dla współczynnika λ dla rur średnicy od 15 do 300 mm (9):

— dla rur stalowych nowych

λ = 0,312 / d⁰,²²⁶ (1,9 · 10⁻⁶ + v/w)⁰,²²⁶ (12)

— dla rur żeliwnych nowych

λ = 0,863 / d⁰,²⁸⁴ (0,55 · 10⁻⁶ + v/w)⁰,²⁸⁴ (13)

— dla rur stalowych i żeliwnych używanych, tj. z uwzględnieniem wzrostu ich oporów podczas eksploatacji

a) dla zakresu kwadratowej zależności oporów,

λ = 0,021 / d⁰,³ (14)

b) dla zakresu przejściowego oporów,

λ = 1 / d⁰,³ (1,5 · 10⁻⁶ + v/w)⁰,³ (15)

Wartości λ = f(Re) obliczone według powyższych wzorów dla średnicy d = 100 mm, zestawione są na wykresie, rys. 1. Temperaturę wody przyjęto t = 12°C, stąd kinematyczny współczynnik lepkości wody o temp. 12° v = 1,235 · 10⁻⁶ m²/s. Jak wynika z powyższego wykresu, wzory (14) i (15) dają najwyższe wartości dla λ w porównaniu z wynikami innych wzorów. Do wartości Re<sub>kW</sub> = 9,48 · 10⁴, a więc w zakresie kwadratowej zależności oporów wyniki wzoru (14) zbliżone są do wyniku według wzoru Pawłowskiego (9). W zakresie ważności wzoru (15) wartości dla λ szybko wzrastają.

Na wykresie zaznaczona jest także krzywa wykreślona według wzoru Konakowa dla rur gładkich:

1 / √λ = 1,8 log Re - 1,5 (16)

Obszar ruchu regularnego wyznaczony jest wzorem:

λ = 64 / Re (17)

Re<sub>kryt</sub> wynosi 2,32 · 10³, natomiast Re dla zakresu kwadratowej zależności, dla wzorów (14) i (15) wynosi 9,48 · 10⁵ · d.

Ze wzoru Re = wd / v, dla kinematycznej lepkości wody w temperaturze 12°C v = 1,235 · 10⁻⁶ wynika, że dla Re = 9,48 · 10⁵ · d średnia szybkość w<sub>kW</sub> = 1,17 m/sek.

Wykres, rys. 2, służący do określania spadku ciśnienia w przewodach, opracowany jest na podstawie wzorów (14) i (15), dla wody o temperaturze 12°C.

Średnica przewodów

Jak to wynika z równania dla spadku ciśnienia (5), średnica d przewodu występuje w 5 potęgze. Dla uniknięcia więc znaczniejszych różnic w przepływie, określić należy możliwie dokładnie rzeczywistą średnicę wewnętrzną przewodu. Obowiązująca norma PN/H 74200 określa średnice rur stalowych spawanych, stosowanych zwykle w instalacjach domowych. Dopuszczalne odchyłki wymiarów dla średnic zewnętrznych oraz grubości ścianek określa norma PN/H 74202.

Poza tym należy wziąć pod uwagę możliwość zwięzania się przekroju poprzecznego rur w czasie eksploatacji przez zarastanie osadem. Dotyczy to zwłaszcza omawianych rur stalowych. W ogólnych wypadkach, a więc dla wody wodociągowej średniej twardości, inkrustacja wewnątrz rur już w krótkim czasie wynieść może nawet 2 do 3 mm (Richter, 12). Spysznów (10) w swych tablicach obliczeniowych uwzględniła zmniejszenie średnic przewodów o 2 mm.

W wykresie, rys. 2, uwzględnione są następujące średnice obliczeniowe:

|                  |       |       |       |    |       |       |      |    |       |     |
|------------------|-------|-------|-------|----|-------|-------|------|----|-------|-----|
| ⊙ nominalna mm   | 10    | 15    | 20    | 25 | 32    | 40    | 50   | 65 | 80    | 100 |
| ⊙ wewnętrzna „   | 12,25 | 15,75 | 21,25 | 27 | 35,75 | 41,25 | 52,5 | 68 | 80,25 | 105 |
| ⊙ obliczeniowa „ | 10    | 13    | 18,5  | 24 | 32,5  | 38    | 49   | 64 | 76    | 100 |

przyjęto więc zmniejszenie średnicy wewnętrznej

|      |      |      |      |   |      |      |     |   |      |   |
|------|------|------|------|---|------|------|-----|---|------|---|
| o mm | 2,25 | 2,75 | 2,75 | 3 | 3,25 | 3,25 | 3,5 | 4 | 4,25 | 5 |
|------|------|------|------|---|------|------|-----|---|------|---|

przy czym stosunek powierzchni przekrojów poprzecznych dla ⊙ oblicz. i ⊙ wewn. wynosi

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| % | 66 | 68 | 76 | 79 | 82 | 85 | 87 | 88 | 90 | 91 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

Przyjęte powyżej średnice obliczeniowe są na ogół zbliżone do średnic nominalnych. Stosowanie więc w praktyce tablic i wykresów obliczonych dla średnic nominalnych nie byłoby dużym błędem, a raczej powodowałoby tworzenie jeszcze większego „zapasu bezpieczeństwa“ dla niektórych średnic rur.

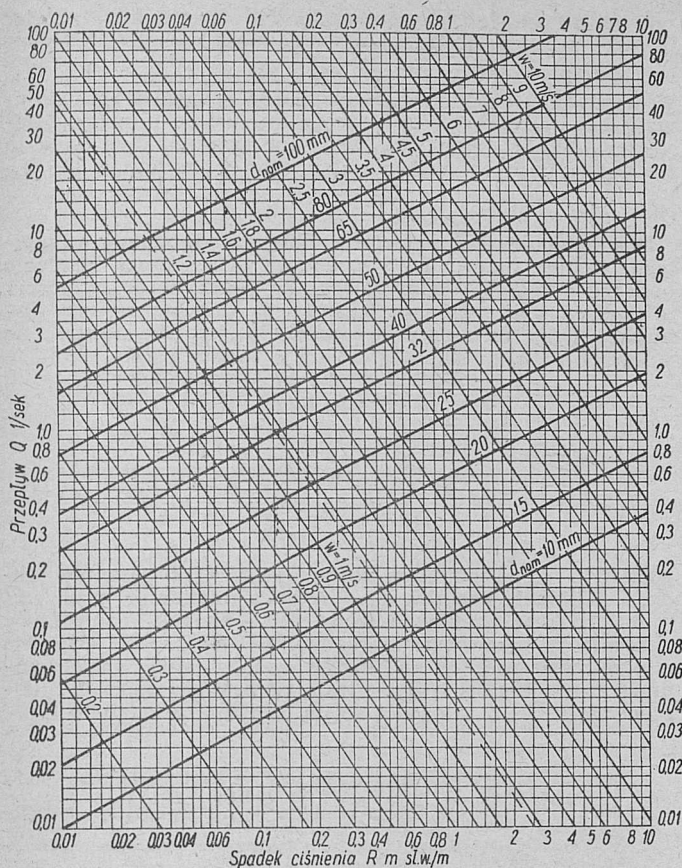
W razie potrzeby określenia spadku ciśnienia dla innych średnic obliczeniowych wystarczy na wykresie odpowiednio przesunąć linie średnic.

Współczynnik

Opory miejscowe w przewodach uzależnione są od bezwymiarowego współczynnika ζ. Wartość tego współczynnika dla różnych przypadków podawana jest przez wszystkie prawie podręczniki techniczne z zakresu hydrauliki rurowej. Dla określania straty ciśnienia w zaworach wodociagowych można wykorzystać wyniki badań laboratoryjnych, przeprowadzanych w kraju (Przychodzki, 6).

Na rys. 3 zestawione są wartości ζ przyjęte z zaokrągleniem wzwyż dla typowych kształtek rurowych oraz zaworów





Rys. 2 — Spadek ciśnienia w przewodach wg wzorów WODGEO:

$$R = \lambda \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \frac{1}{d} ; \text{ dla } w \geq 1,17 \text{ m/s} - \lambda = \frac{0,021}{d^{0,3}} ; \text{ dla } w < 1,17 \text{ m/s} - \lambda = \frac{1}{d^{0,3}} \left( 1,5 \cdot 10^{-6} + \frac{v}{w} \right)^{0,3} ; v_{12^\circ\text{C}} = 1,235 \cdot 10^{-6}$$

przelotowych. Wykres pozwala na szybkie przeliczenie  $\Sigma \zeta$ , przy znanej szybkości przepływu wody, na stratę ciśnienia  $i = Z$  według wzoru (2).

#### Strata ciśnienia na wypływie

Obliczenie przepływu wody w przewodach oparte musi być na rzeczywistym poborze wody z kurków czerpalnych i wylotów.

Według norm niemieckich (5) jako jednostkę poboru wody przyjęto wypływ z kurka  $\phi 10$  mm pod ciśnieniem 5 m sł. w., wynoszący 0,25 l/s. Natomiast wytyczne radzieckie, stosowane w metodzie prof. Gabryszewskiego (1), przyjmują jako jednostkę przepływu 0,20 l/s pod ciśnieniem 2 m sł. w.

Wykres, rys. 4, zestawiony według pracy inż. Przychodzkiego (6), przedstawia wielkości wypływu w zależności od ciśnienia wypływu dla kurków czerpalnych. Wydajności kurka czerpального  $\phi 13$  mm w wysokości 0,20 l/s odpowiada strata ciśnienia 1,62 m sł. w., a więc w normie radzieckiej mieści się już pewien współczynnik bezpieczeństwa.

Wykres ten pozwala w łatwy sposób określić wydatek kurka czerpального, gdy znane jest rozporządzalne ciśnienie na wypływie.

#### Strata ciśnienia w wodomierzu

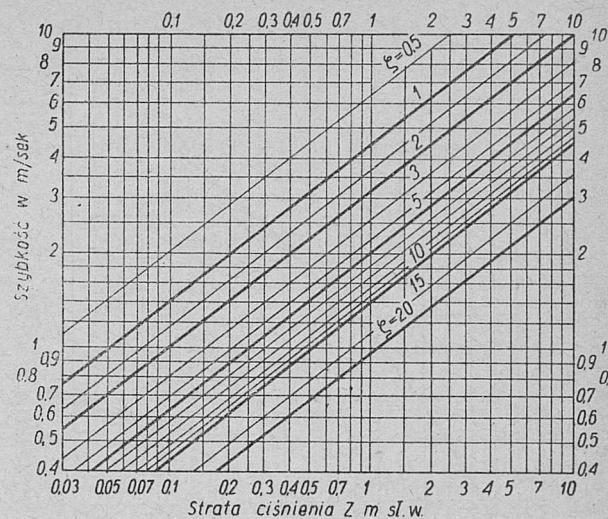
Charakterystyka przepływu wodomierzy pojedynczych jest określona równaniem Chézy:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2}} \quad (18)$$

gdzie  $Q_1$  przepływ przy spadku ciśnienia  $\Delta h_1$ .

Przepuszczalność nominalna wodomierzy  $Q_n$  przy spadku ciśnienia  $\Delta h_n = 10$  m sł. w. jest następująca:

|                         |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|
| d nom. mm               | 13 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| $Q_n$ m <sup>3</sup> /h | 3  | 5  | 7  | 10 | 20 |



Rys. 3 — Strata ciśnienia na oporach miejscowych

Trójkąt przelot  $\zeta = 1$

Nagłe zmniejszenie szybkości  $\zeta = 1$

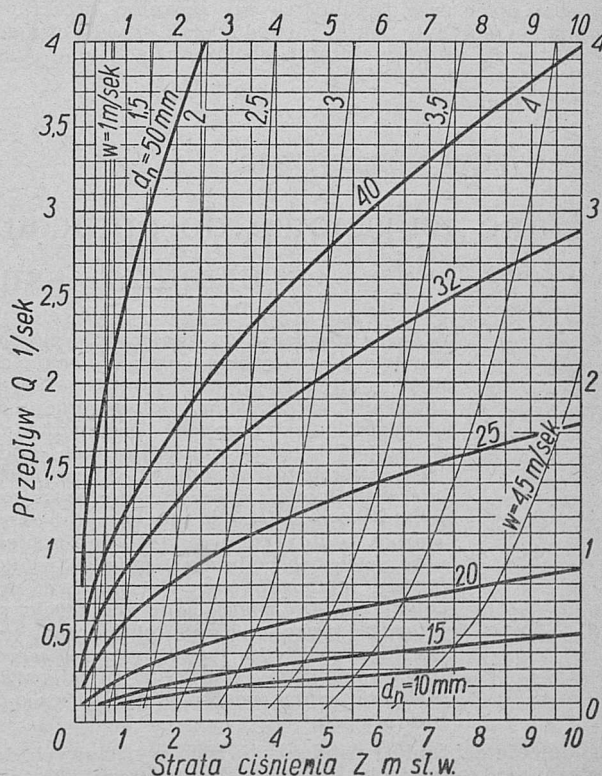
Trójkąt odnoga

1,5

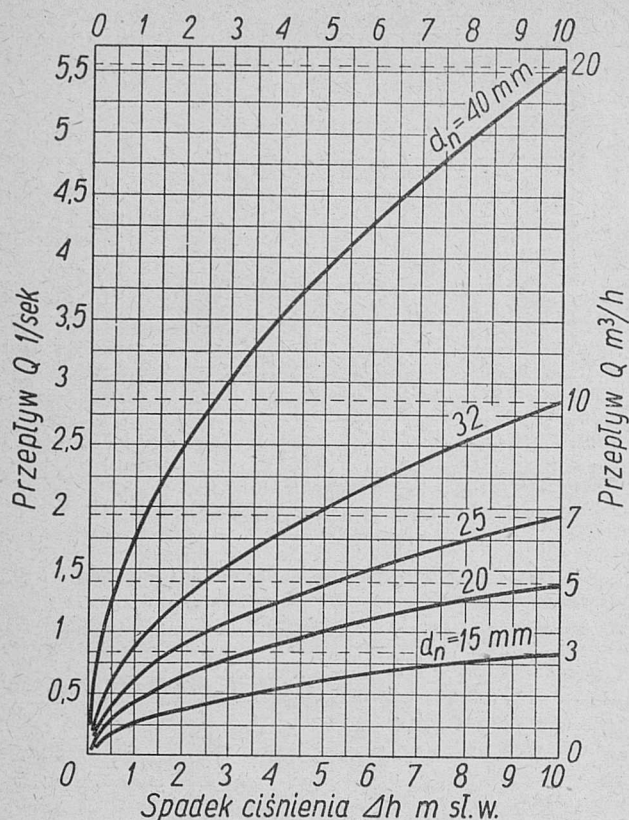
Nagłe zwiększenie szybkości 0,5

| $d_n =$               | 10—15 | 20—25 | 32—40 | 50 i wyż. |
|-----------------------|-------|-------|-------|-----------|
| kolano                | 2     | 1,5   | 1     | 1         |
| łuk 90°               | 1,5   | 1     | 0,5   | 0,5       |
| zasuwa                | —     | —     | 0,35  | 0,35      |
| zawór zwykły          | 4,5   | 4,5   | 5     | 5,5       |
| zawór półprzelotowy   | 2,5   | 2,5   | 2,5   | 2         |
| zawór wolnoprzelotowy | 1,5   | 1     | 1     | 0,5       |

$$Z = \Sigma \zeta \frac{w^2}{2g} \text{ mm sł. w.}, \quad \gamma = 0,995, \quad g = 9,81$$



Rys. 4 — Strata ciśnienia w zaworach wypływowych wg tablic inż. J. Przychodzkiego — Straty ciśnienia w armaturze wodociągowej, 1952 r.



Rys. 5 — Strata ciśnienia w wodomierzu.  $\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{\Delta h_1}{\Delta h_2}}$ ,  $Q_1$  — przepływ charakterystyczny przy stracie ciśnienia  $\Delta h = 10$  m s.l. w.

Wykres rys. 5 służy dla określenia prawidłowej wielkości wodomierza.

Stratę ciśnienia w wodomierzu skrzydełkowym zasadniczo przyjmować należy nie wyżej 5 m s.l. w., a najwyższe dopuszczalne obciążenie sekundowe nie powinno przekraczać natężenia przepływu, jakie zachodzi przy stracie ciśnienia  $\Delta h = 10$  m s.l. w. Dopuszczalne obciążenie godzinne stano-

wić może połowę przepuszczalności nominalnej, a więc  $Q_h \text{ m}^3/\text{h} = Q_n/2$ , obciążenie dobowe może wynosić dwukrotność przepływu nominalnego, czyli  $Q_d \text{ m}^3/24 \text{ h} = 2 \cdot Q_n$ . W warunkach eksploatacyjnych można sprawdzić prawidłowość doboru wodomierza przez comiesięczne odczyty. Mieścienna objętość przepływu wody nie powinna być większa niż 30-krotny przepływ nominalny, czyli  $Q_t \text{ m}^3/\text{mc} = 30 \cdot Q_n$ .

#### Obliczanie straty ciśnienia

Dla wstępnie obliczonych, według zasad ogólnie przyjętych, średnic przewodów wodociagowych, straty ciśnienia obliczyć można z wystarczającą dla praktyki dokładnością za pomocą wykresów rys. 2, 3, 4 i 5. Można przy tym posługiwać się formularzem, podobnie jak to stosuje się w ogrzewnictwie:

| Nr odc. | N | Q l/s | l m | d mm | w m/s | R m s.l. w. | IR m s.l. w. | $\Sigma \zeta$ | Z m s.l. w. | Uwagi |
|---------|---|-------|-----|------|-------|-------------|--------------|----------------|-------------|-------|
| 1       | 2 | 3     | 4   | 5    | 6     | 7           | 8            | 9              | 10          | 11    |
|         |   |       |     |      |       |             |              |                |             |       |

gdzie N — suma jednostek poboru wody, Q — przepływ wody, l — długość odcinka, d — średnica nominalna przewodu, w — szybkość przepływu wody, R — spadek jednostkowy ciśnienia w przewodzie prostym, IR — strata ciśnienia w przewodzie prostym na długości 1,  $\Sigma \zeta$  — suma współczynników  $\zeta$  na długości 1, Z — strata ciśnienia w oporach miejscowych, IR + Z — ogólna strata ciśnienia w odcinku 1.

#### LITERATURA:

1. Mgr inż. T. Gabryszeński. Obliczanie wewnętrznych przewodów wodociagowych. G. W. i T. S., Nr 9/1952.
2. Prof. I. Piotrowski. Strata ciśnienia w przewodach wodociagowych. G. W. i T. S., Nr 11/1947.
3. H. Feurich. Die Berechnung von Kaltwasserleitungen in Hausanlagen. Sanitäre Technik, Nr 1, 2 i 3/1953.
4. O. Kirschner. Die gegenwärtige Stand unserer Erkenntnisse über die Rohrreibung. Das Gas-u. Wasserfach, Nr 16 i 18/1953.
5. Richtlinien für die Berechnung der Kaltwasserleitungen in Hausanlagen. DVGW, 1943.
6. Inż. J. Przychodźki. Straty ciśnienia w armaturze wodociagowej 1952.
7. Dr inż. K. Wóycicki. Wodociągi i kanalizacje, T. I. 1948.
8. Inż. W. Plaskura i inż. S. Wein. Instalacje wodociagowe i gazowe, Cz. II. 1948.
9. F. A. Szewelew. Issledowanie osnovnykh gidrawliczeskikh zakonmiernostiej turbulentnogo dwizhenija w trubach. 1953.
10. P. A. Spysznov. Projektowanie wodoprowodów w żyłych i grażdanskich zdaniach. 1951.
11. H. Rietschels Leitfaden der Heiz- u. Lüftungstechnik. 1948.
12. H. Richter. Rohrhydraulik. 1934.

Mgr inż. STEFAN MIERZEJEWSKI

## Dane wyjściowe do opracowania dokumentacji energetycznej urządzeń sanitarnych w BPPK

Autor wskazuje na konieczność zwrócenia większej uwagi na przygotowanie danych wyjściowych, niezbędnych do przystąpienia opracowania dokumentacji dla urządzeń elektrycznych, przeznaczonych dla napędów urządzeń sanitarnych. Podając zestawienie zagadnień, które muszą być wyjaśnione i sprecyzowane przez projektantów urządzeń sanitarnych lub inwestorów, Autor zwraca uwagę na konieczność ścisłej współpracy pomiędzy projektantem urządzeń energetycznych a pracownikami opracowującymi urządzenia sanitarne i pracownią architektoniczną, podkreślając przy tym rolę i znaczenie współpracy głównego energetyka przy koordynowaniu prac poszczególnych pracowni branżowych.

Zagadnienie zebrania i ustalenia danych wyjściowych, koniecznych dla rozpoczęcia opracowania dokumentacji technicznej urządzeń energetycznych, przeznaczonych dla napędów urządzeń sanitarnych, jest na ogół związane z dużymi trudnościami dla projektanta urządzeń energetycznych.

Zarówno projektant urządzeń sanitarnych, jak i inwestor są na ogół niedostatecznie zorientowani co do zakresu, rodzaju i ważności zagadnień, które muszą być ustalone i należyte wyjaśnione przed przystąpieniem do opracowania dokumentacji energetycznej.

Niejednokrotnie podejmowane były próby opracowania odpowiedniego kwestionariusza, który pozwalałby projektantowi urządzeń sanitarnych, lub inwestorowi zebrać potrzebne dane wyjściowe niezbędne do rozpoczęcia pracy nad dokumentacją energetyczną w formie udzielenia związanych odpowiedzi na postawione pytania. Ponieważ jednak próby te, przynajmniej na terenie Biura Projektów Budownictwa Komunalnego w Warszawie, nie zostały uwieńczone dotychczas pozytywnym rezultatem, a konieczność zbierania potrzebnych danych wyjściowych stale się powtarza przy przystępowaniu do opracowania dokumentacji energetycznej dla urządzeń sanitarnych, chciałbym pokrótce omówić te podstawowe zagadnienia i ich zakres.

