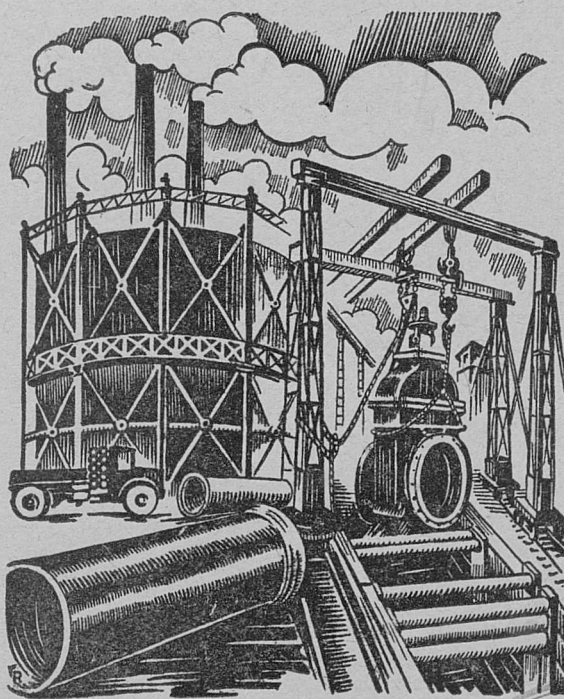


GAZ, WODA

TECHNIKA SANITARNA

— *miesięcznik* —



Nr 4

KWIECIEŃ 1955

ROK XXIX

WYDAWNICTWO

NACZELNEJ

ORGANIZACJI

TECHNICZNEJ

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 4

KWIECIEŃ 1955

ROK XXIX

T R E Ś Ć

Mgr inż. Z. Skrobecki — Metody obliczania osadników piętrowych i gnilnych
Mgr inż. A. Kępiński — Badania zużycia wody w miastach
Mgr inż. W. Skoraszewski — Zagadnienie wodociągów, kanalizacji i melioracji wielkich zespołów miejskich
Dr inż. J. Doliński — Mieszanki gazowe zastępujące gaz miejski
Mgr M. Piotrowicz — Badanie piekarnika kuchni gazowej

Mgr inż. A. Kapitaniak — Możliwości zastąpienia żeliwnych kotłów c.o. kotłami stalowymi typu E-W
Inż. H. Stępień — Przyczyny i skutki wahan ciśnienia w sieciach ciepłowniczych
Mgr inż. J. Gańczarczyk — Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej
Wiadomości praktyczne
Z życia Organizacji
Usprawnienia i racjonalizacja
Z prasy zagranicznej
Recenzje
Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej

СОДЕРЖАНИЕ

Mgr инж. З. Скробецки — Методы расчёта двухрусных отстойников и септиков.
Mgr инж. А. Кемпински — Исследования над водопотреблением в городах.
Mgr инж. В. Скорашевски — Проблемы водоснабжения, канализации и мелиорации больших городских комплексов.
Dr инж. Я. Долински — Газовые смеси заменяющие городской газ.
Mgr М. Пётрович — Исследование духовки газовой кухни.

Mgr инж. А. Капитаняк — Возможность замены чугунных котлов стальными типа Э-В.
Инж. Г. Стемпень — Причины и результаты колебания давления в теплосетях.
Mgr инж. Я. Ганчарчик — Сточные воды из сульфатцеллюлозных заводов.
Практические известия.
Организационная жизнь.
Усовершенствования и рационализация.
Из зарубежной печати.
Рецензии
Бюллетень Института Коммунального Хозяйства.