Na podstawie mojej dotychczasowej współpracy z Biurem Projektów Budownictwa Komunalnego w Warszawie, a szczególnie z działem techniki sanitarnej, stwierdziłem, że nawet bardzo szczegółowo i wzorowo opracowane projekty urządzeń sanitarnych nie dają przeważnie dostatecznych



danych, ażeby można było oprzeć na nich właściwą koncepcję i wybór rozwiązania zagadnień energetycznych.

Zebranie danych wyjściowych zabiera na ogół sporo czasu zarówno projektantowi urządzeń energetycznych, jak i głównemu energetykowi, powodując konieczność odbywania konferencji, często związanych z wyjazdami w teren. Ten stan rzeczy powoduje niejednokrotnie przesunięcie terminu wykończenia dokumentacji, a tym samym terminu realizacji i oddania do użytku inwestycji koniecznych i ważnych, mających na ogół poważny wpływ na podniesienie stopy życiowej i stanu higieniczno-sanitarnego społeczeństwa.

Ponieważ czas konieczny na zebranie danych wyjściowych dla projektu energetycznego nie jest na ogół objęty zaszczerowaniem, projektant odnosi się do tych zagadnień niechętnie, niejednokrotnie niedostatecznie je analizuje, co odbija się niekorzystnie na jakości dokumentacji.

Celem ułatwienia projektantowi urządzeń sanitarnych oraz inwestorowi zapoznania się z rodzajem zagadnień, których wyjaśnienia wymaga energetyk przed przystąpieniem do opracowania dokumentacji, postaram się omówić pokrótce to zagadnienie. Zdaję sobie sprawę, że poruszone poniżej sprawy nie wyczerpią całości zagadnienia, jednak sądzę, że omówienie ich na tym miejscu przyczyni się do większego wzajemnego zrozumienia pomiędzy projektantem urządzeń sanitarnych a energetykiem.

1. Jako pierwsze zagadnienie, które musi być wyjaśnione i ustalone przed przystąpieniem do opracowania dokumentacji energetycznej, należy uważać zagadnienie źródła energii elektrycznej, mającej zasilać urządzenia sanitarne. Należy przy tym podać lokalizację źródeł zasilania, wysokość napięcia, moc zwarcia na szynach zbiorczych rozdzielni wyjściowej i podać krótki opis, czy dopływ energii elektrycznej odbywa się linią kablową, czy też linią napowietrzną.

Należy zaznaczyć, że na ogół projektów sanitarnych wymagają dużego stopnia bezpieczeństwa ruchu dla swych urządzeń i na skutek tego — dużego stopnia pewności w dostawie energii elektrycznej. Warunek ten wymaga w konsekwencji zapewnienia dostawy energii elektrycznej z dwóch niezależnych od siebie źródeł energetycznych.

2. Bardzo ważnym zagadnieniem, które posiada poważny wpływ na rozwiązanie i wybór rodzaju koncepcji przy opracowaniu dokumentacji energetycznej, jest przeanalizowanie wpływu i skutków ewentualnych przerw w dostawie energii elektrycznej do poszczególnych odbiorników i urządzeń sanitarnych.

Energetykowi należy więc podać, czy przerwa w dostawie energii elektrycznej jest w ogóle dopuszczalna oraz jakie skutki nastąpią, gdy przerwa taka zaistnieje w ciągu:

- a) 15 minut i dłużej,
- b) 2—4 godzin i dłużej,
- c) 24 godzin i dłużej,
- d) 48 godzin i dłużej.

3. Przed przystąpieniem do opracowania projektu urządzeń energetycznych muszą być sprecyzowane i zlokalizowane wszystkie odbiory energii elektrycznej z podaniem mocy i ilości obrotów, warunków rozruchu i pracy pomp oraz innych urządzeń mechanicznych. Musi być również podane rozmieszczenie punktów oświetleniowych, tak wewnętrznych jak i zewnętrznych. Należy przy tym omówić warunki otoczenia, stopień zawilgocenia powietrza, zwrócić uwagę na ewentualną obecność gazów wybuchowych, oparów żrących, stopnia zapylenia itp.

4. Należy uzyskać od władz energetycznych zgodę na podłączenie do sieci energetycznej projektowanych urządzeń oraz uzgodnić z władzami TOPL ewentualne specjalne warunki, jakim dane urządzenie musi odpowiadać.

5. Należy uzgodnić z władzami ochrony p. pożarowej, ewentualne warunki bezpieczeństwa p. pożarowego dla projektowanych urządzeń.

6. Należy określić, gdzie ma się mieścić stała obsługa projektowanych urządzeń oraz podać pożądany stopień zautomatyzowania, albo zdalnego sterowania poszczególnych urządzeń.

7. Należy podać potrzeby powiązania poszczególnych oddziałów urządzenia za pomocą sieci telefonicznej.

8. W miejscach, gdzie są projektowane większe odbiory energii elektrycznej i urządzenia rozdzielcze, należy podać przewodność gruntu.

9. Należy przedłożyć plan sytuacyjny terenu z uwidocznieniem na nim lokalizacji dopływu energii elektrycznej, w odpowiedniej skali, oraz plany architektoniczne poszczególnych obiektów budowlanych.

10. Należy przedłożyć plany i przekroje terenów, przez które mają przebiegać trasy elektrycznych linii dopływowych z uwidocznieniem dróg kołowych i kolejowych oraz zabudowań terenu.

Opracowanie dokumentacji energetycznej wymaga stałej i ścisłej współpracy pomiędzy projektantem urządzeń sanitarnych, architektów i energetyków. Opracowanie nawet najbardziej szczegółowego kwestionariusza nie zastąpi tej współpracy, a utrzymanie stałej łączności pomiędzy poszczególnymi pracownikami branżowymi jest konieczne.

Ze względu na wykazaną konieczność łączności pomiędzy pracownikami branżowymi, tym większą i ważniejszą rolę przy opracowaniu dokumentacji energetycznej musi wziąć na siebie główny energetyk, który musi utrzymywać łączność pomiędzy pracownikami i czuwać nad skoordynowaniem całości dokumentacji.

Dr inż. TADEUSZ WOLFF

## Przepływ powietrza przez szczelinowe przewody wentylacyjne

Jednym z ciekawszych problemów techniki wentylacyjnej jest doprowadzenie powietrza do pomieszczeń za pośrednictwem instalacji, której elementami składowymi są pomiędzy innymi przewody szczelinowe. Myśl zastąpienia krótkich wentylacyjnych biegnących wzdłuż przewodu szczeliną ciągnącą od dawna techników. Jednak trudności występujące przy praktycznej realizacji przewodu, który by wydatkował ciecz w sposób z góry założony, uniemożliwiały powszechne stosowanie szczelinowych otworów nawiewnych.

Główną przeszkodą były trudności przeniesienia istniejących wyników doświadczeń na elementy projektowane. W odróżnieniu bowiem od przepływów przez przewody szczelne o stałym przekroju poprzecznym, w stosunku do których obowiązuje jedno tylko kryterium dynamicznego podobieństwa przepływów Reynoldsa, pojawiają się, w przypadku przepływu przez przewody szczelinowe, nowe bezwymiarowe liczby kryterialne, charakteryzujące geometryczne i dynamiczne własności przepływu cieczy o zmiennej masie. Niemożliwość uporządkowania własności przepływu przez przewody zaopatrzone w szczelinę wg jednego tylko kryterium, wobec znaczących wartości pozostałych liczb kryterialnych, tłumaczy również trudność przenoszenia doświadczeń pomiędzy przewodami, posiadającymi tylko pewne cechy wspólne, np. jednakowe długości, lecz różne parametry

początkowe jak szybkości, bądź ciśnienia. Związek zaś każdej z liczb z przepływem wyjaśnia przyczyny, dla których niewielkie zmiany jakiegokolwiek bądź parametru, np. kształtu przewodu, wydatku wypływającego itd., powodują znaczne zmiany w charakterze wypadkowego przepływu przez przewód.

Wspomnieć wreszcie należy, że w odróżnieniu od przepływów przez przewody szczelne, dla których liczba Reynoldsa pozostawała wzdłuż przewodu stałą, w przypadku przewodu szczelinowego liczba Reynoldsa staje się funkcją współrzędnej bieżącej. Liczba Reynoldsa nie jest również miarą gradientu ciśnienia w określonym przekroju przewodu, ponieważ znaczący wpływ na spadek ciśnienia ma wypływająca po drodze masa cieczy. Dlatego też spadki ciśnienia w określonym odcinku przewodu wydatkującego ciecz w sposób np. jednostajny są funkcją długości rozpatrywanego odcinka, kształtu przewodu, tj. zarówno wymiarów poprzecznych jak i podłużnych oraz funkcją strat wypływu i strat ogólnych zmiennych wzdłuż drogi.

Aby ustalić charakterystyczne cechy przepływu cieczy przez najważniejsze, ze względu na zastosowania praktyczne, przewody wydatkujące ciecz w sposób jednostajny na całej długości, należy analizować wpływ wszystkich liczb kryterialnych, ujmujących liczbowo geometryczne, kinema-

tyczne i dynamiczne własności przepływów przez przewody szczelinowe. Poniżej przedstawiono pokrótce wyniki analizy postawionego zagadnienia oraz wyniki doświadczeń, które pozwalają zaprojektować przewód wydłużający ciecz w sposób przewidziany z góry.

#### Oznaczenia użyte w tekście

$g$  — przyspieszenie ziemskie  
 $h$  — wysokość szczeliny  
 $l$  — długość szczeliny  
 $p$  — ciśnienie statyczne  
 $q$  — wydatek sekundowy na jednostkę długości szczeliny  
 $v$  — prędkość przepływu  
 $x$  — współrzędna bieżąca  
 $D$  — średnica przewodu  
 $F$  — przekrój poprzeczny przewodu  
 $M$  — masa  
 $P$  — siła  
 $Q$  — wydatek sekundowy  
 $\gamma$  — ciężar właściwy  
 $\varphi$  — współczynnik wypływu  
 $\eta$  — współczynnik strat szczególnych  
 $\lambda$  — współczynnik strat ogólnych  
 $\pi$  — 3,1415  
 $\rho$  — gęstość  
 $\xi$  — współrzędna bieżąca.

#### Wskaźniki

$o$  — przekroju początkowego  
 $x$  — współrzędnej bieżącej  
 $o-x$  — odcinka  $o-x$   
 $t$  — wartości teoretycznej  
 $\xi$  — współrzędnej bieżącej.

Ruchem cieczy lepkiej przez przewody zwykłe rządzą dwa równania. Pierwsze z nich, równanie Bernoulliego, pozwala ustalić wartości ciśnień wzdłuż przewodu określonego kształtu, drugie zaś, zwane równaniem ciągłości, podaje w formie analitycznej oczywisty fakt, że ilość cieczy przepływającej między dwoma przekrojami przewodu jest niezmienna. Inaczej przedstawia się zagadnienie przepływu w przypadku przewodu, wzdłuż którego wykonano szczelinę (rys. 1). Zmienna jest ilość cieczy przepływającej pomiędzy poszczególnymi przekrojami, zaś masa wypływająca przez szczelinę oddziałuje dynamicznie na strumień przepływający wewnątrz przewodu, zmieniając rozkłady ciśnień w sposób zasadniczo różny od rozkładów występujących przy przepływie przez przewody szczelne.

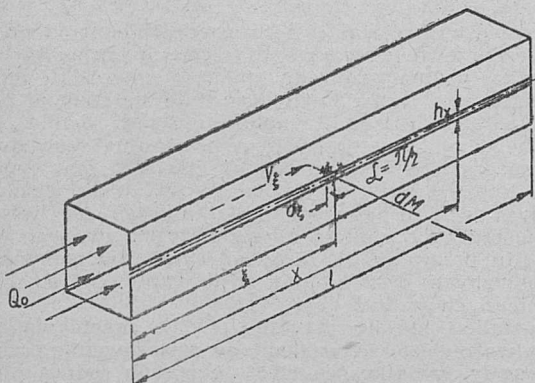
Aby dostosować obydwa równania do przepływu przez nawiewne przewody szczelinowe poczynimy następujące założenia:

a) Cały wydatek cieczy  $Q_o$ , doprowadzony do zaślepionego na końcu przewodu, wydostaje się na zewnątrz przez szczelinę o zmiennej wysokości  $h(x)$  i długości  $l$ .

b) Wydatki  $q$  wypływające na jednostkę długości są stałe, a więc ilość powietrza przepływająca przez wnętrze przewodu spełnia związek

$$Q_x = Q_o \frac{l-x}{l} \quad (1)$$

analogiczny do równania ciągłości  $Q_x = Q_o$ , które obowiązuje przy przepływie przez przewody szczelne.



Rys. 1. Przewód szczelinowy

c) Kształt przekroju poprzecznego przewodu między przekrojami początkowym i końcowym jest stały, to znaczy

$$D_x = D_o$$

d) Straty ogólne przepływu są kwadratową funkcją prędkości (traktuje się więc przewód jak idealnie szorstki).

e) Kąt wypływu strug ze szczeliny  $\alpha$  jest na całej długości równy  $\frac{\pi}{2}$  (założenie wstępne).

Ostatnie założenie prowadzi do analitycznego ujęcia przyrostów ciśnienia związanych z ubytkiem masy. Jeżeli bowiem prędkość wypływającej na sekundę masy  $dM = \rho dQ$  przez elementarne pole szczeliny  $hd\xi$  zawiera z osią przewodu kąt

$\alpha = \frac{\pi}{2}$ , zaś szybkość przepływu tejże masy przez przekrój  $\xi$  wynosi  $v_\xi$ , to ubytek  $dM$  powoduje sekundowy przyrost pędu, którego składowa wzdłuż przepływu wynosi

$$dP_\xi = \frac{\gamma}{g} dQ_\xi v_\xi$$

Związany z tym przyrost ciśnienia na odcinku  $d\xi$  wynosi więc odpowiednio

$$dp_t = \frac{dP_\xi}{F_\xi} = \frac{\gamma}{g} v_\xi^2 \frac{dQ_\xi}{Q_\xi} \quad (2)$$

Na skończonym zaś odcinku  $o-x$  przyrost sumaryczny będzie równy

$$p_{o-x, t} = \frac{\gamma}{g} \int_o^x v_\xi^2 \frac{dQ_\xi}{Q_\xi} \quad (3)$$

W uzupełnieniu do założenia (e) należy jednak zauważyć, że przepływ cieczy przez przewody szczelinowe wskazuje odchylenia kierunku masy wypływającej od prostopadłego ( $\alpha < \frac{\pi}{2}$ ) i to tym większe, im większa jest szybkość  $v_\xi$ .

Ponieważ zaś przyrosty ciśnienia ujęte wzorem (3) dotyczą wypływu prostopadłego, a więc wypływu, dla którego przyrosty osiągają maksymalną możliwą wartość odpowiadającą przypadkowi idealnemu, więc dla ujęcia liczbowego przyrostów rzeczywistych należy wprowadzić współczynnik strat  $\eta_{o-x}$  ujmujący liczbowo wpływ odchylenia kierunku wypływającej masy od kierunku prostopadłego.

Rzeczywiste przyrosty ciśnienia spowodowane wpływem wyniosą więc

$$p_{o-x} = \left(1 - \eta_{o-x}\right) \frac{\gamma}{g} \int_o^x v_\xi^2 \frac{dQ_\xi}{Q_\xi} \quad (4)$$

Wielkość (4) jest nie do pominięcia w bilansie energii jednostki objętości cieczy przepływającej wzdłuż przewodu szczelinowego. Z jej uwzględnieniem równanie Bernoulliego, które dla przewodów zwykłych ma postać

$$p_o + \frac{v_o^2}{2g} \gamma = p_x + \frac{v_x^2}{2g} \gamma + \lambda_{o-x} \frac{\gamma}{2g} \int_o^x v_\xi^2 \frac{d\xi}{D_\xi} \quad (5)$$

przyjmie w przypadku rozpatrywanych przepływów wygląd następujący:

$$p_o + \frac{v_o^2}{2g} \gamma = p_x + \frac{v_x^2}{2g} \gamma + \lambda_{o-x} \frac{\gamma}{2g} \int_o^x v_\xi^2 \frac{d\xi}{D_\xi} + \left(1 - \eta_{o-x}\right) \frac{\gamma}{g} \int_o^x v_\xi^2 \frac{dQ_\xi}{Q_\xi} \quad (6)$$

lub po uwzględnieniu założeń a ÷ d i scałkowaniu

$$p_x = p_o + \frac{v_o^2}{2g} \gamma \left\{ \left(2 - \eta_{o-x}\right) \left[1 - \left(\frac{l-x}{l}\right)^2\right] - \frac{\lambda_{o-x} l}{3D} \left[1 - \left(\frac{l-x}{l}\right)^3\right] \right\} \quad (7)$$



Znajomość rozkładu ciśnień wzdłuż przepływu pozwala znaleźć sekundowy wydatek powietrza wypływającego na jednostkę długości szczeliny

$$q = \varphi h_x \sqrt{\frac{2g}{\gamma} p_x} \quad (8)$$

gdzie  $\varphi$  jest współczynnikiem wypływu o wartości liczbowej nie odbiegającej w sposób znaczący od 0,6. Z racji założeń (b) wynika również, że wzdłuż przewodu iloczyn  $h_x \sqrt{p_x}$  występujący w (8) zachowuje wartość stałą. Przepisując (8) w postaci uwzględniającej (7) tj.

$$q = \varphi h_x \sqrt{\frac{2g}{\gamma} p_o \left\{ 1 + \frac{1}{p_o} \frac{v_o^2}{2g} \gamma \left\{ \left( 2 - \eta_{o-x} \right) \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^2 \right] - \frac{\lambda_{o-x} l}{3D} \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^3 \right] \right\} \right\}} \quad (9)$$

widać, że dla uzyskania stałego wydatku  $q$  na jednostkę długości określonego przewodu należy znać wartość współczynnika  $\eta_{o-x}$ , tj. wartość sumarycznego współczynnika strat wypływu na odcinku  $o-x$ . Dobranie odpowiednich wartości  $h_x$  nie przedstawi już trudności.

Pomiary współczynnika strat przeprowadzono na przewodzie szczelinowym (rys. 2), o wymiarach  $225 \times 175$  mm, zaopatrzonego w łopatki zapewniające równomierne rozpręstrzenie się powietrza po pomieszczeniu. Wysokość szczeliny ustalono metodą kolejnych przybliżeń tak, aby zapewnić liniową zmianę wydatku przepływającego wewnątrz przewodu.

Pomiary rozkładów ciśnień statycznych oraz odpowiednich wysokości szczeliny wzdłuż przewodu potwierdziły słuszność wzoru (8). Porównanie zaś rozkładów pomierzonych z rozkładami otrzymanymi ze wzoru (7) przy założeniu, że straty spowodowane odchyleniami są równe zero ( $\eta_{o-x} = 0$ ) pozwoliły na określenie wielkości  $\eta_{o-x}$ . Wyniki pomiarów dla przewodu o długości  $l = 8$  m przedstawiono na rys. 3.

Wartość

$$\frac{p_x - p_o}{\frac{v_o^2}{2g} \gamma} t = 2 \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^2 \right] - \frac{\lambda_{o-x} l}{3D} \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^3 \right] \quad (10)$$

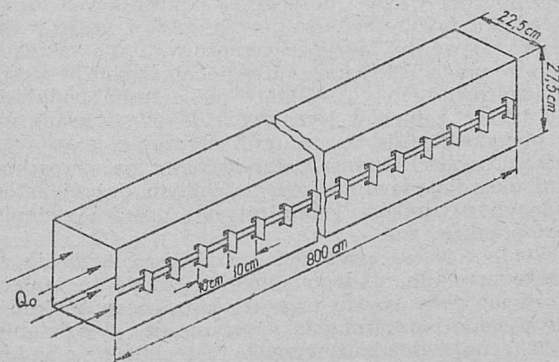
dla przewodu laboratoryjnego ( $\eta_{o-x} = 0$ ;  $\frac{\lambda_{o-x} l}{3D} = 0,27$ )

przedstawiono na rys. 3 krzywą (a). Odpowiednie zaś wielkości pomierzone dla różnych początkowych parametrów przepływu krzywymi, odpowiadającymi kolejnym pomiarom b, c, d. Współczynniki strat otrzymane z porównania (a) z (b), (c) i (d), tj. z krzywymi określonymi związkiem

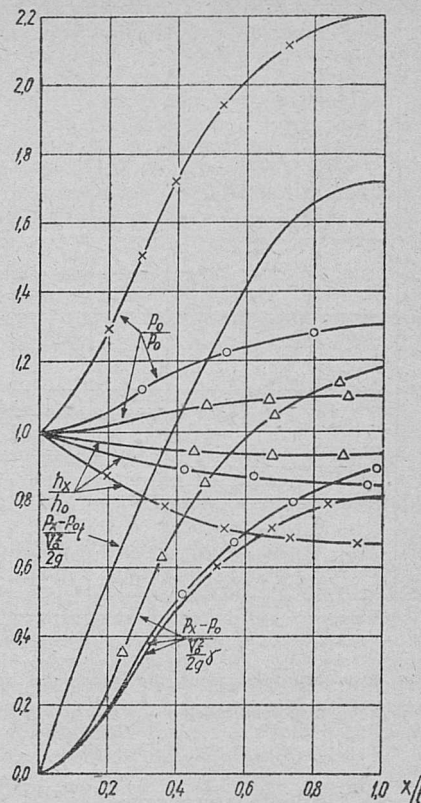
$$\frac{p_x - p_o}{\frac{v_o^2}{2g} \gamma} = \left( 2 - \eta_{o-x} \right) \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^2 \right] - \frac{\lambda_{o-x} l}{3D} \left[ I - \left( \frac{l-x}{l} \right)^3 \right] \quad (11)$$

zostały podane na rys. 4.

Z porównania wzorów (10) i (11) wynika, że w przypadku przepływów rzeczywistych rozkład ciśnień wzdłuż przewodu



Rys. 2. Przewód szczelinowy doświadczalny



- krzywa a
- Δ — Δ pomiar b  $\frac{1}{\beta} \frac{v_o^2}{2g} \gamma = 0,0938$   $p_o = 13,353 \text{ kg/m}^2$   $h_o = 3,97 \text{ mm}$
- — ○ pomiar c  $\frac{1}{\beta} \frac{v_o^2}{2g} \gamma = 0,3507$   $p_o = 6,68 \text{ kg/m}^2$   $h_o = 7,75 \text{ mm}$
- × — × pomiar d  $\frac{1}{\beta} \frac{v_o^2}{2g} \gamma = 1,5102$   $p_o = 2,17 \text{ kg/m}^2$   $h_o = 15,62 \text{ mm}$

Rys. 3. Wykresy rozkładów ciśnień  $\frac{p_x - p_o}{\frac{v_o^2}{2g} \gamma}$ ,  $\frac{p_x}{p_o}$  oraz bezwymiarowych wielkości  $h_x/h_o$  dla przewodu scharakteryzowanego parametrem  $\frac{\lambda_{o-x} l}{3D} = 0,27$ .

zależy od większej liczby parametrów, aniżeli od jednego tylko parametru  $\frac{\lambda_{o-x} l}{3D}$  charakteryzującego przepływ idealny ( $\eta_{o-x} = 0$ ). Wynika to ze zmian wartości współczynnika  $\eta_{o-x}$ .

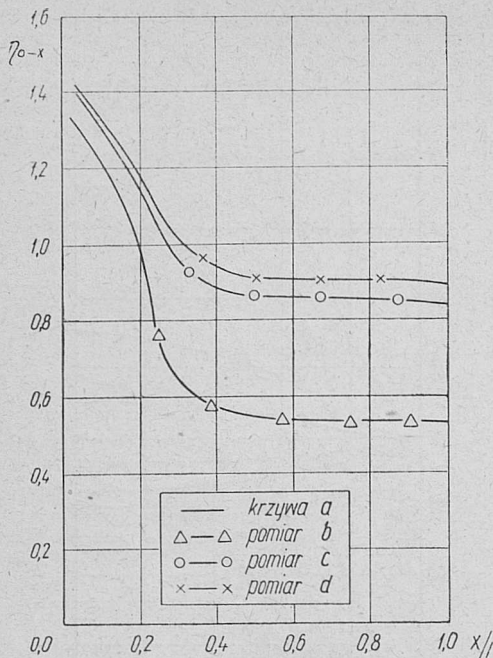
Aby wartość tę określić jednoznacznie należy zmiany rozkładu ciśnień wzdłuż przewodu uzależnić od większej liczby parametrów. Dlatego przy poszczególnych krzywych na rys. 3 i 4 podano początkowe wielkości liczbowe charakteryzujące przepływ oraz zmiany  $p_x/p_o$  i  $h_x/h_o$ . Stąd też wynika, że ustalenie rozkładu ciśnień wzdłuż dowolnego przewodu szczelinowego wydajającego ciecz jednostajnie wymagało zbadania w analogiczny sposób przewodów o wartości  $\frac{\lambda_{o-x} l}{3D}$  zmieniającej się praktycznie w granicach od

0,1 do 1 dla różnych parametrów  $p_o$  i  $\frac{1}{\beta} \frac{v_o^2}{2g} \gamma$  \*).

Nakład pracy koniecznej do przeprowadzenia odpowiednich badań laboratoryjnych wyjaśnia ostatecznie przyczynę, dla której przewody szczelinowe nie uzyskały dotąd wszechstronnego opracowania. Omawiane badania zostały przeprowadzone pod kierunkiem autora w Zakładzie Wietrzenia i Klimatyzacji CIOP przez zespół mgr inż. J. Tichego.

Pobieżny przegląd pomiarów wskazuje bardzo charakterystyczną cechę rozpatrywanych przepływów, jaką jest bez-

\* Wyniki zostaną podane na innym miejscu.



Rys. 4. Wykres współczynnika strat dla przewodu scharakteryzowanego współczynnikiem  $\frac{\lambda_{0-x}^l}{3D} = 0,27$ .

względny wzrost ciśnienia statycznego  $\left( \frac{p_x - p_0}{\frac{v_0^2}{2g} \gamma} \right)$  wzdłuż przewodu wydatkującego w odróżnieniu od liniowo malejącego spadku ciśnienia, występującego przy przepływie przez przewody szczelne. Wzrost ciśnienia jest tym większy im mniejszy jest stosunek  $\frac{1}{p_0} \cdot \frac{v_0^2}{2g} \gamma$ , co łatwo zauważyć z rysunku 3. Również rośnie względna wartość ciśnienia chociaż w odwrotnym stosunku wyrażenia  $\frac{1}{p_0} \cdot \frac{v_0^2}{2g} \gamma$ . Tu leży

przyczyna ogromnej ekonomii sieci nawiewnej złożonej z elementów szczelinowych. Przy dużych wydatkach tłoczonych długim przewodem wystarczą minimalne początkowe nadwyżki ciśnienia statycznego, aby mimo to rozprowadzić określoną ilość powietrza przez przewód o znacznej długości. Jeżeli zgodnie np. z krzywą pomiaru (d) na rys. 3 przewodem o wymiarach podanych wyżej rozprowadzić należy  $Q_0 = 0,444 \text{ m}^3/\text{sek}$  powietrza, to wystarczy zapewnić początkowe ciśnienie  $p_0 = 2,17 \text{ mm H}_2\text{O}$  oraz początkową wysokość szczeliny  $h_0 = 15,62 \text{ mm}$ . Odpowiedni rozkład ciśnień wzdłuż przewodu zilustruje krzywa  $p_x/p_0$  na rys. 3, wyliczoną zaś ze wzoru (8) wysokość szczeliny krzywa  $h_x/h_0$ .

Obserwowany wzrost ciśnienia maleje w miarę wzrostu bezwzględnej długości przewodu szczelinowego na skutek strat wywołanych tarciem. W przewodach bardzo długich przewaga oporów jest tak znaczna, że zysk na skutek ubytku masy jest praktycznie pomijany. Taki przypadek nie zachodzi jednak w praktyce wentylacyjnej.

Na zakończenie należy podkreślić, że rozpatrywane zagadnienie przewodów wydatkujących ciecz w sposób jednostajny znajduje zastosowanie nie tylko w technice wietrzeń. Podobny problem występuje w wielorurowych i płaszczynowych nagrzewnicach, palnikach gazowych, sieciach wodociagowych itp. W każdym z tych przypadków do obliczenia rozkładu ciśnień należy posługiwać się równaniem Bernoulliego w postaci (7) oraz równaniem „ciągłości“ (1). Ponieważ jednak każdorazowo może zmieniać się wartość współczynnika  $\varphi$ , więc konieczne jest dla wypływu, którego charakter różni się znacznie od wypływu ze szczeliny, powtórzyć cykl doświadczeń, bowiem wraz ze zmianą wartości  $\varphi$  może ulec zmianie także współczynnik  $\eta_{0-x}$ . Przytoczony wyżej współczynnik strat  $\eta_{0-x}$  może znaleźć zastosowanie tylko dla wylotu o kształcie przedstawionym na rysunku 2 oraz wymiarach wysokości szczeliny wyliczonych ze wzoru (8).

Literatura

Dow W. M. The uniform Distribution of a Fluid Flowing Through a Perforated Pipe. I. A. Mech. Dezember 1950. Vol. 17, No. 4.  
Keller I. D. The Manifold Problem Trans. ASME Vol. 71, 1949.  
Olson F. G. W. Flow Through a Pipe With a Porous Wall. Trans. ASME Vol. 71, 1949.  
Petrov G. A. Dwiżenie żidkosti s izmieniem raschoda w dol puti. Stroizdat 1951.  
Trudy Charkowskogo Gidromieteorologiceskogo Instituta 1937. O dwiżenii żidkosti s pieriemiennoj w dol potoka massoj.

Wiadomości praktyczne

Zagadnienie tworzyw w budownictwie uzdrowiskowym

Zastosowanie odpowiednich tworzyw w budownictwie uzdrowiskowym podyktowane jest koniecznością zadośćuczynienia wymaganiom technicznym, leczniczym i ekonomicznym.  
Poza ogólnymi warunkami technicznymi, jakich wymaga się od poszczególnych tworzyw, dobór materiałów w budownictwie oraz urządzeniach i instalacjach uzdrowiskowych musi być pierwszorzędny, a wykonanie robót precyzyjne i bez zarzutu. Na każdym kroku i przy każdej najmniejszej nawet wykonanej inwestycji pamiętać należy, w jakich warunkach ma ona pracować. Agresywność wszystkich prawie wód mineralnych zmusza nas do wyboru takich tworzyw, które by w danych warunkach najlepiej celowi swojemu odpowiadały. Całość urządzeń uzdrowiskowych służy celom leczniczym i temu zadaniu wszystkie inne muszą być podporządkowane.  
Ponieważ podstawowym środkiem leczenia każdego uzdrowiska są jego wody mineralne, dlatego przy wykonywaniu urządzeń leczniczych pamiętać musimy, że woda mineralna powinna być doprowadzona do miejsca użycia w stanie jak najmniej zmienionym. Całość urządzeń, poczynając od ujęcia źródła, przez pompy, rurociągi, zbiorniki i ogrzewanie wody winna być tak wykonana, aby zapewniała jak najmniejsze zmiany w składzie chemicznym wody. Równocześnie materiał użyty do budowy tych urządzeń winien być taki,

aby nie wpływał szkodliwie na zmianę składu chemicznego wody, a z drugiej strony taki, by sam był odporny na niszczące działanie wód mineralnych.  
Poza względami technicznymi i leczniczymi do takiego doboru materiałów zmusza nas wreszcie trzeci postulat — ekonomia. Stanowi ona o kosztach eksploatacji, a tym samym i o kosztach zabiegów leczniczych, a więc i możliwości korzystania z nich większej, względnie mniejszej ilości kuracjuszy.  
Nie ulega wątpliwości, że przy dzisiejszym stanie wiedzy balneotechnicznej wiele z dotychczas pokutujących zasadniczych błędów mogłoby być usuniętych, gdyby względy finansowe na to pozwoliły. Możliwość przeprowadzenia takiego generalnego remontu całości urządzeń technicznych w poszczególnych uzdrowiskach pozwoliłaby na znaczne podniesienie poziomu jakości zabiegów leczniczych, a równocześnie wpłynęłaby niejednokrotnie na znaczne obniżenie kosztów eksploatacji. Trudności finansowe stoją temu na przeszkodzie, lecz tym niemniej powinno być naczelnym dążeniem odpowiedzialnych czynników i prędkiej lub później zadanie to musi być zrealizowane.  
Omówienie całości zagadnienia przekracza znacznie ramy niniejszego artykułu, dlatego omówię jedynie te materiały, które częściej są w użyciu oraz te, które bezpośrednio stykają się z wodą i narażone są na niszczące jej działanie.  
Jednym z najczęściej używanych materiałów w budownictwie jest beton. Wpływy na beton są różne, w zależności od rodzaju wód mineralnych. Wpływy bezwodnika węglowego



(CO<sub>2</sub>) u wód zawierających bezwodnik węglowy, z praktycznego punktu widzenia biorąc, są dwojakie:

a) Z jednej strony jest to działanie korzystne i pożądane, polegające na tym, że zawarty w świeżym cemencie lub betonie wodorotlenek wapnia przyjmuje z wolna z powietrza albo z wody bezwodnik węglowy i wiąże go chemicznie, przy czym po odszczepieniu wody rozpuszczalny w wodzie wodorotlenek wapnia Ca(OH)<sub>2</sub> przechodzi w węglan wapnia, który jest praktycznie w wodzie nierozpuszczalny, czyli  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

Na skutek takiej reakcji na powierzchni powstaje warstwa ochronna, która przeciwdziała szkodliwym wpływom wyługowania z zewnątrz. Przy betonie porowatym przebieg wspomnianej reakcji chemicznej dochodzi szybko, przy czym cały Ca(OH)<sub>2</sub> zamienia się na CaCO<sub>3</sub> i wtedy ani MgSO<sub>4</sub>, ani MgCl<sub>2</sub> nie powinny działać na beton szkodliwie. W pewnych wypadkach można przyspieszyć ten proces powstawania warstwy ochronnej z węglanu wapnia, np. przy obróbce kamieni sztucznych w zamkniętych przestrzeniach w atmosferze nasyconej bezwodnikiem węglowym, albo przy zbiornikach przez napełnienie wodą nasyconą bezwodnikiem węglowym.

Odnośnie działania CO<sub>2</sub> w postaci gazowej na zaprawę cementową, to jak stwierdza Kleinlogel, przy koncentracji CO<sub>2</sub> w ilości 10–20% z powietrzem, proces przechodzenia wodorotlenku wapnia w węglan wapnia w zaprawach tłustych i chudych z cementów handlowych odbywał się bez specjalnych oznak. Wpływ mieszaniny powietrza z większą zawartością CO<sub>2</sub> niż 50% lub więcej uwidaczniał się wywiązywaniem się znacznej ilości ciepła, związanej niekiedy z powiększeniem objętości zaprawy i rozluźnieniem warstwy powierzchniowej. Ciała, które na skutek dłuższego pozostawiania na powietrzu posiadały już na swojej powierzchni warstwę ochronną węglanu wapnia, nawet na skutek działania silniejszych mieszanek CO<sub>2</sub> nie wykazywały żadnych widocznych zmian.

b) Z drugiej strony zachodzą procesy, w następstwie których może ulec dużemu uszkodzeniu, względnie nawet zupełnemu zniszczeniu.

Tak, jak nasycone bezwodnikiem węglowym wody w naturze atakują pokłady licznych skał, jak: wapieni, doloemitów, a nawet krzemianów, tak i w technice zachowują się w stosunku do materiałów budowlanych zawierających wapno, a w szczególności do betonu.

Zawarty w wodach w większych lub mniejszych ilościach bezwodnik węglowy występuje w trzech formach:

- a) jako wolny CO<sub>2</sub> w szczawach — szprudlach (zdrojach),
- b) jako „związany“, względnie
- c) jako „półzwiązany“.

„Związany“ i „półzwiązany“ bezwodnik węglowy tworzą w równych częściach dwuwęglany. Podczas gdy CO<sub>2</sub> chemicznie związany w rozpuszczalnych w wodzie kwaśnych węglanach wapnia Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> i kwaśnych węglanach magnezu Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nie wywiera żadnego szkodliwego wpływu na beton lecz przeciwnie, w korzystny sposób przyczynia się do wytworzenia powierzchniowej warstwy ochronnej węglanu wapnia i osadów cząstek węglanów, to jedynie wolny CO<sub>2</sub> brany jest pod uwagę, jako czynnik niszczący beton.

Należy jednak przy tym uwzględnić, że kwaśne węglany wapnia i magnezu są ciałami skrajnie niestabilnymi, bardzo skłonny do wydzielania nierozpuszczalnych i ciężko rozpuszczalnych neutralnych połączeń kwaśnych węglanów, a nierozpuszczone pozostają tylko w obecności pewnej nadmiernej ilości wolnego CO<sub>2</sub>. Z tej ilości jest więc zawsze konieczna pewna część CO<sub>2</sub>, uwarunkowana właśnie pozostałością dwuwęglanów ażeby te dwuwęglany utrzymać w roztworze, a tylko pozostała reszta jest w stanie działać rozpuszczająco na beton.

Ta nadwyżka bezwodnika węglowego określana jest jako CO<sub>2</sub> „agresywny“. Może więc być woda o dużej ilości wolnego CO<sub>2</sub>, który jednak nie będzie agresywny, a będzie to wtedy, gdy równocześnie w wodzie znajdują się dwuwęglany w przeważającym stosunku. Odwrotnie, nawet małe ilości wolnego CO<sub>2</sub> mogą działać agresywnie, wtedy mianowicie, gdy, jak przy pewnych nadzwyczaj miękkich wodach, wolnemu CO<sub>2</sub> przeciwstawia się jedynie znikomą małą ilość twardości węglanowej, albo jak przy wodzie deszczowej jest jej zupełny brak. Przy takich bardzo miękkich wodach dochodzi także jeszcze jeden moment wspierający rozsądzanie, tj. znaczna zdolność rozpuszczania.

Przykładów szkodliwych wpływów wód nasyconych CO<sub>2</sub> podaje literatura niemiecka dużo. Z drugiej strony stwierdzić można, że np. zbiornik na wodę mineralną wykonany w roku 1926 przy nowych łaźniach mineralnych w Krynicy dotychczas nie wykazuje żadnych uszkodzeń, co dowodzi, że wody krynickie pomimo dużej ilości wolnego bezwodnika węglowego zawierają równocześnie duże ilości dwuwęglanów: wapniowego, barowego, strontowego, magnezowego, żelazowego, manganowego, sodowego, potasowego i litowego.

Wydaje mi się również, że i inne roboty betonowe nie doznały uszkodzeń przez wody mineralne w Krynicy.

Jako zabezpieczenie przeciwko szkodliwemu działaniu wód nasyconych CO<sub>2</sub>, jest wybór dobrego cementu i dobre zestawienie grubości ziaren celem uzyskania szczelnego betonu, dalej zbadanie wód gruntu pod fundamenty, ustalenie wytrzymałości itd.

Dobrze wykonany beton winien otrzymać również staranną, gładką, nieporowatą wyprawę, do której należy stosować cement o małej ilości wapna. Wreszcie na wierzchnią ochronną warstwę należy stosować Inertol. Dla zwiększenia szczelności i wytrzymałości w pewnych wypadkach oddaje dobre usługi kilkakrotne powleczenie powierzchni fluorkiem sodu.

Do najtrudniejszych zagadnień należy bez wątpienia rozwiązanie problemu wód siarczanych zawierających siarkowodor (H<sub>2</sub>S). Siarkowodor okazał się bardzo niebezpiecznym wrogiem betonu w szczególności rur kanalizacyjnych i zbiorników. Doświadczenia wykazały, że wapno w zaprawie cementowej i betonie przemieniało się na skutek działania siarkowodoru i powietrza w drodze reakcji chemicznych na gips, co powoduje całkowite rozłaskowanie masy. Właściwie niszczącym czynnikiem stają się wtedy siarczany w wodach mineralnych, z których najważniejsze są:

- 1) MgSO<sub>4</sub> — siarczan magnezu — gorzka sól,
- 2) CaSO<sub>4</sub> — siarczan wapnia
- 3) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — siarczan sodowy — sól glauberska.

Wszystkie siarczany uznane są jako niszczyciele betonu, a wszystkie roztwory siarczanów działają na cement i beton bezwzględnie szkodliwie. Próby i doświadczenia wykazały, że zdolności niszczące wód siarczanych znacznie wzrastały, gdy na skutek parowania powstawały silniejsze koncentracje.

Poza wielu przykładami z fachowej literatury prawie na każdym kroku spotykamy dowody tego w Busku-Zdroju. Dobitym przykładem jest płyta żelbetonowa na wieży ciśnieniowej, u spodu której znajduje się zbiornik wody siarczanej, a na której umieszczone są trzy kadzie drewniane.

Płyta żelbetonowa wykonana z dobrego i czystego wiślanego żwiru, na skutek tego że woda z kadzi kapiała na powierzchnię płyty i rozkładała beton, została miejscami zupełnie zniszczona i pozostało jedynie uzbrojenie płyty. Po oczyszczeniu płyty z resztek zniszczonego betonu została ona uzupełniona świeżym betonem, a powierzchnia wyrównana czystą zaprawą cementową, ta zaś po wyschnięciu pociągnięta warstwą ochronną „smołowca“.

Solanki, w zależności od ich koncentracji i składu chemicznego, wywierają mniej lub więcej szkodliwy wpływ na beton. Przeprowadzone liczne próby wykazały, że czyste roztwory chlorku sodu (soli kuchennej) i chlorku potasu wywierają tylko stosunkowo słabe działanie na beton i zaprawę. Ważniejsze jest ich działanie na wkładki żelaza, które przy nieszczelnym betonie silnie rdzewieją i powodują odpryskiwanie betonu.

Większość występujących w praktyce roztworów soli kuchennej i chlorku potasu, jak woda morska, solanki itp. zawiera jednak zanieczyszczenia przez inne sole, z pomiędzy których na podkreślenie zasługują: chlorek magnezu i siarczan, których oddziaływanie na beton jest szkodliwe. Znajdujący się w niektórych wodach mineralnych jod i brom w postaci jodków i bromków działają na beton, podobnie jak chlor, silnie niszcząco. Zniszczenie betonu spowodowane jest w pierwszym rzędzie działaniem chlorków na znajdujące się w betonie wapno, a zwłaszcza chlorku magnezu, który reaguje wg wzoru:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{MgCl}_2 = \text{Mg(OH)}_2 + \text{CaCl}_2$ ; tworzy się wtedy chlorek wapnia i beton staje się przepuszczalny.