S O M M A I R E

Mgr Ing. Z. Skrobecki — „Méthodes du calcul des réceptacles sédimentaires à plusieurs étages et ceux de putréfaction“
Mgr Ing. A. Kępiński — „Recherches sur la consommation de l'eau en villes“
Mgr Ing. W. Skoraszewski — „Problème du service des eaux, de la canalisation et de la mélioration des grands ensembles municipaux“
Dr Ing. J. Doliński — „Mélanges de gaz à remplacer le gaz municipal“
Mgr M. Piotrowicz — „Examen du fourneau à gaz“

Mgr Ing. A. Kapitaniak — „Possibilités du remplacement des chaudières du chauffage central en fonte par les chaudières en acier type E-W“
Ing. H. Stępień — „Causes et effects of l'oscillation de la pression en réseaux du chauffage“
Mgr Ing. J. Gańczarczyk — „Égouts de la cellulose de sulfite“
Nouvelles pratiques
Activité de l'Association
Amélioration et rationalisation
Presse étrangère
Critiques
Bulletin de l'Institut de l'Économie Communale

I N T H I S I S S U E

Z. Skrobecki, Mgr Eng. — „Computation methods of storied and putrefaction sediment receptacles“
A. Kępiński, Mgr Eng. — „Studies on water consumption in towns“
W. Skoraszewski, Mgr Eng. — „Problem of water supply, canalisation and melioration of big municipal complexes“
J. Doliński, Dr Eng. — „Gas mixtures substituting municipal gas“
M. Piotrowicz, Mgr — „Testing the gas range“
A. Kapitaniak, Mgr Eng. — „Possibilities of substituting cast iron central heating boilers by type E-W steel boilers“

H. Stępień, Eng. — „Causes and effects of pressure oscillation in heating piping“
J. Gańczarczyk, Mgr Eng. — „Sulphite cellulose waste“
Practical News
The Activity of the Organisation
Ameliorations and rationalisation
From Foreign Press
Critiques
Bulletin of the Institute of Communal Economy

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

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

Prenumeratę przyjmują listonosze i urzędy pocztowe.

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego. Zam. 1188/c Podpisano do druku dn. 9.4.55 r.

Druk ukończono 15.4.55 r. Nakład 4600 egz. Ark. wyd. 6,5. Format A4. Ark. druk. 4. Pap. V kl. druk. sat. B-6-5029

Uchwały III Plenum KC PZPR w odniesieniu do budownictwa

Zgodnie z uchwałami II Zjazdu PZPR w roku 1954 nastąpiła zmiana w strukturze nakładów inwestycyjnych. Nakłady na rolnictwo wzrosły o 37%, na urządzenia socjalne i kulturalne o 23%, na gospodarkę komunalną i mieszkaniową o 21%.

Jednakże nie zostały w pełni wykonane zlecenia II Zjazdu dotyczące utrzymania globalnej inwestycji na niezmiennym poziomie oraz zmiany ich struktury. Ogólną cechą charakterystyczną dla budownictwa było w 1954 r. opóźnianie w oddawaniu obiektów do użytku, rosnąca rozpiętość między nakładami finansowymi a efektami rzeczowymi, wynikająca zarówno ze złego kosztorysowania, jak i podrażania robót, marnotrawstwa na placach budów, złej organizacji, wadliwego zaopatrzenia oraz dużych opóźnień w dostarczaniu dokumentacji technicznej.

W związku z tymi niedociągnięciami III Plenum KC PZPR nakreśliło węzłowe zadania dla budownictwa na rok 1955. W pierwszym rzędzie należy utrzymać zaplanowany dla budownictwa poziom nakładów inwestycyjnych na rok 1955. Nakłady te nie powinny być przekroczone. Należy przy tym w pełni zabezpieczyć wykonanie tych nakładów szczególnie w inwestycjach dla rolnictwa, budownictwa mieszkaniowego dla obiektów socjalnych i kulturalnych oraz dla obiektów gospodarki komunalnej.

W inwestycjach przemysłowych szczególną uwagę zwrócić należy na przebieg wykonywania inwestycji w kopalnictwie węgla, kopalnictwie rud żelaza i metali nieżelaznych, w energetyce oraz w przemyśle lekkim i spożywczym.

Zasadniczą sprawą w realizacji planu inwestycyjnego jest zapewnienie wykańczania obiektów, które mają być oddane do użytku w 1955 r. Nie trzeba wyjaśniać jak wielkie znaczenie ma to zagadnienie w zakresie wzrostu dochodu narodowego. Nieoddawanie obiektów do użytku zamraża poważne środki, a także sprzęt, maszyny i urządzenia i nie włącza nowozbudowanych zakładów do wykonywania ustalonych dla nich planów produkcyjnych, a tym samym nie zwiększa naszej produkcji przemysłowej.