#### Wpływy borowin na beton

Najbardziej niebezpieczne są borowiny — muły z dużą zawartością koloidalnej siarki i równocześnie węglanów, w których na skutek reakcji chemicznych powstają duże ilości

siarczanów i wolnego  $\text{CO}_2$ , a te, jak wiadomo, działają na beton niszcząco. Należy również brać pod uwagę oddziaływanie kwasów humusowych. Im większa koncentracja szkodliwych składników, tym właściwości niszczące borowin są większe. Przy bezpośrednim działaniu wolnego kwasu siarkowego rozkłada się nie tylko wodorotlenek wapnia i węglanu wapnia, ale i odporniejsze połączenia glinu i krzemianu wapnia, a beton zamienia się w krótkim czasie w miękką masę. Literatura techniczna zna dużo takich przypadków.

Środki ochronne:

- 1) Stosowanie szczelnego betonu.
- 2) Jako materiał do betonu powinien być stosowany piasek bogaty w kwarce, a w żadnym wypadku wapniak.
- 3) Stosowanie cementów ubogich w wapno.
- 4) Wytrzymałość każdego betonu znacznie wzrasta, jeżeli mu się pozwoli możliwie w długim okresie czasu na wytworzenie warstwy ochronnej węglanu wapnia, a następnie dopiero dopuszcza działanie borowiny.

5) Jako powłoka ochronna doskonałe usługi oddaje Inertol, co stwierdzono na podstawie długoletniego doświadczenia.

O ile chodzi o wodę kondensacyjną, tzw. kondensat, to jak przy każdej miękkiej wodzie jej działanie wylugujące na wolne wapno zawarte w betonie jest znaczne i może przy stałym płynącym kondensacie doprowadzić do zupełnego zburzenia betonu. Jako środek ochronny służą powłoki z Gudsonu, Inertolu itp.

Najczęściej stosowanym w budownictwie tworzywem jest cegła. O ile chodzi o te części budowy, które bezpośrednio stykają się z wodą mineralną, to jedynie stosować należy klinkier na zaprawie cementowej, przy czym spoiny winny być wąskie i powleczone Inertolem. Poza tym w budynkach łazienek i innych, gdzie używana jest woda mineralna winna być stosowana cegła dobrze wypalona I klasy, o przełomie drobnoziarnistym, równomiernym, bez kamieni, szczerłym (bez dużych porów i jam), o barwie ciemnoczerwonej, dźwięku czystym, metalicznym, o nasiąkliwości do 20%. Duże zastosowanie może znaleźć cegła dziurawka, zwłaszcza do cienkich ścianek działowych, jako okładziny, do nadbudowy pięter, wypełnienia szkieletów, stropów gęstożebrowych i kleiowych, jako izolacja cieplna. Zastosowana w roku 1936 w łazienkach siarczanowych w Busku-Zdroju cegła dziurawka pomimo wielu niesprzyjających warunków zdała doskonale egzamin i zachowuje się bardzo dobrze.

Również o ile chodzi o stropy w budynkach zdrojowiskowych, w których są wyziewy wód mineralnych, w szczególności w łazienkach o wodach siarczanowych, winny być one z pustaków ceramicznych, mianowicie z cegły dziurawki, pustaków Akermana itp.

Najczęściej stosowane są na posadzki płytki kamionkowe terakotowe i te okazały się najtrwalsze, chociaż z drugiej strony są one „zimne”. Wykonane z gliny kaolinowej z dodatkiem topników, przeważnie skaleni oraz potrzebnych barwików, wypalone w temperaturze do  $1300^\circ\text{C}$ , okazały się zupełnie odporne nawet na tak agresywne wody, jak w Busku-Zdroju.

Zasadniczym wymaganiem wobec wszelkich zapraw murarskich stosowanych w budownictwie zdrojowym jest ich bezwzględna czystość, gdyż od tego uzależniona jest ich trwałość. Wykluczone jest również używanie jakiegokolwiek wody mineralnej do zapraw murarskich. Piasek do zapraw winien być czysty, kwarcowy i ostroziarnisty. Piasek kopalny o zawartości zanieczyszczeń ponad 5% winien być przemity. Istnieje cały szereg różnego rodzaju zapraw jak i dodatków do zapraw wapiennych w zależności od celu, których niesposób wszystkich tutaj omówić.

Dla farb, tak klejowych jak i olejnych, istnieje cały szereg pigmentów; wymienię tylko niektóre odporne na  $\text{H}_2\text{S}$ .

Biel cynkowa ( $\text{ZnO}$  tlenek cynku).

Biel tytanowa ( $\text{TiO}_2$ ) po zmieszaniu z  $\text{ZnO}$  znacznie zyskuje na trwałości i odporności na wpływy atmosferyczne.

Szpat barytowy  $\text{BaSO}_4$ .

Litopon  $\text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$  (baryt z siarczkiem cynku).

Uger — naturalna glina kaolinowa z tlenkami żelaza, które barwią na żółto.

Żółcień cynkowa (sól chromocynkowa).

Cynober naturalny ( $\text{HgS}$ ) krystaliczny siareczek rtęci.

Cynober sztuczny.

Kobalt i ultramaryna.

Zieleń cynkowa, grafit i wreszcie sadza.

Najistotniejszą częścią zdrojowiska są jego urządzenia mechaniczne, a więc instalacje i to te, które znajdują się w bezpośredniej styczności z wodą mineralną. Należą tu, jak już na wstępie wspominałem, ujęcia źródeł, pompy, rurociągi, zbiorniki, urządzenia do podgrzewania wody, do kąpieli oraz innych zabiegów. Należyty dobór odpowiednich tworzyw jest nieodzownym warunkiem dobrego przygotowania zabiegu leczniczego oraz ekonomicznego prowadzenia przedsiębiorstwa. Ponieważ większość wód leczniczych jest silnie agresywna, musi się tej właściwości poświęcić jak najbaczniejszą uwagę. Tak jak w skutkach leczniczych, tak i odnośnie chemicznego atakowania (korozji) każda z wód leczniczych jest inna.

Hütte w „Taschenbuch der Stoffkunde“ podał zestawienie zachowania się metali i ich stopów oraz betonu na działanie niektórych czynników częściej spotykanych. Niszczące działanie podzielone jest na pięć klas, w których:

1. oznacza dobrze nadające się tworzywo, czyli ubytek na wadze mniej niż  $0,1 \text{ g/m}^2/\text{h}$ ,
2. oznacza dostatecznie wytrzymałe tworzywo, czyli ubytek na wadze od  $0,1$  do  $1,0 \text{ g/m}^2/\text{h}$ ,
3. oznacza jeszcze dopuszczalne tworzywo, czyli ubytek na wadze od  $1,0$  do  $3,0 \text{ g/m}^2/\text{h}$ ,
4. oznacza tylko wyjątkowo dopuszczalne tworzywo, czyli ubytek na wadze od  $3,0$  do  $10,0 \text{ g/m}^2/\text{h}$ ,
5. oznacza niedopuszczalne tworzywo, czyli ubytek na wadze ponad  $10,0 \text{ g/m}^2/\text{h}$ .

Tylko przez próby da się bez zarzutu ustalić chemiczną wytrzymałość tworzywa przeciwko agresywnemu działaniu wód leczniczych.

Korozyjne części składowe wód leczniczych dadzą się ująć w następujące grupy:

|                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| $\text{H}_2\text{S}$ i $\text{HS}^+$ | siarkowodor i siarczki,             |
| $\text{CO}_2$ $\text{O}_2$           | bezwodnik węglowy i tlenki,         |
| $\text{Cl}$ i $\text{SO}_4$          | chlorki i siarczany,                |
| $\text{HCO}_3$ $\text{CO}_2$         | węglany wodoru i bezwodnik węglowy. |

Jak już wspominałem, mało jest tworzyw przydatnych dla wód o zawartości siarkowodoru.

$\text{CO}_2$  i  $\text{O}_2$  są przede wszystkim wrogami żelaza tak szeroko stosowanego, jako tworzywo dla rur. Wody o zawartości chlorków i siarczanów, a więc solanki i wody gorzkie także przy wyższej koncentracji są już o wiele łagodniejsze, zwłaszcza gdy nie zawierają  $\text{CO}_2$ , najłagodniejsze zaś są źródła alkaliczne. Tworzą one z większą ilością  $\text{CO}_2$  system chemicznej równowagi, o czym wspominałem omawiając wpływ  $\text{CO}_2$  na beton, wewnątrz którego agresywne własności  $\text{CO}_2$  nie mogą się uwidocznić. Tę część  $\text{CO}_2$ , którą równoważy jon dwuwęglanu, nazwalimy wyżej „związaną”, a nadmiar  $\text{CO}_2$  — jako „agresywną”. Wody, które obok dwuwęglanów zawierają także wapień  $\text{Ca}$ , wytwarzają warstwę ochronną na wewnętrznych ścianach z trudno rozpuszczalnego  $\text{CaCO}_3$  (węglan wapnia).

Rury żelazne kute nie nadają się do użytku dla wód mineralnych, gdyż przy szczawach największym wrogiem żelaza jest agresywna część  $\text{CO}_2$ , przy wodach siarkowodorowych wytwarza się  $\text{FeS}$ , siareczek żelazawy, w postaci czarnego nierozpuszczalnego w wodzie osadu. Rury takie próbowano pobielić bituminami, specjalnym lakierem żywicznym lub gumą, lecz takie powłoki psują smak wody, a poza tym brak doświadczeń z zachowania się tych materiałów. Również rury kute pocynkowane do wód mineralnych nie nadają się.

Dobrym tworzywem na wszelkiego rodzaju rury, kształtki i inne części rurociągów jest stal szlachetna. Bierzymy pod uwagę w pierwszym rzędzie stal chromo-niklową wg nomenklatury niemieckiej: V2A Supra i Extra (18% Cr i 8% Ni) lub V4A (18% Cr, 8% Ni i 2,5% Mo). Są one odporne na chemiczne działanie większości wód leczniczych, przy czym przy gorących solankach należy dać pierwszeństwo V4A Supra.

Toteż do nowego ujęcia otworu wiertniczego w Ciechocinku dla ujęcia słonej termy stosuje się rury ze stali szlachetnej.

Żelazo lane jest wypróbowanym tworzywem na rury dla wielu wód leczniczych z wyjątkiem wód siarkowych (zawierających  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{HS}^+$ ). Wytrzymały one długie lata tam, gdzie rury stalowe w krótkim czasie były zżerane. Ważną rolę odgrywa powstająca przy odlewaniu rur powłoka i tam, gdzie ona jest uszkodzona węgiel żelaza pod działaniem  $\text{CO}_2$  rozkłada się na grafit, przez co powstają wyżarcia.



Rury żeliwne emaliowane wewnątrz zyskały sobie duże uznanie. Zależnie od jakości emalii okazały się odporne na korozję najbardziej agresywnych wód mineralnych. Ujemną ich stroną jest możliwość odpryskiwania emalii, wskutek czego w rurach powstawały prędko wyżarcia i zmuszały do wymiany rur.

Miedź może być użyta tylko czysta (99,4%); jest bardzo łatwa w obróbkę, odporna na działanie  $\text{CO}_2$  i  $\text{O}_2$ , niezupełnie na Cl. Dla wód siarkowych absolutnie się nie nadaje. Wanny systemu Schwarza wykonane z blachy miedzianej zastosowane w Krynicy poza swoją celowością są bardzo estetyczne, higieniczne i trwałe, chociaż kosztowne.

Dzięki trwałości, dużej wytrzymałości oraz dobremu przewodnictwu cieplnemu i elektrycznemu miedź posiada liczne zastosowania, zwłaszcza przy budowie aparatów wyparnych i kotłów destylacyjnych, przewodów rurowych itd.

Naczynia miedziane przeznaczone do potraw oraz przy rurociągach dla wody do picia muszą być pobielane, tzn. pokryte warstwą cyny. Stop miedzi z cyną daje brąz; w zależności od innych składników jak: fosfor, mangan, krzem — otrzymujemy brązy fosforowe, manganowe, glinowe i krzemowe. Zwłaszcza brąz fosforowy posiadający znaczną twardość używany jest na śruby, armaturę, odporny jest na działanie wszystkich wód leczniczych. Mosiądz w 67% Cu + 33% Zn stosowany może być tylko dla łagodnych wód. Materiałem odpornym na wody siarkowe jest stop miedzi 80% i niklu 20%. Według otrzymanych informacji w zdrojowisku czechosłowackim Teplice nad Beczwą o szczawach ziemnych z dużą ilością wolnego  $\text{CO}_2$ , a więc o wodzie agresywnej, w użyciu są rury ze stopu Fe + Cu w stosunku 96% + 4%. Rury te wytrzymują 7 — 10 lat.

Aluminium może być stosowane tylko czyste, wolne od miedzi (99,5% Al) przy obróbce na gorąco występować mogą niekorzystne zmiany molekularne. Aluminium nie jest atakowane przez  $\text{H}_2\text{S}$ , HS i  $\text{CO}_2$ .

Nie nadaje się do wód żelazistych, u których powoduje zmiany w równowadze jonowej, również ulega działaniu jonów  $\text{Cl}^-$ . Aluminium nadaje się do wód siarczanych.

Wyroby kamionkowe stosowane w postaci rur i kształtek dla odpływów okazały się nadzwyczaj wytrzymałe. Długość handlowa rur 75 do 100 cm, średnica 5 — 25 cm. Nie ulegają działaniom chemicznym i są całkowicie odporne na korozję, wytrzymują temperaturę do 450°, posiadają jednak dużo ujemnych stron, jak: wielka waga, krótkie długości, niemożliwość obróbki, dużo łączników, a więc trudność uzyskania szczelności, mała wytrzymałość na zgięcie — dlatego pożądanym podkład piaskowy.

Rurociąg z rur kamionkowych został wykonany dla solanki jodo-bromowej w Busku na długości od źródła do zbiornika i od zbiornika do nagrzewnicy, lecz okazał się nieszczelny. Jeden z wykonanych w roku 1938 odcinków takiego rurociągu dla wody siarczanej nie mógł być dotychczas wypróbowany ze względu na brak pompy.

Porcelana stosowana od dawna do wyrobu izolatorów, umywalk, misek klozetowych itd. została ostatnio użyta w Niemczech do wyrobu rur i kształtek, które wyrabiano tam o długości 1,5 m, średnicy 80—250 mm.

Porcelana jest wytrzymała na najbardziej agresywne wody lecznicze, odporna na wysokie ciśnienia i wysoką temperaturę, dlatego też szybko znalazła zastosowanie w instalacjach zdrojowiskowych. Połączenie rur następuje przez ześrubowanie dwóch rur kołnierzych, względnie inne patentowe połączenie, uszczelnione syntetyczną gumą (buna). Wady, jak przy rurach kamionkowych.

Również szkło było użyte w Niemczech do wyrobu rur i kształtek dla celów wodociagowych. Jako „szkło jenejskie” znane było od dawna. Rury wyrabiano o długości do 2 m, średnicy wewnętrznej do 200 mm oraz wszystkie kształtki. Połączenie rur przy pomocy śrubunku względnie patentowych łączników, jako materiał uszczelniający — gumą (buna). Wytrzymują wysokie ciśnienie i wysoką temperaturę oraz są wytrzymałe na wszystkie agresywne wody lecznicze. Wady, jak u rur porcelanowych.

Przy rurach porcelanowych i szklanych należy zwracać baczną uwagę na połączenia, aby gumowe uszczelki nie wystawały do wnętrza rury, a tym samym nie psuły smaku wody i nie tamowały przepływu.

Przy rozbiórce źródła „Grota” w Busku okazało się, że siarczanka ze źródła doprowadzana była rurkami szklanymi do pijalni „Pod Parasolem”. Rury były częściowo uszkodzone, wskutek czego rurociągi nie działały.

Eternit. Normalny cement i włókna azbestu nawinięte na polerowany walec stalowy w cieniutkich warstwach i pod wysokim ciśnieniem sprasowane. Gęsto założona sieć chemicznie niewrażliwych włókien azbestowych czyni eternit bardzo odporny na korozyjne działanie. Długość rur normalnie 4 m, światło wewnętrzne 60—300 mm oraz wszystkie kształtki. Chemiczna wytrzymałość znaczna, wytrzymuje wysokie ciśnienie i temperaturę. Połączenia rur przy pomocy specjalnie skonstruowanych łączników i syntetycznej gumy. Ze względu na nieefektywny wygląd używane w miejscach niewidocznych lub pod ziemią. Rury takie częściowo zastosowane były w Ciechocinku, zachowały się podobno dobrze.

Drzewo jest starym i znanym materiałem na rurociągi. Mogą być rury wiercone w pełnych pniach lub układane z klepek, następnie ściągnięte żelazem obrczowym albo drutem miedzianym i obciagnięte asfaltowaną jutą. Połączenia wykonuje się przez klinowe zakończenie, wchodzące w drugą rurę i ściągnięte z zewnątrz opaską. Długość rur zależna od pnia. Drzewo winno być zdrowe i gęste. Nadają się następujące drzewa: jodła, świerk, sosna, modrzew, dąb, buk, olcha i bambus. Rury drewniane nadają się szczególnie dla wód termalnych. Przeważnie używane pod ziemią. W naszych zdrojowiskach spotkałem się w Szkle i Busku z rurociągami drewnianymi dobrze zachowanymi.

Rurociągi drewniane posiadają jednak dużo wad, jak: wielki ciężar, brak kształtek i dobrych połączeń i dlatego wyparte zostały przez inne tworzywa.

Ostatnie czasy przyniosły, zwłaszcza w Niemczech, nowe tworzywa jak np. „Mipolan”, chemicznie zupełnie wytrzymałe na wody lecznicze, wysokie temperatury i ciśnienie, dalej „Neoresit” również na działanie wód leczniczych zupełnie wytrzymały. Poza tym, w wielu wypadkach mogą znaleźć zastosowanie takie tworzywa, jak: guma, ebonit, bakelit itp.

Do konserwacji zewnętrznej przewodów, a wewnętrznej zbiorników używa się różnych preparatów patentowanych, przeważnie bitumicznego pochodzenia. Doskonałym w praktyce okazał się w Busku Inertol stosowany na zimno i na gorąco. Powłoka musi być jednak co pewien czas odnawiana. Powłoki dla zabezpieczenia rur przed korozją mogą być metaliczne, jak: pocynowanie (pobielanie), pomiedziowanie, pochromowanie, pominiowanie, pocynkowanie, poniklowanie, pochromowanie oraz niemetaliczne: ter, smoła, bitumy, laki aluminiowe i cement.

Najszerze zastosowanie przy rurach wodociagowych znalazło cynkowanie, chociaż niezupełnie słusznie, gdyż nie stanowi trwałej ochrony przed korozją. Warstwa cynku musi być stosunkowo gruba, aby na dłuższy czas mogła chronić żelazo przed korozją. Ponieważ cynkowanie przeprowadza się wyłącznie w ogniu, zachodzą więc wielkie różnice grubości warstwy cynku. Poniklowanie i pochromowanie jest dobrym środkiem ochronnym, lecz w praktyce wodociagowej nie ma szerszego zastosowania poza armaturą wodociagową i drobnymi częściami wyposażenia technicznego.

Zastosowane w Busku pochromowane baterie do wanien nie wytrzymały działania wód siarczanych i w krótkim czasie poczerwiała, a warstwa niklu i chromu odprysnęła.

Szerokie zastosowanie jako powłoki ochronne znalazły: tor, smoła i bitumy.

Artykuł niniejszy zawiera jedynie pobieżny skrót najważniejszych zagadnień, a przy ich realizacji radę i pomoc znaleźć można w obfitej literaturze technicznej.

## L i t e r a t u r a

1. Lehrbuch der Bader und Klimaheilkunde. — Prof. Vogt.
2. Technik der Balneotherapie. — Prof. dr Axel Winkler tom IV, wyd. Handbuch der Balneologie — Dietrich-Kaminer).
3. Taschenbuch der Stoffkunde. — Hütte.
4. Materiały budowlane. — Mielnicki.
5. Podręcznik chemii. — Dr Walter.
6. Ochrona rur przed korozją. — Inż. Stiksa.
7. Einflüsse auf Beton. — Kleinlogel.
8. Gospodarka wodami mineralnymi. — Dr Potocki (referat).
9. Walka z korozją żelaza. — Inż. K. Potocki.

mgr inż. Jan Rokosz

Nadzór i kontrola kanalizacji miejskiej oraz oczyszczalni ścieków

W pracy niniejszej przedstawiono zasady racjonalnego nadzoru i kontroli miejskiej sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków głównie w oparciu o doświadczenia radzieckie. Zawarte są one częściowo w „Prawidłach technicznej eksploatacji wodociągów i kanalizacji” wydanych przez Min. Gosp. Kom. ZSRR w 1950 r. i są przydatne w ogólnym technicznym zarysie dla naszych warunków.

Nadzór i kontrolę kanalizacji miejskiej winien sprawować personel inżynieryjno-techniczny oraz specjaliści (chemicy, biolodzy). Wchodzi on zazwyczaj w skład oddzielnego przedsiębiorstwa eksploatacyjnego lub oddziału przy miejskich organach komunalnych. W zależności od wielkości i typu obiektu w ramach przedsiębiorstwa eksploatacyjnego mogą występować następujące wydziały:

- 1) wydział sieci kanalizacyjnej,
- 2) wydział stacji oczyszczania ścieków,
- 3) wydział stacji przepompowywania ścieków.

Każdy wydział jest zasadniczo oddzielną organizacją, z własnym personelem nadzorującym i kontrolującym.

Ponieważ eksploatacja sieci kanalizacyjnej w dużym stopniu zależy od prawidłowości wykonawstwa, dlatego też służba eksploatacyjna winna nadzorować budowę sieci kanalizacyjnej. Nadzorem tym zajmuje się oddzielny podwydział eksploatacji. Do obowiązków jego należy:

- 1) nadzór nad prawidłowym wykonaniem robót wg projektu (spadki, rzędne itp.),
- 2) kontrola jakości użytych materiałów budowlanych,
- 3) nadzór nad wykonywaniem robót krytych (kolizje z innymi przewodami, wykonanie podłoża pod kolektorami itp.).

Po zakończeniu budowy następuje przyjęcie sieci w eksploatację, przy czym przedstawiciel nadzoru winien sprawdzić:

- 1) prawidłowość spadku kanału przyjmowanego i rzędnych bocznych doprowadzeń przez zaniwelowanie trasy poprzez studzienki,
- 2) trwałość uszczelnień połączeń rur (sposobem hydraulicznym),
- 3) prostolinijność sieci między studzienkami przy pomocy prześwietlania (latarka i lusterkiem),
- 4) trwałość zarobienia spoin kanałów ceglanych (fugowanie) i połączenia styków kanałów betonowych,
- 5) prawidłowość wykonania studzienek rewizyjnych, przepadowych, komór połączeniowych i rozgałęzieniowych, przejść syfonowych itp.,
- 6) prawidłowość wykonania rowków przepływowych w studzienkach rewizyjnych,
- 7) prawidłowość osadzania włazów, haków włazowych w studzienkach rewizyjnych.

Cała sieć kanalizacyjna powinna zostać zinwentaryzowana z wykonaniem szkicu zdawczo-odbiorczego i sporządzeniem paszportu i całość przekazana przedsiębiorstwu eksploatacyjnemu. Paszport zawierać winien schemat sieci z pokazaniem długości, średnic, napiegnięć rur, daty powierzchniowych i technicznych oględzin, daty przepłukiwania lub przeczyszczania sieci. Paszport jest ważnym dokumentem, sprawdzianem należytego wykonawstwa i eksploatacji sieci.

Nadzór i kontrola istniejącej sieci kanalizacyjnej przydomowej i ulicznej

Ponieważ działanie miejskiej sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni zależy w dużym stopniu od sposobu użytkowania instalacji kanalizacyjnej i sieci przydomowej, projektowanie i wykonawstwo wewnętrznych urządzeń winno odbywać się pod nadzorem przedsiębiorstwa eksploatacyjnego i być zgodne z wymaganiami i przepisami.

Projekt instalacji wod.-kan. wykonany na podstawie przepisów i wymagań technicznych powinien być zatwierdzony przez nadzór eksploatacyjny. Pozwolenie podłączenia wydaje się dopiero po przyjęciu wykonanego wg projektu urządzenia. W wypadku konieczności przeprowadzenia remontów związanych ze zmianą położenia średnic i spadków przewodów należy wykonać oddzielny projekt, osobno zatwierdzony.

W celu polepszenia eksploatacji sieci ulicznej powinien odbywać się, nie mniej niż jeden raz do roku, przegląd techniczny przykanalików. Oględzin winien dokonywać technik

sanitarny oraz robotnik. Grupa ta winna obsługiwać około 500 użytkowników. W wypadku stwierdzenia uszkodzenia lub zatkania użytkownik musi je usunąć we własnym zakresie wg wskazówek dozoruującego. Dla zorganizowania prawidłowej eksploatacji i nadzoru ulicznej sieci kanalizacyjnej wskazane jest podzielić ją na kategorie. Jako przykład może służyć podział sieci kanalizacji moskiewskiej na 4 kategorie, w zależności od stopnia napężnienia rur i prawidłowości wykonania:

| Techniczny układ sieci                           | Kategoria sieci przy stopniu napężnienia rur w czasie maksymalnego przepływu |                |                 |                          |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|
|                                                  | powyżej 0,25 d                                                               | poniżej 0,25 d | podparte w dole | pracująca pod ciśnieniem |
| Rury ułożone ze spadkami wyższymi od minimalnych | I                                                                            | II             | III             | I                        |
| j. w. lecz ze spadkami mniejszymi od minimalnych | II                                                                           | III            | IV              | I                        |
| j. w. lecz z technicznymi defektami w spadkach   | III                                                                          | IV             | IV              | II                       |

Praktyka pokazała, że w zależności od kategorii należy przyczyszczać sieć 1 — 4 razy do roku.

W celu zapobieżenia możliwości zatkań lub awarii sieci kanalizacyjnej ulicznej należy ją poddawać oględzinom zewnętrznym i technicznym. Oględziny zewnętrzne przeprowadza nie mniej niż raz na miesiąc brygada obchodowych, w składzie dwóch ludzi. Sieć kanalizacyjna III i IV kategorii winna być poddawana oględzinom nie mniej niż raz na dzień. Obejrzeniu podlegają studzienki rewizyjne z włazami, warunki przepływu ścieków w studzienkach, stopień zanieczyszczenia studzienek, ewentualne uszkodzenia i rozkopy na trasie itp. Ze szczególną uwagą oglądane są komory syfonowe, połączeniowe, rozgałęzieniowe, przejścia pod torami, burzowce itp. Rezultaty oględzin przekazuje się do centrali i służą one do określania konieczności przemycania, przeczyszczania lub remontu sieci. Oględziny techniczne przeprowadza dwa razy do roku, zazwyczaj na jesieni i na wiosnę, brygada składająca się z kilku ludzi. Obejrzeniu ulegają rodzaje uszkodzeń na sieci, całość włazów, wustów, rowków przepływowych przy studzienkach, wielkość infiltracji, stopień napężnienia kanałów i konieczność ich oczyszczenia. Kontroluje się również, czy nie wpuszczane są do sieci ścieki o składzie zabronionym, jak gorące wody o temperaturze powyżej 40°, zawierające benzynę, naftę, tłuszcz, kwasy i inne składniki, które należy zatrzymywać na urządzeniach wstępnego oczyszczania (tłuszczowniki, neutralizatory, odbenzyniacze itp.). Rezultatem tych oględzin jest zestawienie wiadomości odnośnie bieżących i kapitalnych remontów.

Oględziny techniczne kolektorów przeprowadza się 1 raz na 2—3 lata, zwykle na wiosnę. Przegląd przeprowadza brygada kilku robotników pod przewodnictwem inżyniera. W kanale powinno znajdować się chociaż trzech ludzi, a na powierzchni po dwóch ludzi przy studzienkach rewizyjnych badanego odcinka.

Oględzin komór syfonowych dokonuje brygada w składzie 4 ludzi, nie mniej niż raz na miesiąc. Techniczny przegląd awaryjnych wustów przeprowadza się z wypróbowaniem ich działania nie mniej niż raz do roku.

Poza powyższymi oględzinami należy przeprowadzać systematyczne pomiary napężnienia kanałów w poszczególnych godzinach, dniach, miesiącach oraz pomiary prędkości przepływu, ilości osadu w przewodach z analizowaniem przyczyn jego nadmiernego powstawania. Wszystkie występujące wypadki zatkań i zanieczyszczeń rur, awarii, należy rejestrować z uwzględnieniem przyczyn ich powstawania. Rezultaty oczyszczania sieci powinno się notować w książce paszportowej.

Sposoby płukania lub ewentualnego przeczyszczania sieci są różne i nie będą omawiane w niniejszej pracy.

Nadzór i kontrola oczyszczalni ścieków

Prawidłowość działania wszelkich typów oczyszczalni zależy w dużym stopniu od systematycznej kontroli ich pracy. Kontrola wszystkich oczyszczalni polega na określeniu:



1) ilości ścieków dopływających do urządzeń,  
2) ilości otrzymywanego osadu,  
3) zapotrzebowania powietrza, pary, gorącej wody itp.,  
4) zużycia energii elektrycznej,  
5) efektu pracy oczyszczalni wg danych analizy fizyczno-chemicznej i bakteriologicznej ścieków dopływających i oczyszczonych.

Należy zwrócić uwagę, aby ilość doprowadzanych do oczyszczalni ścieków równała się zaprojektowanej ilości. Pomiar ilości doprowadzanych ścieków wykonuje się przy pomocy aparatów pomiarowych z samopiszącymi przyrządami (szyber-regulator, przelewy pomiarowe, korytka pomiarowe i inne). Codziennie powinny być odczytywane rezultaty pomiarów i sumowane wyniki w celu otrzymania dobowego odpływu oraz nierównomierności w poszczególnych godzinach. Zapisy wielkości dopływu ścieków notuje się w książce kontrolnej.

Na ważniejszych oczyszczalniach dla racjonalnej eksploatacji konieczne jest określanie ilości osadu, powietrza, pary, gorącej wody itp. Zużycie energii elektrycznej określa się zarówno dla poszczególnych aparatów (dmuchawy, pompy do osadu i ścieków), jak i sumaryczne. Wyniki zapisuje się w książce kontrolnej.

Efekt pracy poszczególnych urządzeń określa się drogą analizy ścieków dopływających i odpływających. Wskaźnikami składu ścieków przy oczyszczaniu biologicznym wraz z chlorowaniem jest:

- 1) BZT<sub>5</sub>,
- 2) rozpuszczony tlen,
- 3) azot (ogólny, amoniakalny, azotanowy, azotynowy),
- 4) osad według objętości w ml/l,
- 5) zawiesiny (wysuszone przy temp. 105°) w mg/l,
- 6) temperatura,
- 7) przezroczystość,
- 8) barwa,
- 9) utlenialność,
- 10) chlorki,
- 11) czynna reakcja (pH),
- 12) wolny chlor.

Kontrola bakteriologiczna polega na określeniu ilości bakterii w 1 ml. Okresami wskazane jest określić dodatkowo ilość siarczanów, fosforanów, żelaza, potasu. Dla scharakteryzowania osadu można określać jego wilgotność w % oraz zawartość popiołu. Pełną analizę dopływających i oczyszczonych ścieków powinno się wykonywać nie rzadziej niż raz na 10 dni. Pobieranie próbek dopływających ścieków dla analizy odbywa się w określonych godzinach w ciągu doby.

Ponieważ skład ścieków zmienia się zależnie od godzin doby, należy raz w miesiącu wykonać analizę godzinnych prób.

Temperaturę ścieków mierzy się w momencie pobierania prób dla analizy, jak również w innych godzinach, nie rzadziej niż 2 razy na dobę. Temperaturę powietrza zapisuje się trzy razy na dobę (7 — 12 — 19 godz.). Rezultaty analizy rozpracowuje się tabelarycznie i umieszcza w książce paszportowej.

Przy określaniu ilości przepływających ścieków jednocześnie z pobieraniem prób, można obliczyć całkowitą ilość dopływających i zatrzymywanych zanieczyszczeń (BZT<sub>5</sub>, zawiesina, objętość osadu). Wskaźnik powyższy dobrze charakteryzuje zdolności oczyszczające urządzeń.

Dla zabezpieczenia racjonalnej pracy oczyszczalni konieczne jest, aby wszystkie urządzenia zaopatrzone były w kontrolno-pomiarową aparaturę. Dla obliczenia ilości ścieków przepływających stosuje się szybry — regulatory, korytka przelewowe i przeżęcone oraz najczęściej korytka pomiarowe z przyrządem pływakowym, samopiszącym. Znając wymiary aparatury pomiarowej (zaprojektowane przez nas) oraz wykonując pomiary straty wysokości słupa ścieków, możemy z wzorów hydraulicznych obliczyć odpowiadające przepływy. Pomiary świeżego osadu przeprowadza się drogą napełnienia specjalnych komór dozujących. Można też przyjąć wywracając się korytka o znanej pojemności.

Gas z wydzielonych komór fermentacyjnych mierzy się licznikami, jak również i powietrze doprowadzone do zbiorników napowietrzania. Dla pomiaru ciepłej wody lub pary stosuje się wodomierze lub paromierze. Powyższe operacje pomiarowe w dużych oczyszczalniach mogą być zmechanizowane.

Każde urządzenie oczyszczające powinno posiadać książkę kontrolną, w której umieszcza się dane charakteryzujące jego pracę.

Omówimy teraz zasady nadzoru i kontroli poszczególnych urządzeń oczyszczających.

### Kraty

Kraty powinny być oczyszczane sposobem ręcznym lub mechanicznym od zatrzymywanych zanieczyszczeń. Przy okresowym ręcznym czyszczeniu należy uważać, aby nie było spiętrzenia ścieków przed i poza kratą, świadczących o złym dozorze. Mechaniczne grabie, zsuwające skratki, należy poddawać regularnym oględzinom. Ilości zatrzymywanych skrattek należy mierzyć i zapisywać w książce kontrolnej.

### Piaskowniki

Należy zwrócić uwagę, by prędkość ścieków w nich odpowiadająca zaprojektowanej (0,1 — 0,3 m/sek.), co osiąga się drogą włączania poszczególnych sekcji. Dla kontroli działaności mierzy się codziennie ilość osadzonego piasku drogą określania grubości warstwy lub bezpośredniego pomiaru usuniętego piasku. Skład osadu zatrzymywanego w piaskowniku należy poddawać analizie nie mniej niż raz na miesiąc określając wilgotność, zawartość popiołu, podział na frakcje, ciężar objętościowy średniej próby. Do książki kontrolnej wpisuje się wszelkie dane odnośnie ilości piasku, wyników analizy, trudności eksploatacji itp.

### Osadniki wstępne

Należy zwrócić uwagę, aby ilość ścieków doprowadzonych nie przewyższała obliczonego przepływu oraz aby wynoszenie osadu nie przekroczyło ustanowionej normy. Osad powinien być usuwany z osadników w jednakowych odstępach czasu w celu niedopuszczenia do jego zagniwania. Ilość osadu wypuszczonego należy mierzyć w studzienkach dozujących lub w zbiornikach przepompowywania osadu. Nie rzadziej niż raz na 10 dni określa się wilgotność osadu, co jest konieczne dla skontrolowania prawidłowej pracy wydzielonych komór fermentacyjnych i poletek osadowych. Wszystkie doprowadzające ścieki korytka lub rury należy okresowo oczyszczać, jak również należy usuwać osadzający się na ściankach osadnika tłuszcz. Przy osadnikach pionowych głębokość zanurzenia rury centralnej oraz tarczy wskazane jest regulować w zależności od wyników analizy. Dla oględzin i remontu wewnętrznych urządzeń osadnika należy go całkowicie opróżnić chociaż jeden raz do roku. W książce kontrolnej osadnika notuje się: 1) dane odnośnie ilości dopływających ścieków (obciążenie w m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h), 2) ilość zatrzymanego osadu, wilgotność i zawartość popiołu w nim, 3) ilość zawieszin w dopływających i odpływających ściekach, wyniki analizy cząstek na grubość, 4) temperatura ścieków, 5) zakłócenia i trudności w pracy urządzenia.

### Wydzielone komory fermentacyjne

Dla zabezpieczenia prawidłowości działania należy zachować ustanowioną dawkę obciążenia, podtrzymać konieczną temperaturę, regularnie przemieszać stary osad ze świeżym, regularnie wypuszczać stary osad, w ilości określonej, na poletkę osadowe. Objętość osadu należy mierzyć w komorach dozujących, w zbiornikach przepompowywania osadu lub specjalnymi aparatami pomiarowymi. Okresowo (zwykle 1 raz na miesiąc) wykonuje się analizę świeżego, jak i przefermentowanego osadu, codziennie mierzy się temperaturę wewnątrz komory z dokładnością do 0,5°C. Pomiar temperatury wykonuje się przy pomocy termometrów rtęciowych lub termopar założonych wewnątrz komory. Przy mierzeniu termometrem rtęciowym pomiar wykonuje się w czasie wypuszczania osadu. Należy wykonywać codzienny pomiar gazu wydzielającego się z poszczególnych komór przy pomocy liczników. Należy mierzyć ciśnienie gazu w rurociągach oraz z części gazowej komory brać okresowo (zwykle 1 raz na 3 miesiące) próbki dla zbadania jego składu charakteryzującego prawidłowość procesu fermentacji osadu. Pojawienie się w gazie H<sub>2</sub>S i N w większych ilościach pokazuje początek kwaśnej fermentacji. Wtedy należy zmniejszyć lub wstrzymać dawkę obciążenia. Wszystkie przewody powinny być pomalowane na różne kolory w zależności od ich przeznaczenia. Wybuchowość mieszaniny metanu z powietrzem i łatwa zapalność gazu wskazuje na konieczność przestrzegania zasad bezpieczeństwa pracy. Do książki kontrolnej wpisuje się: 1) ilość doprowadzanego i usuwanego osadu, 2) jego wilgotność, zawartość popiołu oraz inne dane analizy osadu (ilości składników zależnie od potrzeb), 3) ilość i skład gazu, 4) temperaturę fermentacji, 5) konieczną ilość czynnika grzejnego

(para lub gorąca woda) i jego charakterystykę, 6) wszelkie zakłócenia i awarie w pracy, 7) dane analizy cieczy mulowej.

### *Poletka osadowe*

Dla zapewnienia właściwego osuszania osadu należy wypełniać następujące wskazania: 1) uważać na równomierność rozprowadzenia osadu po całej powierzchni, 2) przerywać doprowadzenie osadu do poszczególnych sekcji, 3) w określonym czasie opróżniać poletka i przygotować do przyjęcia nowego osadu, 4) napełniać poletka warstwą osadu zależnie od pory roku i ich budowy (10—30 cm).

Dobre przeznaczenie osad znacznie swoją objętość i wykazuje liczne i wąskie popełnienia i jest prawie bezbarwny. Przy złym przegnieciu pojawia się żółta mucha (eristalis terra). Wyszuszone osad należy odpowiednio składować z dodaniem torfu lub nawozu w oczekiwaniu na zużycie. Wszystkie koryta, zasuw, dreny, ogrodzenia powinny być nie rzadziej niż raz na tydzień oglądane i oczyszczane. Do książki pracy wpisuje się: 1) ilość doprowadzonego i uszanowanego osadu, 2) czas doprowadzania osadu, 3) czas usuwania osadu i jego wilgotność, 4) zakłócenia w pracy urządzenia.

### *Złoże biologiczne i osadniki wtórne*

Największa uwaga powinna być zwrócona na prawidłowość rozwijania się flory bakteryjnej i podtrzymywanie korzystnych warunków dla rozwoju mikroorganizmów. Należy uważać, aby nie było wynoszenia nierozpuszczonych cząstek z osadnika wstępnego, co wywołuje zamulenie złoże. Nie można przeciążać filtracji nadmiarem ścieków przekraczających jego zdolność utleniającą. Przeciążenie określa się przy pomocy analizy wychodzących ścieków w zależności od istnienia azotanów i rozpuszczonego tlenu. Ścieki winny być rozprowadzane równomiernie po powierzchni złoże. W tym celu urządzenia rozprowadzające (rynny dziurkowane, wywrotki, zraszacze) należy okresowo przeglądać i oczyszczać. Po stwierdzeniu zamulenia części złoże należy zastosować odpowiednie środki (poruszenie złoże, przerwanie pracy, dodanie chloru). Drenażowe urządzenia złoże należy okresowo przemywać wodą z węża. Dla dobrej wentylacji złoże w wypadku usytuowania go w zamkniętych pomieszczeniach należy otwierać wszystkie okna i drzwi w okresie cieplejszym. Dla walki z zapachem oraz muchami (psychocha) można okresowo chlorować ścieki postępujące na filtr (dawki 3 — 5 g/m<sup>3</sup>). Wszystkie rurociągi doprowadzające i odprowadzające ścieki powinny być codziennie oglądane i ewentualnie przemywane ze specjalnym spustem przemawiającej wody. Dla określenia efektu pracy złoże przeprowadza się nie rzadziej niż raz na 10 dni analizę składu średnio-dobowych próbek ścieków dopływających i odpływających. W zimie przy filtrach odkrytych należy walczyć z przemrażaniem przewodów, powierzchni złoże, zraszaczy itp. Do książki kontrolnej zapisuje się: 1) dobową ilość ścieków z określeniem obciążenia złoże, 2) dane analizy dopływających i wypływających ścieków (tlen rozpuszczony, BZT<sub>5</sub>, utlenialność, azot, zawiesina, strata przy prażeniu, pH, temperatura i przezroczystość), 3) sposób i metodę nawadniania złoże, zakłócenia w pracy itp.

Osadniki wtórne winny być kontrolowane i nadzorowane podobnie jak wstępne. Do rejestracji wysokości osadu w osadniku, kanalizacja moskiewska stosuje zautomatyzowane urządzenie, oparte na metodzie fotoelektrycznej, pozwalające na odległość informować załogę o konieczności obniżenia poziomu osadu. Możliwe jest zautomatyzowanie sterowania zasuw do spuszczenia osadu.

### *Złoże biologiczne, przedmuchiwane*

Warunki kontroli i nadzoru podobne jak dla złóż nisko obciążonych z tym, że wymagania odnośnie dopływających ścieków są znacznie większe (szczególnie odnośnie zawartości nierozpuszczonych składników i koloidów). Wskazane jest od czasu do czasu przedmuchiwanie złoże bez doprowadzania ścieków. Dużą uwagę należy poświęcić bezustannemu podawaniu powietrza do filtru, gdyż w wypadku przerwania giną mikroorganizmy. Na przewodach doprowadzających powinny być umieszczone liczniki powietrza. Całą sieć wentylacyjną należy okresowo przeglądać.