Przy realizowaniu inwestycji w zakresie budowanych obiektów winna być zachowana dyscyplina inwestycyjna, niedopuszczająca do rozszerzenia frontu robót poza ustalone limity finansowe w planie. Celem zmniejszenia kosztów i zagwarantowania bardziej sprawnego przebiegu budownictwa — należy zwrócić szczególną uwagę na opracowywaną dokumentację techniczną nowych obiektów. Należy z całą bezwzględnością dążyć do tego, by nie rozpoczynać budowy bez dostatecznej dokumentacji projektowo-kosztorysowej.

III Plenum, podkreślając osiągnięcia budownictwa w 1954 r., wskazało na konieczność dokonania dużego wysiłku w zakresie opracowania projektów typowych oraz wzrostu procentowego budownictwa w oparciu o projekty typowe.

W oparciu o doświadczenia radzieckie należy rozwinąć poważną pracę nad rozszerzeniem w Polsce przemysłowych metod budownictwa, szczególnie przez stosowanie wielkich prefabrykowanych elementów żelbetonowych montowanych na budowie, dużych płyt stropowych, elementów dachowych, stropowych itd. Należy przygotować rozwinięcie produkcji nowych, bardziej efektywnych materiałów budowlanych, w szczególności materiałów elewacyjnych oraz zwiększenie, w związku z tymi metodami budownictwa, produkcji dźwigów.

Wprowadzenie przemysłowych metod w budownictwie jest niezbędnym warunkiem szerokiego rozwoju budownictwa mieszkaniowego i przemysłowego w następnych latach oraz wydatnego obniżenia jego kosztów.

Rzecz oczywista, że wszystkie podane wyżej wytyczne III Plenum w odniesieniu do budownictwa mają na celu obniżenie jego kosztów, jednak przy zachowaniu skutecznej walki o jakość.

Niewykorzystanych rezerw w zakresie potaniania budownictwa jest wiele. Dość wspomnieć o uporządkowaniu gospodarki materiałowej, likwidowaniu jej marnotrawstwa, o nieuzasadnionych wypłatach na robociznę, nieuzasadnionych wypłatach wozakom itd. Dlatego też trzeba wszelkimi środkami przeciwdziałać trwonieniu mienia społecznego i funduszy państwowych. Ponadto podstawową sprawą w zakresie realizacji inwestycji jest zachowanie w pełni dyscypliny inwestycyjnej.

Towarzysz Bolesław Bierut na III Plenum, omawiając zagadnienia inwestycji i budownictwa, powiedział co następuje:

„Przestrzeganie żelaznej dyscypliny w wydatkowaniu środków na inwestycje ma na celu utrzymanie zaoferowanego w planie podziału dochodu narodowego na środki przeznaczone dla zaspokojenia potrzeb konsumpcyjnych społeczeństwa i środki przeznaczone na akumulację, tj. dla zapewnienia dalszego rozwoju produkcji społecznej“.

Inżynierowie i technicy wodociągów, kanalizacji, ogrzewnictwa i techniki sanitarnej, zrzeszeni w naszym stowarzyszeniu naukowo-technicznym, winni czynnie wziąć udział w zadaniach, jakie w odniesieniu do budownictwa nakreśliło III Plenum Komitetu Centralnego Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej. Walka o dyscyplinę inwestycyjną w zakresie budowy wodociągów, kanalizacji i instalacji sanitarnych, walka o wprowadzenie postępowych metod wykonawstwa, tak niezbędnych dla naszych branż, o jakościowo i najwyższy poziom realizowanych inwestycji — winna się stać jednym z podstawowych zadań naszej pracy na najbliższym etapie.