### *Komory napowietrzania (aerotanki)*

Stanowią one, pod względem zachodzących w nich procesów technologicznych, urządzenia bardzo skomplikowane

i nadzór oraz kontrola ich działalności winna być przeprowadzana przez wysokokwalifikowanych inżynierów danej specjalności. Należy zwrócić uwagę na trzy decydujące o charakterze oczyszczania składniki: 1) ilość doprowadzanych zanieczyszczeń, 2) ilości mikroorganizmów mineralizujących, 3) ilości tlenu koniecznego dla procesów życiowych mikroorganizmów. Zakłócenia w pracy komór napowietrzania zależą od następujących czynników: 1) nieprawidłowości pracy osadników wtórnych, 2) nieprawidłowości odprowadzania nadmiaru osadu, 3) nieregularnego doprowadzania powietrza w odpowiednich ilościach, 4) nierównomierności w wymieszaniu powietrza i ścieków, 5) podniesieniu ilości i koncentracji dopływających ścieków, 6) utrzymaniu w złym stanie filtrów oraz przewodów doprowadzających ścieki, 7) rozmnażaniu się larw komarów — chironomus.

Praca osadnika wtórnego jest ściśle związana z pracą komór napowietrzania i kontroluje się ją wg ilości wynoszonego z niej osadu czynnego (nie więcej niż 1 g/l). Koncentracja osadu czynnego w zbiornikach napowietrzania nie powinna opuszczać się poniżej ustalonej wielkości (normalnie 2,2 — 2,5 g/l w postaci suchej). Osad można scharakteryzować również przy pomocy współczynnika gęstości osadu. Oznacza on objętość w centymetrach sześciennych zajmowaną przez 1 g osadu osadzającego się w ciągu trzydziestu minut lub określa się ze stosunku procentowej objętości zawartości osadu (m<sup>3</sup>/100 m<sup>3</sup>) do procentowej wagowej zawartości suchej pozostałości (g/100 cm<sup>3</sup>). Współczynnik ten wynosi normalnie 55 — 150, wzrost jego powyżej 200 wskazuje na chorobliwy objaw pęcznienia osadu.

Regularność doprowadzania powietrza winna być zapewniona drogą oględzin i czyszczenia filtrów, rur dziurkowanych i przewodów powietrznych. Nie można dopuścić do przerwania napowietrzania. Prawidłowość wymieszania ścieków z powietrzem sprawdza się trzy — cztery razy na dobę, mierząc ilość rozpuszczonego tlenu w ściekach na początku i końcu zbiornika (minimum około 2 mg/l). Kanalizacja moskiewska zastosowała zautomatyzowanie kontrolowania zawartości tlenu w oczyszczonych ściekach przez zastosowanie nowego sposobu ilościowego oznaczania tlenu oraz skonstruowanie specjalnego nadajnika do zdalczynnej kontroli.

Dla kontroli doprowadzanego powietrza winny być na przewodach zmontowane liczniki. Do książki kontrolnej zbiorników napowietrzania wpisuje się: 1) ilość oczyszczonych ścieków, 2) temperaturę ścieków przed i po oczyszczeniu, 3) intensywność aeracji w m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> i czas aeracji w godzinach, 4) ilości powietrza na m<sup>3</sup> oczyszczonych ścieków i na 1 kg zniżonego BNZ<sub>5</sub>, 5) koncentrację osadu czynnego, 6) dane analizy ścieków przed zbiornikami i po zbiornikach (BZT<sub>5</sub>, tlen i inne składniki, podobnie jak przy złożach biologicznych), 7) przyrost osadu czynnego i dane jego analizy (wilgotność, zawartość popiołu, sucha pozostałość, krzywa osiadań), 8) dane analizy ścieków wychodzących z osadnika wtórnego (pełny schemat). Jakość pracy zbiorników napowietrzania określa się nie rzadziej niż raz na dziesięć dni (analiza ścieków). Koncentrację osadu czynnego w zbiornikach sprawdza się codziennie.

Nadzór nad osadnikami Imhoffa i chlorowniami ścieków nie będzie omawiany w niniejszej pracy.

Pozostaje jeszcze do omówienia zagadnienie nadzoru i kontroli odbiorników. Dla scharakteryzowania sanitarnych warunków odbioru konieczne jest określenie przepływu wody w odbiorniku, chemiczny i bakteriologiczny skład wody w różnych punktach odbiornika. Przy badaniu zanieczyszczenia odbiornika przez określoną oczyszczalnię należy przynajmniej raz na miesiąc wykonać analizę wody powyżej i poniżej wpustu ścieków, ale w takim oddaleniu, gdzie nastąpi pełne przemieszanie ścieków z wodą rzeczną lub w miejscu ujęcia wody przez wodociąg. W celu ułatwienia nadzoru należy na mapie geograficznej odbiornika zanotować miejsce wpustu ścieków ujęcia wody i dołączyć dane analiz.

### *Uwagi końcowe*

Nadzór i kontrolę oczyszczalni ścieków winien sprawować personel inżynieryjny oraz chemicy i biolodzy zatrudnieni w specjalnym laboratorium zakładu. Przy małych oczyszczalniach personel obsługujący powinien posiadać bardzo dokładne instrukcje obsługi każdego typu urządzenia. Poza tym winien on znajdować się pod ścisłym nadzorem specjalistów, którzy okresowo przeprowadzają kontrolę, udzielają wskazówek, wykonują analizy. Instrukcje te powinny być wywieszone na widocznym miejscu i omawiane na kursach doszkalaćcych obsługi.



Nadzór sanitarny nad oczyszczalniami ścieków w Polsce winien opierać się przede wszystkim na ustawie o usuwaniu nieczystości i wód opadowych (tekst jednolity — Dz. U.R.P. nr 90, poz. 581, 1939) oraz na rozporządzeniu Min. Gosp. Kom. w sprawie określania warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki, wpuszczane do zbiorników wód powierzchniowych i do ziemi (Dz. U.R.P. nr 41, poz. 371, 1950) oraz instrukcji do tego rozporządzenia.

## L I T E R A T U R A :

1. Szyszkin „Kanalizacja” Moskwa 1951 r.
2. B. O. Botuk „Oczystka bytowych stocznych wod” Moskwa 1949 r.
3. Przyłęcki „Badanie wody, ścieków, osadów i gazów w zakresie techniki sanitarnej” tom I. 1954 r.
4. Wóycicki „Wodociągi i kanalizacja” tom II 1948 r.
5. Gaz, Woda i Technika Sanitarna.

L. Gromski

## Usprawnienia i racjonalizacja

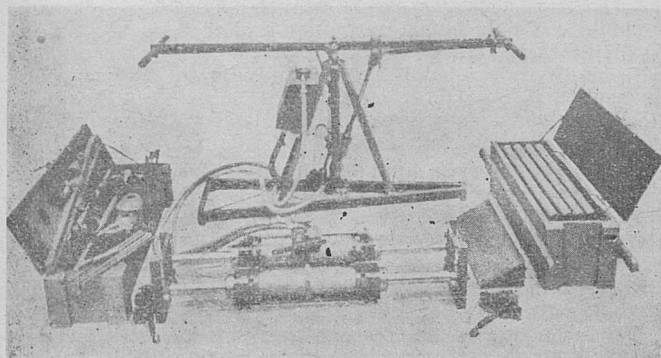
### Metro w miniaturze

Budowa połączeń domowych: wodociagowych, gazowych, elektrycznych i telefonicznych wymaga zwykle przekopania ulicy w poprzek, co pociąga za sobą liczne niedogodności, jak:

1. Tamowanie ruchu kołowego.
2. Kosztowne roboty ziemne.
3. Niszczenie nawierzchni nieraz bardzo drogiej bez możliwości należytej rekonstrukcji.
4. Zapadanie przekopów po zasypce groźne dla pojazdów mechanicznych.

Połączeń takich budujemy rocznie wiele tysięcy, dziś wyłącznie metodą wykopu otwartego.

Tymczasem istnieją już przyrządy i aparaty pozwalające na wykonanie opisanych połączeń w sposób łatwy i prosty, przy obniżce kosztów budowy do 25%, wynikających z metod tradycyjnych. Jeden z takich mechanizmów typu najprostszego wygląda jak następuje:



Rys. 1

Urządzenie kompletne do wykonywania połączeń domowych metodą krecią.

Całość składa się z prasy hydraulicznej o podwójnych cylindrach. Cylindry są tu elementem ruchomym, przesuwają się one na tłoczysskach tam i z powrotem. Ponad prasą widzimy pompę ręczną z węzami oraz zbiornikami oleju.

Skrzynia widoczna na prawej stronie rys. 1 zawiera komplet żerdzi, wystarczających na wykonanie połączenia do 30 — 40 m długości.

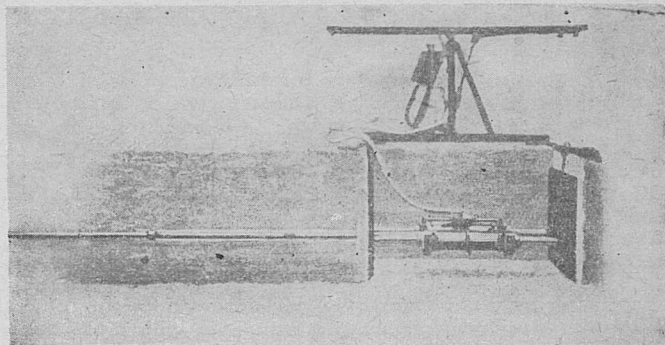
Lewa strona rys. 1 to skrzynia z drobnymi przyrządami, służącymi do drażenia ziemi.

Operacje wykonawcze przebiegają w sposób następujący:

Robimy w chodniku mały wykop długości 2 — 2,5 m i szerokości ok. 1 m. Wykop rozkładamy tak, żeby w jednym z jego końców znalazł się przewód, do którego będziemy się łączyli. Głębokość wykopu musi być taka, jak przy metodzie dzisiejszej. Oś podłużna wykopu opisanego powinna trafiać na to miejsce budynku łączonego, gdzie planujemy wejście budowanego przewodu.

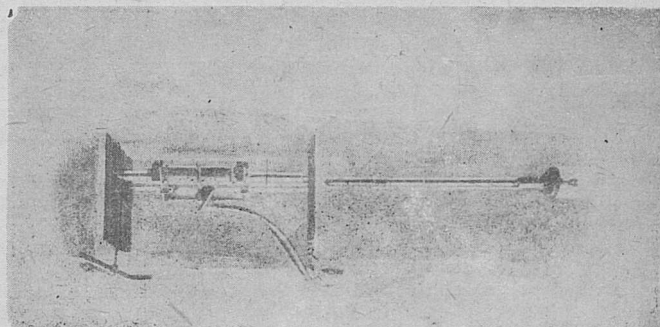
Do wykopu zabudowanego czasowo drewnem opuszczamy ręcznie prasę z rys. 1 i ustawiamy ją tak, aby oś prasy była na poziomie osi przewodu i trafiała w miejsce przeznaczenia.

Prasę usztywniamy na właściwej pozycji za pomocą rozpor mechanicznych, umieszczonych na końcach tłoczysska. Potem cofamy prasę do końca wykopu przeciwnego budynku łączonemu i zakładamy lancę widoczną na stronie lewej rys. 2.



Rys. 2

Marsz naprzód. Lanca i pierwszy poszerzacz widoczne z lewej strony. Lanca ma nakręcony poszerzacz. Jest to bęben stalowy o kształcie dwóch stożków złączonych podstawami. Poszerzacz posiada na końcach otwory gwintowane do łączenia żerdzi. Gdy lanca z poszerzaczem zostaną ustawione na właściwej pozycji, odpowiadającej kierunkowi przyszłego połączenia, uruchamiamy ręczną pompę wysokiego ciśnienia. Prasa zaczyna się poruszać od lewej strony wykopu ku prawej wtłaczając lancę razem z poszerzaczem do ziemi. Gdy lanca zagłębi się tak, że do wykopu wystaje poszerzacz, cofamy prasę do strony prawej tablicy 2 i dokręcamy nową żerdź. Po wtłoczeniu jednej żerdzi prasa cofa się z powrotem, zakładamy następną i tak dalej, aż lanca wejdzie do wykopu podobnego do pierwszego, a wykonanego przy ścianie domu czekającego na połączenie. W ten sposób otrzymujemy otwór średnicy ok. 75 mm bez kopania. Wystarczy on zupełnie dla kabli lub rurociągów do  $\phi$  zewnętrznej 60 mm. Wtedy odkręcamy lancę z poszerzaczem i do zamka pierwszej żerdzi mocujemy rurę lub kabel. Prasa hydrauliczna, wyciągając żerdzie, wciągnie nam do otworu rurę lub kabel. Wówczas przewód pod ulicą jest już gotowy, a reszta operacji roboczych biegnie jak przy metodzie tradycyjnej. Natomiast, gdy chcemy ułożyć w sposób opisany przewód średnicy nieco większej np. od  $\phi$  zewn. = 60 mm do 70 — 150 mm postępujemy nieco inaczej, mianowicie tak, jak mamy pokazane na rys. 3.



Rys. 3

Zakładanie przewodów średnic od  $\phi$  60 mm do  $\phi$  150 mm\*) metodą krecią.

Gdy lanca wysunie się całkowicie do wykopu końcowego, odkręcamy ją razem z pierwszym poszerzaczem i nakładamy

\*) Średnice zewnętrzne

my następny większego kalibru. Cofając żerdzie poszerzamy średnicę otworu o 25 mm — 40 mm za każdym marszem.

W ten sposób możemy osiągnąć średnicę otworu do  $\Phi$  200 mm. Ilość marszów zależy od ścisłości gruntu, a urządzenie kompletu posiada całą serię poszerzaczy niezbędnych do pracy w każdym gruncie, jak to widzimy na rys. 1.

Całość jest bardzo prosta w obsłudze i tania w pracy. Użytkownicy podają, że 2 pracowników może wykonać w ciągu 8 godzin połączenie domowe długości 25 m, nie naruszając nawierzchni ulicy i nie hamując ruchu. Rysunki powyższe zawierają widoki kreciarki systemu najprostsze-

go, opartego całkowicie na pracy ręcznej. Istnieje wiele innych typów mniej lub więcej zmechanizowanych, ale ograniczamy się do opisu konstrukcji rury bardziej rozpowszechnionej, która dzięki wysiłkom racjonalizatorów Wodociągów Warszawskich niedługo już będzie zrealizowana w kraju. Oczywiście przewody rurowe układane metodą krecią mogą być wykonywane tylko z tworzyw elastycznych, pozwalających na łączenie na gwint lub spawanych. Najlepiej wypadają one z rur giętkich jednolitych np. miedzianych lub z mas plastycznych, układanych jak kable.

mgr inż. Wł. Skoraszewski

## Z życia Organizacji

### Z życia Oddziału Warszawskiego Stowarzyszenia Inż. i Techn. Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych

W drugiej połowie roku 1954 Oddział Warszawski SNIT SOG prowadził ożywioną działalność, realizując określony roczny plan pracy Oddziału.

Poza akcją odczytową, która rozwija się nadal pomyślnie, zorganizowano szereg imprez przy obecności wielu członków Oddziału.

Osiągnięciem Oddziału było zorganizowanie kursu projektowania sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Kurs obejmował 42 godziny wykładów i przeznaczony był dla projektantów i młodszych projektantów biur projektowych różnych resortów. W kursie wzięło udział 60 uczestników. W programie kursu przewidziano wykłady z hydrauliki (wybrane zagadnienia), projektowania przewodów wodociągowych (obliczanie średnicy przewodów, przewody wodociągowe i ich uzbrojenie, sporządzanie projektu przewodów wodociągowych), projektowania sieci kanalizacyjnej (podstawy projektowania sieci, systemy i rodzaje kanalizacji, obliczanie przewodów kanalizacyjnych, sporządzanie projektu sieci kanalizacyjnej, projekt techniczny). Kurs zakończono egzaminem.

Na podkreślenie zasługuje coraz aktywniejsza praca kół zakładowych, na których spoczywa obecnie ciężar istotnej działalności Oddziału Stowarzyszenia.

Członkowie kół zakładowych zorganizowali w tym okresie 8 brygad robotniczo-inżynierskich, udzielili 9 porad technicznych, podjęli 191 zobowiązań indywidualnych i 171 zespołowych itp.

Niektóre koła zakładowe mogą poszczycić się następującymi wynikami:

**Koło Zakładowe „Wodociągowców” przy MPWK i MPRWK**  
Zorganizowano szereg odczytów, m. in.:

„Budowa ulicznych przewodów wodociągowych z zastosowaniem nowych materiałów uszczelniających” — ref. kol. J. Białecki.

„Niebezpieczeństwo sanitarne nawadniania i zraszania kultur rolnych ściekami miejskimi” — ref. kol. W. Skoraszewski.

„Urządzenia wodociągowe dla czerpania wody z Wisły” — ref. kol. W. Petrozolin.

„Higiena wody i urządzeń zaopatrzenia w wodę w ZSRR” — ref. kol. A. Lauter.

Zarząd Koła zorganizował ponadto wycieczki naukowo-techniczne dla swoich członków:

1. na budowę wodociągu we Włochach, gdzie zapoznano się z robotami przy przejściu przewodów pod torami kolejowymi przy pomocy wierceń poziomych,
2. na budowę kanału V i VII klasy przy ul. Grochowskiej, gdzie zapoznano się z robotami w wykopach otwartych i tunelowych,
3. na budowę magistrali wodociągowej przy al. Waszyngtona, gdzie stosuje się do uszczelnienia połączeń rur materiały zastępcze zamiast ołowiu,
4. do Pałacu Kultury i Nauki, w której wzięło udział 28 członków Koła.

**Koło Zakładowe przy Zjednoczeniu Instalacji Sanitarnych Bud. Miejsk. w Białymstoku** wspólnie z Kołem Zakładowym przy Wodociągach i Kanalizacji w Białymstoku, zorganizowało we wrześniu naradę techniczno-ekonomiczną, na której wygłoszono referaty:

- 1) „Zadania projektanta, wykonawcy i eksploatatora w walce o obniżkę kosztów i usprawnienie produkcji” — kol. T. Kozakiewicza,

- 2) „O nowy styl pracy w wykonawstwie” — kol. W. Swo-  
robowicza,

- 3) „Zagadnienia oszczędności i obniżki kosztów w zakładach gospodarki komunalnej” — kol. S. Antoniuka.

W dyskusji powzięto szereg uchwał, po czym dla uczestników narady wyświetlono film naukowo-techniczny i urządzono wycieczkę do stacji pomp i filtrów.

**Koło Zakładowe przy Biurze Projektów Budownictwa Komunalnego.**

Koło zorganizowało szereg odczytów, m. in.:

„Wpływ zieleni na zdrowotność w miastach, w świetle badań radzieckich” — kol. Z. Brzywczy-Kunińska,

„Wodociągi na terenie ZSRR” — kol. J. Liebfeld,

„Koordynacja międzybranżowa w dokumentacji technicznej” — kol. E. Górecki.

„Mechanizacja pracy w terenach zielonych ZSRR” — kol. L. Wiwatowski.

Urządzono wystawę technicznych książek radzieckich w gablocie w holu biura; na tablicy umieszczono hasła z okazji MPPPR.

Na skutek odpowiedniej propagandy 16 członków zapisało się do TPPR.

Koło zorganizowało wycieczkę do Pałacu Kultury i Nauki, w której wzięło udział 80 osób.

**Koło przy Miejskim Przedsiębiorstwie Instalacji.**

Członkowie podjęli 113 zobowiązań, które w wyniku dały dodatkową produkcję na sumę zł 1.952.000.— Zorganizowano szereg odczytów oraz wycieczkę do Zakładów Odlewniczych.

**Koło Zakładowe przy Biurze Projektów Budownictwa Komunalnego „STOLICA”.**

Zorganizowano pokaz połączony ze sprzedażą książek technicznych i beletrystycznych autorów radzieckich. Zwerbowano 53 osoby do TPPR. Uruchomiono kurs języka rosyjskiego, na który uczęszcza 18 osób. Wygłoszono szereg odczytów, w tym kilka z okazji MPPPR.

**Koło Zakładowe przy Zjednoczeniu Instalacji Sanitarnych Budownictwa Wojsk. Nr 4.**

Zorganizowano kilka odczytów, utworzono 3 brygady robotniczo-inżynierskie, wykonano 6 projektów racjonalizatorskich, wart. 70.000.— zł.

Ponadto ożywia swą działalność Koło Zakładowe przy Biurze Projektów Budownictwa Specjalnego, przy Zarządzie Zieleni Miejskiej w Płocku itd.

### KONFERENCJA

#### „Zagadnienie ścieków przemysłu chemicznego”

Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego przy współudziale Ministerstwa Przemysłu Chemicznego, Polskiej Akademii Nauk i Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych organizuje konferencję „Zagadnienie ścieków przemysłu chemicznego, koksochemicznego i celulozowo-papierniczego”, która odbędzie się w Stalinogrodzie w końcu lutego 1955 r. Konferencja trwać będzie dwa dni.

Celem konferencji jest omówienie zagadnienia ścieków produkcyjnych tych branż, ich wpływ na stan wód publicznych w Polsce, możliwości i sposobów odzyskiwania surowców znajdujących się w tych ściekach oraz sposobów ich oczyszczania.

W konferencji wezmą udział przedstawiciele: Polskiej Akademii Nauk, Państwowej Komisji Planowania Gospodar-



czego, Ministerstwa Przemysłu: Chemicznego, Górniczego, Drzewnego i Papierniczego, Gospodarki Komunalnej, Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych.

Podczas konferencji zostaną wygłoszone następujące referaty.