Mgr inż. ZYGMUNT SKROBECKI

Metody obliczania osadników piętrowych i gnilnych

Ważnym zagadnieniem przy projektowaniu urządzeń kanalizacyjnych, w wypadkach braku właściwej kanalizacji, jest dobranie odpowiedniego osadnika. Typ osadnika zależy od warunków, w jakich on ma pracować, mówiąc ściślej od warunków lokalnych, które decydują o możliwości odprowadzenia ścieków dalej, poza osadnik.

Osadnik należy do najprostszych i najczęściej stosowanych urządzeń do oczyszczania (klarowania) wód ściekowych. Polega ono na przetrzymywaniu przez pewien okres czasu ścieków w osadniku, w celu strącenia nierozpuszczonych domieszek. Lżejsze zawiesiny wypływają na powierzchnię i tworzą tzw. kożuch, natomiast cięższe opadają na dno jako osad.

W zależności od wymaganego stopnia oczyszczania ścieków, osadniki służą albo do wstępnego ich oczyszczania, albo stosowane są jako jedyny i ostateczny sposób oczyszczania przed wpuszczeniem ścieków do rowów, kanalizacji lokalnej, zbiorników wód powierzchniowych, lub do ziemi. Osiągamy przez to najbardziej naturalny sposób usuwania ścieków przez ich rozrzedzenie. Oczywiście we wszystkich tych wypadkach powinny być ściśle zachowane obowiązujące przepisy o „usuwaniu nieczystości i wód opadowych” (Rozp. M. G. K. z dnia 2 września 1950 r. Dz. U. R. P. z dnia 19 września 1950 r. nr 41, poz. 371). Zarządzenie to podaje jako warunki, którym powinny odpowiadać ścieki wpuszczane do zbiorników wód powierzchniowych i do ziemi, między innymi, usunięcie ze ścieków „widocznych zanieczyszczeń pływających”.

Warunek ten wypełniają wszelkie osadniki w sposób właściwy i nie budzący zastrzeżeń.

Różnią się one natomiast budową, która w osadnikach piętrowych zabezpiecza ścieki świeże przed mieszaniem się ze ściekami w komorze gnilnej.

Ścieki, przepływające przez takiego typu osadnik, nie cuchną i mają własności ścieków świeżych. Osadniki, nie posiadające komory gnilnej, dają ścieki bardzo silnie cuchnące w stanie fermentacji kwaśnej.

W osadnikach piętrowych techniczna przeróbka osadów ściekowych oparta jest na beztlenowych (anaerobowych) procesach mikrobiologicznych.

Procesy te prowadzą:

- a) do zmiany fizycznej struktury osadu,
- b) do zmniejszenia jego masy wskutek przemiany związków organicznych w wyniku fermentacji na gazy i rozpuszczalne sole.

W tego typu osadnikach połączone są procesy sklarowywania ścieków i przegniwania wytworzonego osadu. Różnią się one od osadników gnilnych tym, że część osadowa i gnilna są od siebie oddzielone. Przepływające ścieki nie stykają się z gnilnym osadem. Sprzyja to wytrącaniu się osadów.

Historycznie prototypem takiego osadnika był osadnik Traversa, wykonany w Anglii. Konstrukcję tę ulepszył Imhoff, budując podobne osadniki dla spółki Emscherskiej. Stąd ich dodatkowa nazwa. Odmianą tych osadników są tzw. Omsy, różniące się od osadników Imhoffa tylko szczegółami budowy.

Obliczenie pojemności komory osadowej osadników piętrowych opieramy na tych samych zasadach, co i dla zwykłych osadników gnilnych. Okres przepływu ścieków dla mniejszych osadników przyjmujemy równy 1–1,5 godziny. Głębokość komory osadowej nie powinna przekraczać 2 m, ponieważ przy większej głębokości nie da się uzyskać równomiernego przepływu ścieków całym przekrojem komory. Wskazany okres przepływu przez komorę osadową jest wystarczający do należytego sklarowania ścieków. Przy sklarowaniu przechodzi do osadu od 70 do 80% zawieszonych substancji. Prędkość przepływu ścieków powinna być utrzymana w granicach poniżej 10 mm/sek., normalnie 3–6 mm/sek. Sposób obliczania komór osadowych, oparty na założeniu okresu przepływu ścieków przez komorę osadową, może być dokonany za pomocą następującego wzoru:

$$V = qt \quad (1)$$

gdzie V — pojemność komory osadowej w m^3 ,
 q — obliczeniowe ilości ścieków w m^3 /sek,
 t — czas przepływu ścieków przez komorę osadową w sek.