- 1) Ogólna charakterystyka ścieków przemysłu chemicznego, koksochemicznego i celulozowo-papierniczego oraz naświetlenie ich szkodliwości dla odbiorców — prof. A. Joszt.
- 2) Charakterystyka stanu zanieczyszczeń rzek w Polsce — prof. J. Just,
- 3) Charakterystyka ścieków przemysłu chemicznego, stan bieżący urządzeń oczyszczających ścieki oraz perspektywy na najbliższą przyszłość — inż. J. Korytkowski.
- 4) Charakterystyka ścieków przemysłu chemicznego — inż. A. Szpilewicz.

- 5) Charakterystyka ścieków przemysłu celulozowo-papierniczego — inż. E. Falkowski i inż. J. Skroński.
- 6) Ustalenie zagadnienia ścieków w rzucie perspektywicznym w planie 5-letnim — prof. E. Zaczyński.

Po referatach odbędzie się dyskusja, w której winny być naświetlone trudności zakładów, biur projektowych, instytutów i placówek badawczych w swych pracach nad oczyszczaniem ścieków oraz przedstawione wnioski zmierzające do zaradzenia obecnemu stanowi rzeczy.

Komitet Organizacyjny zwraca się z apelem do oddziałów SNTITP Chem., kół przy instytutach i zakładach oraz wszystkich zainteresowanych tymi zagadnieniami Kolegów o przeprowadzenie w swych oddziałach i kołach zebrań poświęconych tematyce oczyszczania ścieków i przeprowadzenia obszernej dyskusji na wyżej wymienioną tematykę.

Wnioski z tych wstępnych dyskusji będą mogły stać się materiałem do dyskusji podczas zorganizowanej konferencji wymienionych trzech branż przemysłu.

## Z prasy zagranicznej

### Likwidacja ucieczki wody w domowych urządzeniach wodociągowych.

Kand. n. t. I. Godes, W. Sokołow, L. Falkowska. Zyliszczno Kommunalnoje Choziajstwo Nr 2/1954 r.

Zaopatrzenie osiedli w wodę w odpowiedniej ilości i jakości jest to poważne zadanie pracowników miejskich wodociągów. Jednakże wodociągi wielu miast w sposób niedostateczny wypełniają ciążące na nich obowiązki. W wielu przypadkach normalna praca wodociągów jest zakłócona znacznymi stratami wody, przede wszystkim w wewnętrznych urządzeniach domowych.

Jest rzeczą znaną, że straty wody, uogólniane pod nazwą „ucieczki“, sięgają w wodociągach komunalnych znacznych wielkości i wynoszą w poszczególnych przypadkach od 14 do 40% ogólnej ilości dostarczanej wody. Utrata tylko 1% wody dostarczanej przez wodociągi RSFRR daje corocznie stratę przekraczającą 4 miliony rubli.

Niezależnie od tego ucieczka wody w wewnętrznych instalacjach domowych prowadzi do pogorszenia zaopatrzenia w wodę ludności poszczególnych domów oraz całego miasta: woda nie dochodzi do górnych kondygnacji, następuje niszczenie stanu nieruchomości (przedwcześnie niszczenie stropów, podłóg, wilgoć w mieszkalnych pomieszczeniach itd.).

Ucieczka wody w wewnętrznych instalacjach domowych najczęściej nie jest uwzględniana w ogólnych stratach wodociągu miejskiego, gdyż przy istnieniu wodomierzy straty te pokrywają konsumenci. Gdy brak jest wodomierzy w poszczególnych nieruchomościach, a zużycie wody obliczane jest ryczałtowo, straty wody zaliczane są do ucieczki. Jednakże i uchwycone przez wodomierze ucieczki wody należy zaliczyć do złych zjawisk. Ten nieekonomiczny wydatek wody powiększa nieprodukcyjnie produkcję i obciąża sieć kanalizacyjną oraz urządzenia stacji oczyszczania ścieków (przezważną część „ucieczki“ dochodzi bezpośrednio do kanalizacji).

Akademia Gospodarki Komunalnej im. K. D. Pamfilowa przeprowadziła szereg badań celem określenia norm i współczynników nierównomierności zużycia wody. Dokładne badania wewnętrznych wodociągów w 12 miastach wykazały, że we wszystkich bez wyjątku badanych urządzeniach ucieczki wody z wewnętrznych urządzeń sanitarno-technicznych znacznie przekraczały wydatek wody w porównaniu z istotnymi potrzebami ludności.

Badania prowadzone były w poszczególnych nieruchomościach Moskwy, Podolska, Gorkiego i Mieczurska. Badania ucieczki wody wykonane były przez Dział Techniki Sanitarnej Akademii Gospodarki Komunalnej przy współdziałaniu z Wszechzwiązkowym Instytutem Naukowo-Badawczym Urzędów Sanitarно-Technicznych (WNIISTO) Ministerstwa Przemysłu Materiałów Budowlanych ZSRR. WNIISTO przeprowadził pomiary ilościowe strat wody w urządzeniach wodociągowych w poszczególnych domach mieszkalnych Moskwy, w których Akademia Gospodarki Komunalnej prowadzi badania nad wielkością zapotrzebowania wody.

Rozmiary ucieczek określano metodą objętościową, jak również za pośrednictwem małych wodomierzy. Przebadano około 600 mieszkań, w wyniku czego określono straty wody

w kranach zlewów, umywalek i wanien a także zbiorników płuczających miski klozetowe.

Określono, że ok. 7 — 8% kranów, zlewów, umywalek i wanien oraz około 33% zbiorników płuczających daje ucieczki wody. Nieprodukcyjny wydatek wody (ucieczki) przeciętnie w ciągu doby wynosi:

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| z kranów zlewów           | 55 litrów |
| „ umywalek                | 65 „      |
| „ wanien                  | 145 „     |
| „ zbiorników płuczających | 1340 „    |

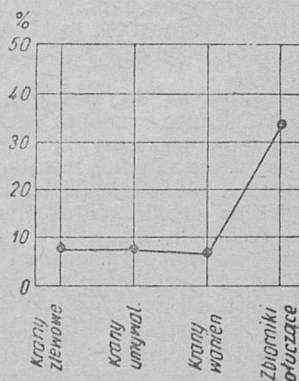
W wielu przypadkach liczby te przekroczone. Np. badania prowadzone w Wodociągu Charkowskim wykazały, że ucieczki ze zwykłego zepsutego kranu wodociągowego średnicy 19 mm przy ciśnieniu ok. 1 atm. wyniosły 1,5 m<sup>3</sup> na dobę, straty wody z zepsutego zbiornika płuczającego typu „Eureka“ lub „Kometa“ przy takimże ciśnieniu sięgały 1,5 — 3 m<sup>3</sup> na dobę.

Na rys. 1 i 2 przedstawiono dane o liczbie popsutych urządzeń oraz o względnych rozmiarach ucieczki wody, przypadających na 1 osobę w ciągu doby.

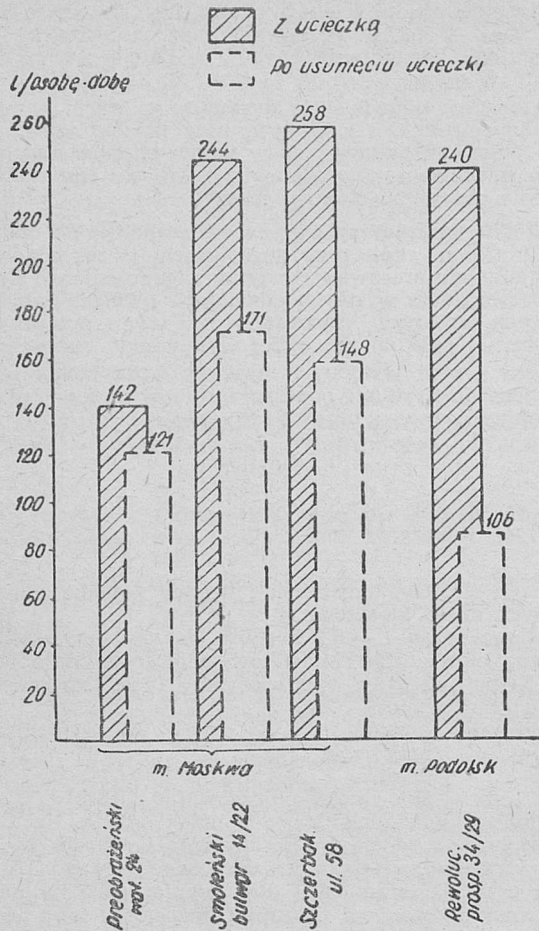
Szczególnie duże straty stwierdzono w Podolsku, gdzie wyniosły 130 — 140 l na 1 mieszkańca i dobę, tj. 50 — 60% faktycznego wydatku wody na 1 mieszkańca. Najbardziej nieodpowiednie urządzenia stwierdzono w istniejących urządzeniach służących do nagrzewania wody do wanien. W łazienkach mieszkań m. Podolska urządzono bojler-y-zbiorniki, zaopatrzone w krany kulowe, przez które woda wodociągowa dochodzi do spirali, zamurowanej w trzonie kuchennym.

Krany te pracują źle i woda bez przerwy dochodzi do bojlera, a przez przelew doprowadzony do zlewu, odchodzi do kanalizacji. Szczegółowe badania stanu technicznego kranów wodociągowych i zbiorników płuczających w poszczególnych domach wykazały, że ich naprawa następuje nieregularnie. Gwałtowne zmniejszenie ucieczki z kranów zlewów i wanien może być osiągnięte jedynie przez wymianę zbiorników przestarzałych konstrukcji („Eureka“, „Kometa“) przez zbiorniki nowego typu, opracowanego przez pracowników WNIISTO i już produkowanego przez przemysł.

Konieczność gruntownej poprawy sanitarno-technicznych urządzeń, głównie zaś konstrukcji zbiorników płuczających nie nasuwa zastrzeżeń.



Rys. 1 — Liczba zepsutych przyrządów i armatury w procentach od ogólnej liczby zbadanych



Rys. 2 — Zużycie wody w budynkach mieszkalnych, faktyczne i po usunięciu ucieczki

Pomiary wydatków wody w ośmiorodzinnym domu mieszkalnym nr 5 przy ulicy Krasnoarmiejskiej w Kałudze wykazały, że zużycie wody przypadające na 1 mieszkańca domu sięga 1300 l/dobę. Dom zaopatrzone w wodociąg, kanalizację z wannami i miejscowym ogrzewaniem nie posiada innych urządzeń, które by uzasadniały tak znaczne zużycie wody. Okazało się, że w zbiornikach płuczających usunięto kulowe krany, zupełnie popsute i woda bez przerwy dochodzi do zbiorników, z których uchodzi bezpośrednio do kanalizacji.

W oddzielnych mieszkaniach domu powyższego mieszkańcy sami „regulują” dopływ wody przy pomocy kranu wbudowanego na rurze doprowadzającej wodę wodociągową.

Koszt wody w wymienionym domu wynosi ok. 50 rb/miesiąc i na 1 mieszkańca. Oddział komunalny zakładu przemysłowego, do którego należy dom, opłaca rachunek Zakładu Wodociągów w Kałudze, nie wnika zupełnie w analizę wysokości rachunku i nie przedsięwziera żadnych środków do likwidacji tej ucieczki.

Tam natomiast, gdzie mieszkańcy sami opłacają za komunalne usługi, nadpłaty związane z nadmiernie wielkimi ucieczkami wody wpływają jedynie na obniżenie stanu sanitarnego domu, gdyż sami mieszkańcy wyłączają okresowo zbiorniki płuczające od sieci wodociągowej do czasu dokonania naprawy.

Charakter wykorzystywania istniejących urządzeń sanitarno-technicznych wywiera również wpływ na zużycie wody. Np. badania wykazały, że w wielu przypadkach wanny wykorzystywane są przez mieszkańców nie tylko do normalnych celów, lecz do płukania bielizny, lub latem w charakterze chłodni do chłodzenia produktów jadalnych, w szczególności w tych miastach, które są zaopatrywane przez wody podziemne, których temperatura wynosi w ciągu całego roku 8 — 10°. W pierwszym i drugim przypadku z kranu wanny wypuszcza się zazwyczaj wodę bez przerwy.

Ucieczki, obliczone w stosunku do jednego mieszkańca jedynotopowych domów, nie są stałą wielkością, wahają się one z miesiąca na miesiąc, osiągając dość znaczne wielkości.

W poszczególnych domach Moskwy ucieczki wynoszą np. od 20 do 100 l licząc na mieszkańca i dobę, a w Podolsku dochodzą do 140 l.

Ucieczki wody wywierają wpływ na porządek zaopatrzenia w domach mieszkalnych. Nierównomierność rozbioru przy ucieczkach wyrównuje się i maleje (1,05 — 1,08). Obserwacje pokazały, że rozmiar i porządek zużycia wody w domach mieszkalnych w mniejszym stopniu zależy od wielkości ogólnej zużycia wody, decydującym czynnikiem natomiast jest stopień sanitarno-techniczny urządzeń.

Badania powyższe pozwalają wyciągnąć następujące wnioski:

1. W większej liczbie domów mieszkalnych istnieją znaczne ucieczki wody, które dochodzą niekiedy do 60% faktycznego zużycia. Wskutek tego znacznie wzrastają zarówno budowlane jak i eksploatacyjne wydatki na wodociągi i kanalizację miast.

2. Środkiem walki z ucieczkami jest remont wewnętrznych sanitarno-technicznych instalacji oraz wymiana przestarzałych konstrukcji (w głównym stopniu zbiorników płuczających) przez nowe doskonalsze wzory, wypuszczane przez nasz przemysł.

- W tym celu w pierwszej kolejce należy powiększyć produkcję nowych urządzeń i jednocześnie organizować produkcję części zapasowych do nowo produkowanych i znajdujących się w eksploatacji sanitarno-technicznych urządzeń.

3. Remont i utrzymanie sanitarno-technicznych urządzeń jest najważniejszym zadaniem organów gospodarki mieszkaniowo-komunalnej. Zarządcy domów, naczelnicy wydziałów gospodarki komunalnej mają obowiązek systematycznie kontrolować wewnętrzne instalacje domowe i przedsięwzierać efektywne środki do likwidacji ucieczek wody.

4. Obliczanie ilości wody zużywanej przez mieszkańców nie jest dostateczne. Zużycie wody przez mieszkańców miejskich wodociągów w braku wodomierzy oblicza się wg norm, które są zbyt mało uzasadnione i wymagają sprawdzenia. Należy znacznie powiększyć produkcję wodomierzy i zorganizować produkcję części zapasowych do nich.

5. Celowe jest wydanie przez prezydium miejskich rad narodowych wszystkich miast Rosyjskiej Federacji obowiązującej instrukcji o uporządkowaniu korzystania z wodociągów miejskich.

6. Do prac nad usunięciem ucieczek należy przyciągnąć społeczeństwo. Środki walki z ucieczką należy omawiać w prezydiach miejskich rad.

7. Likwidacja ucieczek w instalacjach wewnętrznych wodociągów da w rezultacie znaczne oszczędności środków państwowych, poprawi zaopatrzenie w wodę nieruchomości i całych miast, obniży wydatki ludności na opłaty za wodę i zapewni znacznie zabezpieczenie funduszu mieszkaniowego.

J. L.

### Podziemny zbiornik gazu.

Według „Brennstoff-Chemie” — Wirtschaftsteil, 1954, 78.

W Engelbostel, koło Hanoweru, „AG. Ruhrgas” buduje kosztem 5 mil. marek doświadczalny zakład w celu podziemnego magazynowania gazu. Przy tego rodzaju urządzeniu zbiorniczek nie chodzi o jakąś jamę podziemną, do której byłby wtłaczany gaz, lecz o formację w głębokości 150—220 m, złożoną z drobnoporowatego piaskowca, pokrytą od góry warstwą nieprzepuszczalną. Gaz, który przychodzi z Zagłębia Ruhry rurociągami dalekosiężnymi, spręża się, oczyszcza i wtłacza pod ciśnieniem 30 atm do ziemi przez szereg otworów wiertniczych. Gaz wypiera słoną wodę gruntową zawartą w piaskowcu i gromadzi się w jego porach. Zauważono, że gaz traci równocześnie zapach.

Od lipca br. wtłoczono ok. 11 milionów m<sup>3</sup> gazu na obszarze 4 km<sup>2</sup> w okolicy Engelbostel. Zachodnie Niemcy rozporządzają zbiornikami nadziemnymi pojemności ok. 8,7 milionów m<sup>3</sup> (przy ogólnym oddaniu gazu w r. 1953 — 12 miliardów m<sup>3</sup>), a zatem podziemny zbiornik już dziś mieści większą ilość gazu. Do początku zimy ma się tam zamagazynować 20 milionów m<sup>3</sup> gazu, a w najbliższych latach ilość ta wzrośnie do ok. 200 milionów m<sup>3</sup>.

Doświadczenia wykonane z odbieraniem gazu z powrotem przebiegały zgodnie z przewidywaniami.

Magazynowanie gazu pod ziemią jest zagadnieniem gospodarczym. Koszt gromadzenia gazu w zbiornikach podziemnych jest podobno 66 razy niższy, niż zbierania go w zbiornikach nadziemnych na niskie ciśnienie.

J. D.



# BIULETYN INSTYTUTU GOSPODARKI KOMUNALNEJ

Warszawa, ul. Górnośląska 20, tel. 85061 wew. 573

DODATEK DO Nr 1 MIESIĘCZNIKA „GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA“

ROCZNIK IV

WARSZAWA - STYCZEŃ 1955

Nr 1

Mgr inż. HENRYK PRZYŁĘCKI

Kierownik Centralnej Stacji Doświadczalnej  
Oczyszczania Ścieków „Kaskada“ w Warszawie

## Centralna Stacja Doświadczalna Oczyszczania Ścieków Instytutu Gospodarki Komunalnej „Kaskada“ w Warszawie

Z przystanku tramwajowego przy ul. Potockiej i z drogi od niego biegnącej do Parku Kultury na Żoliborzu obserwować można nowy piętrowy gmach pod stromym czerwonym dachem i zarysowujące się przed nim kretowisko żelbetonowych okrągłych i prostokątnych zbiorników. Są to: budynek, w którym mieszczą się laboratoria i pracownie oraz modele polowe Centralnej Stacji Doświadczalnej Oczyszczania Ścieków „Kaskada“ Instytutu Gospodarki Komunalnej.

Resort gospodarki komunalnej, na którym ciąży obowiązek dostarczania ludności wody do picia, stanął przed faktem niepokojącego wyczerpywania się w szeregu okręgów naturalnych zasobów wody zdatnej do zaopatrywania miejskich i przemysłowych wodociągów. A przyczyna tego nie zawsze tkwi w obiektywnym braku wody, jaka płynie w naszych rzekach i znajduje się w zamkniętych zbiornikach oraz w głębi ziemi. Głównym powodem braku wody jest krańcowe zanieczyszczenie rzek i innych zbiorników wodnych przez ścieki z osiedli i zakładów przemysłowych. Zanieczyszczenie to sprawia, że wody naturalne stają się niezdatne do użytku. Tymczasem budowa nowych osiedli i realizacja olbrzymiego planu rozbudowy przemysłu, jak również zaspokojenie potrzeb bytowych na odpowiednim poziomie jest nie do pomyślenia bez dostatecznej ilości dobrej wody.

W tym stanie rzeczy jednym z czołowych zagadnień związanych z rozbudową kraju jest konieczność dokładnego oczyszczania ścieków.

Ilość miast w przedwojennej Polsce posiadających oczyszczalnie ścieków była znikoma. Co się dotyczy zakładów przemysłowych, to te niejako z zasady, a w rzeczywistości z przyczyn rabunkowego charakteru kapitalistycznej gospodarki, oczyszczalni ścieków nie budowały. Tych nielicznych urządzeń, które jednak były na niektórych fabrykach, nie można nazwać oczyszczalniami, gdyż służyły one raczej do formalnego zasłaniania się wobec wymagań prawa, a nie do oczyszczania ścieków. Ziemię odzyskane powiększyły wprowadzić ilość oczyszczalni, lecz otrzymaliśmy je albo doszczętnie zdemolowane podczas działań wojennych, albo też ocalałe, lecz bez dokumentacji i bez fachowej obsługi. My zaś nie mieliśmy i dotychczas jeszcze nie mamy dostatecznej ilości fachowej obsługi dla tych oczyszczalni. Dotyczy to przede wszystkim oczyszczalni miejskich, gdyż przemysłowcy niemieccy bynajmniej nie grzeszyli również nadmierną troską o czystość wód publicznych, do których zakłady przemysłowe odprowadzały swe ścieki.

Nie lepiej miała się u nas sprawa z projektowaniem oczyszczalni ścieków — szczególnie na początku. Biura powstałe ad hoc zatrudniły dużą liczbę inżynierów i techników, z których przeważająca część nigdy przedtem nie miała do czynienia ze ściekami i nigdy nie widziała racjonalnie zbudowanej i prawidłowo eksploatowanej oczyszczalni ścieków. Dla przeważającej większości projektantów były, a częściowo i teraz jeszcze nie są jasne nie tylko wyniki analiz chemicznych i biologicznych, lecz i celowość wykonywania tych analiz, a zatem i problematyka związana z uzyskaniem poszczególnych oznaczeń w analizach. Praktyczne zapoznanie się z przebiegiem oczyszczania zastąpione musiało być przez wiadomości zaczerpnięte z pism i książek, przy czym z początku dominowały tu dane z „Taschen-

buchu“ Imhoffa o oczyszczaniu ścieków, teoretyczne, z nielicznymi tylko szczegółami konstrukcyjnymi. Projektant opierający na tym źródle projektowanie mocno dopomagać sobie musiał wyobraźnią. Później przyszły z pomocą podręczniki radzieckie zawierające dużo szczegółów konstrukcyjnych, dobre rysunki perspektywistyczne i nawet dokładne obliczenia. Jednakże wybór metody i urządzeń pozostawiony zostaje w dalszym ciągu pomysłowości projektanta.

Jeśli uprzytomnić sobie ogrom programu do wykonania i wielkość nakładów finansowych i materiałowych, które cechują omawiane zadanie, to przyznać należy, że związane z nim ryzyko w dalszym ciągu pozostaje duże.

Sytuacja w dziedzinie ścieków miejskich jest o tyle łatwiejsza, że technika oczyszczania tych ścieków osiągnęła już w chwili obecnej w skali światowej pewien stopień doskonałości. W głównej mierze bowiem zagadnienie polega na dostosowaniu stopnia oczyszczania ścieków miejskich do biochemicznej zdolności odbiornika do ich wchłaniania. Po rozwiązaniu tego zagadnienia pozostaje już tylko wybór metody, w zasadzie opracowanej już naukowo i zastosowanie odpowiednich urządzeń technicznych.

Chociaż skład ścieków miejskich może być do pewnego stopnia różny w różnych miastach, w zależności od miejscowych warunków ogólnych i trybu życia ludności, to jednak mają one we wszystkich miastach i we wszystkich krajach jedną wspólną cechę, a mianowicie, ich główną podstawową część stanowią odchody ludzkie i zwierzęce oraz odpadki gospodarskie. Są to przeważnie substancje organiczne rozrzedzone olbrzymią ilością wody splukującej je z sanitarnych instalacji domowych. Woda ta zwykle zawiera dużo rozpuszczonego tlenu i przez pewien czas nie zgniwa. Te cechy ścieków domowych pozwalają traktować je jako materiał mniej więcej jednakowy i z tego powodu stosować zbliżone standartowe schematy ich oczyszczania. W schematach tych odgrywają zwykle decydującą rolę te lub inne metody biologiczne.

Inaczej się przedstawia sprawa ścieków przemysłowych. Każdy przemysł produkuje ścieki o zupełnie odmiennym charakterze, zarówno pod względem ich składu, jak i ogólnych właściwości, prócz tego zastosowanie nowych metod w produkcji zmienia natychmiast skład i charakter ścieków. Ponadto w ściekach prawie wszystkich fabryk znajdują się związki szkodliwe dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz dla drobnowidzowej flory i fauny wodnej. Odprowadzone do zbiorników wodnych bez uprzedniego oczyszczania ścieki przemysłowe ulegają bardzo powolnym przemianom, utrudniając korzystanie z wody zbiornika. Do każdego zatem przemysłu — nawet często do poszczególnych zakładów jednego i tego samego rodzaju przemysłu — zmuszeni jesteśmy przy oczyszczaniu jego ścieków podchodzić indywidualnie. Nie możemy wobec tego stosować do oczyszczania ścieków przemysłowych jakichś jednolitych standartowych schematów, jak to ma miejsce przy ściekach domowych. I chociaż myśl techniczna na całym świecie nieustannie pracuje nad problemem oczyszczania ścieków przemysłowych, dotychczas tylko dla niewielu rodzajów przemysłu posiadamy wypróbowane metody oczyszczania.

Doświadczenie uczy, że prawie wszystkie ścieki przemysłowe dają się oczyszczać w połączeniu ze ściekami miej-

skimi. Warunkiem głównym jest przy tym zachowanie pewnego ilościowego stosunku jednych do drugich, często też pewna wstępna przeróbka ścieków przemysłowych, zdążająca do usunięcia z nich albo zubożenia związków szkodliwych dla czynników mikrobiologicznych. Innymi słowy o ile udałoby się nam odpowiednio wstępnie przerobić ścieki przemysłowe, to dalej mogą one być oczyszczone za pomocą dobrze opracowanych i technicznie opanowanych metod stosowanych przy oczyszczaniu ścieków miejskich, a szczególnie w połączeniu z tymi ściekami. Ścieki miejskie zawierają bowiem olbrzymie ilości różnorodnych bakterii, z których część bierze czynny udział w różnych stadiach procesów oczyszczania. Ścieki miejskie posiadają prócz tego wszystkie potrzebne dla rozwoju bakterii substancje odżywcze. Tych właśnie bakterii i tej podstawowej pożywki brak często ściekom przemysłowym. Wobec tego połączenie obu rodzajów ścieków zwłaszcza po uprzednim spreparowaniu ścieków może dać pomyślne rozwiązanie zagadnienia.

Podstawą próby nad takim rozwiązaniem zagadnienia winna być z jednej strony gruntowna teoretyczna i praktyczna znajomość procesów oczyszczania ścieków miejskich, a z drugiej strony dokładna znajomość technologicznych procesów produkcji, w wyniku których powstają ścieki przemysłowe. Do tego dodać należy, że aby doświadczenia i eksperymenty posiadały realne znaczenie i żeby łatwiej i prędkiej można było je przeprowadzić, oprócz je trzeba na materiale uzyskanym na czynnej oczyszczalni typowych ścieków miejskich. Biologiczny materiał ten przy prowadzeniu doświadczeń nad oczyszczaniem ścieków przemysłowych posiada takie samo znaczenie, jakie w laboratorium chemicznym posiadają odczynniki chemiczne. Materiału tego nie można otrzymać na poczekaniu w warunkach laboratoryjnych. Do jego wyhodowania potrzebny jest zwykle dłuższy czas i stałe badanie. Takimi materiałami są: czynny osad, osad świeży, osad z metanowej fermentacji itp.

Takie właśnie założenia posłużyły za podstawę do utworzenia w ramach Instytutu Gospodarki Komunalnej — Centralnej Stacji Doświadczalnej Oczyszczania Ścieków „Kaskada“.

\* \* \*

Stacja Doświadczalna składa się ze znajdujących się w budynku pracowni chemicznych i biologicznych wraz z salą do badań prowadzonych w skali półlaboratoryjnej oraz z budujących się pod otwartym niebem polowych modeli urządzeń takiego samego typu, jak istniejące na czynnych oczyszczalniach ścieków. Modele zdolne są do pracy w skali półtechnicznej. W ogólnej sumie można na nich oczyścić całkowicie około 200—300 m<sup>3</sup> ścieków na dobę, tj. ilość odpowiadającą ściekom miejskim od ok. 1500 osób. Modele te pomyślane są w ten sposób, że łącząc je odpowiednio ze sobą i ze źródłem ścieków otrzymać można komplety urządzeń niedużych oczyszczalni ścieków według kilku metod oczyszczania. Będą tu między innymi zastosowane: metoda sheffielska, boltońska i filtry zraszane z recyrkulacją oraz złoża przedmuchiwane. Wspólnymi dla nich będą: krata, piaskownik, osadniki Imhoffa i poziomy oraz komora do wydzielonej fermentacji metanowej osadu. Stacja położona jest przy głównym kolektorze warszawskiej kanalizacji lewobrzeżnej, prowadzącym głównie ścieki domowe, z których będzie się czerpać materiał do badań.

Uruchomienie modeli polowych będzie bardzo ważnym czynnikiem w konsolidacji pracy u personelu badawczego Stacji. Opanowanie przez niego eksploatacji urządzeń na Kaskadzie wprowadzi go w istotę zagadnień ściekowych i upewni w zamierzonym postępowaniu przy realizacji obranych tematów.

Modele znajdujące się w normalnym ruchu pozwolą również projektantom z biur projektowych i służbie technicznej oczyszczalni zrewidować i ustalić swoje poglądy na szereg zagadnień powstałych podczas projektowania i podczas eksploatacji.

Równoległa praca zespołów urządzeń należących do różnych metod oczyszczania pozwoli naświetlić ekonomiczne

wartości i celowość zastosowania każdej z nich w obranych warunkach.

W modelach polowych Stacji na Kaskadzie zaprojektowany został szereg zmian konstrukcyjnych i ulepszeń w urządzeniach dotychczas używanych na oczyszczalniach pracujących. Modele te pozwolą przepracować nowe metody opisane w obcych czasopiśmie technicznych i własne pomysły.

Na modelach polowych zapoznawać się będą praktycznie z zagadnieniem oczyszczania ścieków słuchacze kursów prowadzonych przez Instytut Gospodarki Komunalnej, studenci wyższych szkół i inni.

Dla samej Stacji „Kaskada“ i dla innych pokrewnych zakładów badawczych modele polowe wyprodukują materiał potrzebny do rozwiązywania szeregu konkretnych zadań. Szczególnie dotyczyć to będzie oczyszczania ścieków przemysłowych, co jest tym ważniejsze, że w chwili obecnej ciężar gatunkowy zagadnienia oczyszczania ścieków, a więc i ochrony wód przed zanieczyszczeniem, przesunął się wyraźnie na stronę ścieków przemysłowych. One przede wszystkim stanowią największe zagrożenie dla źródeł zaopatrzenia w wodę ludności, dla wykorzystania wód powierzchniowych do celów gospodarczych, zdrowotnych, sportowych, piękna krajobrazu itd.

Toteż pierwszymi tematami prac Stacji Doświadczalnej „Kaskada“ są tematy poświęcone rozwiązaniu najbardziej palących zagadnień związanych z różnymi ściekami przemysłowymi.

Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydać paradoksalnym usiłowanie rozwiązania zagadnienia oczyszczania ścieków fabryki oddalonej od Kaskady czasem o kilkaset kilometrów, tym bardziej, że poszczególne urządzenia Kaskady obliczone są na oczyszczanie dziesiątków metrów sześciennych ścieków na dobę. A jednak to jest normalna droga postępowania. Na Kaskadę będą dostarczane nieduże parolitrowe próbki ścieków i poddawane wszechstronnym badaniom analitycznym i technologicznym na drodze laboratoryjnej w celu znalezienia odpowiedniej drogi do rozwiązania problemu. Po ustaleniu rodzaju zabiegów doświadczenia laboratoryjne powtórzone będą w większej skali na modelach półlaboratoryjnych sporządzonych w sali do badań półlaboratoryjnych, w budynku Stacji Doświadczalnej. Ewentualne potwierdzenie słuszności przyjętych założeń pociągnie za sobą wybudowanie na wytypowanej fabryce — branzowej stacji doświadczalnej, na której badania, prowadzone przy udziale personelu Kaskady w skali półtechnicznej, wskażą ostateczną formę oczyszczalni ścieków. W ten sposób zasięg prac Centralnej Stacji Doświadczalnej wyjdzie poza granice Kaskady.

Przypomnieć należy, że w tym samym miejscu na Kaskadzie mieściła się przed wojną i przetrwała okres okupacji Miejska Stacja Doświadczalna Oczyszczania Ścieków, która pierwsza w Polsce w sposób fachowy i systematyczny rozpoczęła pracę nad zagadnieniem ściekowym. Wybudowana w latach 1913—14 i uruchomiona w r. 1927, Stacja ta w ciągu 16 lat aż do wybuchu powstania w 1944 r. pracowała nad zagadnieniami pokrewnymi tym, którym ma służyć obecna Stacja. Prace te szły głównie w dwu kierunkach: w kierunku gruntownego poznania własności ścieków warszawskich w celu opracowania materiałów potrzebnych do projektowania oczyszczalni warszawskiej i drugim — badania wpływu warszawskich ścieków na Wisłę. Materiały te pozwoliły na opracowanie kilku wariantów projektów oczyszczalni ścieków dla Warszawy. Stacja ta o znacznie węższym zakresie, niż obecnie powstająca, włożyła duży wkład naukowy w dziedzinę badań wody i ścieków, między innymi pierwsza wprowadziła w Polsce do pracy nad ściekami zwięzłą metodykę badań chemicznych.

W początku listopada br., czyli w dziesięć lat po przerwanu pracy na poprzedniej stacji doświadczalnej, nieliczna na razie grupa chemików i hydrobiologów rozpoczęła pracę w laboratoriach Centralnej Stacji Doświadczalnej „Kaskada“, obierając, jak zaznaczono wyżej, tematy poświęcone ściekom przemysłowym i posługując się na razie materiałami otrzymanymi z istniejących oczyszczalni spoza Warszawy.





## Komunikat

Z uwagi na częste wypadki przy za- i wyładunku rur gazowych o większych przekrojach Centralny Zarząd Gazownictwa ogłasza KONKURS NA NAJLEPSZY PROJEKT RACJONALIZATORSKI rozwiązujący w sposób możliwie wyczerpujący i zadowalający powyższe zagadnienie.

Warunki konkursu są następujące:

1. Urządzenie do za- i wyładunku rur z samochodów, przyczep i furmanek winno odpowiadać niżej podanym warunkom:
  - a) powinno być stosunkowo lekkie do transportu i łatwo przenośne (najwyżej przez 2 pracowników),
  - b) obsługa urządzenia winna być łatwa i prosta,
  - c) użytkowanie urządzenia winno zabezpieczać pracowników zajętych przy ładunku rur przed możliwościami wypadków,
  - d) użytkowanie urządzenia nie powinno powodować w żadnym przypadku uszkodzenia izolacji rur,
  - e) za- i wyładunek rur winien być umożliwiony w każdym terenie.
2. Termin nadsyłania projektów do Centralnego Zarządu Gazownictwa w Warszawie, ul. Krucza 6/14, upływa z dniem 28 lutego 1955 r.
3. Projekty zostaną rozpatrzone przez Centralną Komisję Wynalazczości CZG w terminie do dnia 15 kwietnia 1955 r.
4. Za najlepsze projekty zostaną przyznane następujące nagrody:

|             |            |
|-------------|------------|
| I nagroda   | — 2.000 zł |
| II nagroda  | — 1.200 zł |
| III nagroda | — 800 zł   |

Nagrody zostaną przyznane niezależnie od wynagrodzenia racjonalizatora, wynikającego z tytułu zastosowania projektu i ustalonego zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Zastrzega się, w przypadku braku projektu rozwiązującego w sposób dostateczny i zadowalający problem za- i wyładunku rur, prawo nieprzyznania żadnej lub jednej z wymienionych nagród.

## Czytajcie i prenumerujcie „Przegląd Geologiczny“

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY jest czasopismem naukowo-technicznym dla pracowników państwowej służby geologicznej.

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY zamieszcza artykuły o wydarzeniach politycznych, organizacyjnych, naukowych, o piśmiennictwie geologicznym polskim i obcym.

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY wskazuje czytelnikom zadania geologii na obecnym etapie budowy socjalizmu w Polsce i pomaga geologom w pogłębianiu marksistowskiego stosunku do rzeczywistości i metod pracy naukowej.

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY poza częścią naukową zawiera działy:

Zagadnienia prawne i organizacyjne;  
Normy i instrukcje;  
Metody Pracy — Racjonalizacja — Postęp techniczny;  
Z terminologii geologicznej;  
Głosy czytelników;  
Kronika;  
Nowości wydawnicze (recenzje, bibliografie).

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY powinien stanowić pomoc dla naukowców i praktyków oraz dla pracowników aparatu gospodarczego i politycznego państwowej służby geologicznej, jak również i studentów.

Ukazuje się raz w miesiącu. Zawiera str. 48 formatu A-4. Cena pojedynczego numeru 10 zł.

Prenumeratę zamawiać można przez dokonanie przelewu przedpłaty na konto PKO I — 110/14000 Centralna Ekspedycja PPK „Ruch“, Warszawa, ul. Srebrna 12.

Zamówienia dokonane bez równoczesnej przedpłaty nie będą przez PPK „Ruch“ uwzględnione. Terminy zamówień są następujące: na prenumeratę półroczną, roczną i I kwartał 1955 r. do dnia 10.XII.1954 r., na prenumeratę II kwartału do dnia 10.III.1955 r., na prenumeratę III kwartału do dnia 10.VI.1955 r., na prenumeratę IV kwartału do dnia 10.IX.1955 r.

Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, ul. Rakowiecka 4.

Cena zł. 6.—

# Państwowe Wydawnictwa Techniczne

## NOWOŚCI WYDAWNICZE

- Aparatura pomiarowa i kontrolna.** Praca zbiorowa. S. 266, zł 10.—

**Brach I., Chojnacki E., Wójcikowski A.: Urządzenia do transportu bliskiego.** Wykaz i charakterystyki techniczne. Pod red. I. Bracha. S. 335, zł 53.— (opraw.)

**Całus H.: Obliczenia chemiczne.** S. 207, zł 9.—

**Gil S., Moroz A.: Materiały do zajęć w warsztacie mechanicznym szkół chemicznych.** S. 376, zł 13,50

**Hummel H.: Podstawy fizjologii i higieny pracy.** Biblioteczka Wykładowcy BHP. S. 68, zł 3.—

**Janiszewski T.: Podstawy zabezpieczeń przeciw porażeniu prądem elektrycznym.** Biblioteczka Wykładowcy BHP. S. 46, zł 2.—

**Kościółek Z., Natanson W.: Przyrządy i uchwyty do obróbki skrawaniem.** Część I. S. 204, zł 9.—

**Krzywicki M.: Maszyny elektryczne.** Wyd. 2 niezmiennione. S. 400, zł 18.—

**Lis B.: Wskaźniki elektroenergetyczne zakładów przemysłowych.** S. 107, zł 10.—
- Mermon W.: Jak obchodzić się z obrabiarką.** Seria „Będę Fachowcem”. S. 48, zł 2.—

**Niewiadomski S.: Maszyny i aparaty przemysłu chemicznego.** Część I. S. 259, zł 12.— (opraw.)

**Noiszewski L.: Pomocnik formierza.** Seria „Będę Fachowcem”. S. 70, zł 2,50

**Ochęduszek K.: Koła zębate.** Tom 1. Konstrukcja. S. 319, zł 35.— (opraw.)

**Piotrowski P.: Ślusarstwo.** Wyd. 2 przerobione. S. 156, zł 9.—

**Sokalski Z., Miracki S.: Chemia nieorganiczna.** S. 363, zł 19,50 (opraw.)

**Worożcow N. N.: Podstawy syntezy półproduktów i barwników.** Tłum. z ros. M. Morawiecka i W. Pol. S. 980, zł 95.— (opraw.)

**Zacharow N. N., Noskin R. A.: Organizacja remontu obrabiarek do metali.** Tłum. z ros. E. Koch. S. 188, zł 22.— (opraw.)

**Żydanowicz J.: Obliczanie elektryczne sieci elektroenergetycznych.** S. 335, zł 15,50

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



## Wydawnictwo „Budownictwo i Architektura“

- Dobrynin I. F., Cegielski W. Ł.: Elektryczne spawanie łukowe w budownictwie.** Tłum. z ros. Z. Ludwig i S. Pietkiewicz. 1954, s. 140, zł 7.—

**Gorbatow W. I.: Roboty budowlane.** Bezpieczeństwo pracy i ochrona przeciwpożarowa. Tłum. z ros. 1954, s. 260, zł 20,50

**Hora E.: Transport na placu budowy.** 1954, s. 342, zł 16.—

**Lenkiewicz W.: Podręcznik budownictwa ogólnego.** Część I — Części ustrojów budowlanych. 1954, s. 235, zł 11,50

**Plaskura W., Wein S.: Domowe instalacje wodociągowe i kanalizacyjne.** Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. 1954, s. 247, zł 21,50

**Polaczek J.: O instalacji centralnego ogrzewania.** 1954, s. 71, zł 3.—

**Poradnik inspektora nadzoru budowlanego.** Praca zbiorowa. Wyd. 2 uzupełnione. 1954, s. 301, zł 20.—
- Poznański T.: Chemia stosowana w budownictwie.** Część I. 1954, s. 232, zł 11.—

**Przybylski M.: Monter instalacji wodociągowych.** 1954, s. 64, zł 3.—

**Samodajew J. T.: Technologia przyspieszonego budownictwa mieszkaniowego.** Tłum. z ros. M. Szymański. 1954, s. 224, zł 16.—

**Siciński A.: Wyposażenie sanitarno-techniczne budynków i zakładów.** Instalacje kanalizacyjne, wodociągowe, przeciwpożarowe, ciepłej wody i gazowe. 1954, s. 202, zł 10.—

**Zbiór wykładów na kursy pożarnicze ochotniczych straży pożarnych.** Komenda Główna Straży Pożarnych. 1954, s. 271, zł 19.—

**Żenczykowski W.: Budownictwo ogólne.** Tom. II — Konstrukcje i wznoszenie murów i sklepień. Wyd. 4 (drukowane). 1954, s. 491, zł 33,50

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

## WARUNKI PRENUMERATY NA ROK 1955

### Prenumerata normalna

- Kwartalna 18.—  
półroczna 36.—  
roczna 72.—

Zgłoszenia na prenumeratę przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy. Można również zamawiać prenumeratę normalną przez wpłacenie należności na Konto PKO I — 110/14000 podając dokładnie nazwisko, adres, okres prenumeraty i tytuł zamawianego czasopisma.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres kwartalny, półroczny lub roczny upływa z dniem 10 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

### Prenumerata ulgowa

- Kwartalna 9.—  
półroczna 18.—  
roczna 36.—

Z prenumeraty ulgowej korzystać mogą: członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT, członkowie SARP, członkowie klubów techniki i racjonalizacji oraz studenci szkół wyższych. Zamówienia zbiorowe, imienne, z podaniem adresów, okresu prenumeraty i tytułu czasopisma oraz należności przyjmują: koła zakładowe, od członków nie zrzeszonych w kołach — oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych a od studentów — koła naukowe uczelni. Zamówienia w poniżej podanych terminach przekazywać należy do PPK Ruch Centralna Ekspedycja Warszawa Srebrna 12, wpłacając jednocześnie należności na Konto PKO — I—110/14000. Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej.

- na II kwartał — do 1.3.55  
na III „ — do 1.6.55  
na IV „ — do 1.9.55