W celu przeszkodzenia tworzeniu się zbyt grubego kożucha, a także zabezpieczenia odpowiedniej ilości roztworu buforowego (wody ściekowej), wolna powierzchnia komory

gnilnej powinna stanowić jako minimum 20% ogólnej powierzchni osadnika. Jest to zasada, którą należy mieć na względzie przy ustalaniu przekrojów komór osadowych.

Przytoczony sposób obliczania komór osadowych nie określa efektu opadania zawieszin w zależności od czasu przepływu ścieków przez komory. Ten efekt opadania zawieszin zależy, jak wiadomo, od granicznej prędkości opadania najmniejszych cząstek, które są zatrzymywane w komorach osadowych.

Jednakże sposób oparty na prędkości opadania zawieszin najbardziej słuszny dla obliczania komór osadowych, nie znalazł właściwego zastosowania, wobec braku szeroko przeprowadzonych doświadczeń nad prędkością opadania zawieszin w osadniku.

Opadanie zawieszin zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od natury ścieków.

Komory gnilne w osadnikach piętrowych obliczamy w oparciu o procesy, które w nich zachodzą.

Osad, który z komór osadowych opadł do komory gnilnej, ulega anaerobowej fermentacji. Prowadzi ona do rozpadu substancji organicznych. Tworzą się substancje rozpuszczalne oraz gazy. W wyniku tych procesów ilość osadu zmniejsza się, przestaje on być cuchnący i zmienia się jego struktura. Ze stanu koloidalnego, oślizgłego, lepkiego przechodzi on w stan ziarnisty, łatwo oddający wodę.

Proces fermentacji beztlenowej może przebiegać w dwóch fazach. W fazie pierwszej zachodzą procesy rozkładu złożonych związków organicznych, jak tłuszczów, białka, węglowodanów na lotne kwasy tłuszczowe i siarkowodor. W fazie drugiej następuje dalszy rozpad tych kwasów z wydzielaniem metanu i dwutlenku węgla, oraz, co ma znaczenie zasadnicze, ginie siarkowodor, ponieważ siarkę wiąże żelaz tworząc siarczki i zabarwiając osad na czarno.

Pierwsza fermentacja zachodzi w środowisku kwaśnym przy pH około 5. Kwaśna fermentacja nie jest pożądana i zachodzi przeważnie przy dojrzewaniu lub w wypadkach zakłóceń procesów gnilnych. W osadnikach piętrowych normalnie przebiega gnilna fermentacja alkaliczno-metanowa. Warunkiem koniecznym dla jej przebiegu jest zasadowy odczyn ścieków, przy wskaźniku pH 7,2–7,6. Ustala się on samorzutnie. W wypadku zakłóceń należy dodać wapna gaszonego w ilości 1–2 kg w zależności od pojemności komory gnilnej.

Przy fermentacji alkaliczno-metanowej dużą rolę odgrywa woda ściekowa nie tylko zawarta w osadzie, lecz i poza nim. Zawiera ona dużą ilość rozpuszczonych soli i służy jako roztwór buforowy, który automatycznie podtrzymuje słabo zasadowy odczyn środowiska, niezbędny do metanowej fermentacji gnilnej.

Pojemność komory gnilnej wiąże się z okresem czasu, który jest niezbędny do rozpadu technicznego, tj. do przefermentowania 50% substancji organicznej. Czas ten zależy od temperatury wód ściekowych, osadu oraz powietrza. Spadek temperatury w osadniku na dłuższy okres czasu poniżej 5° C może spowodować nawrót fermentacji alkalicznej do fermentacji kwaśnej.

Pojemność komory gnilnej na 1 mieszkańca według Ströganowa określa się na podstawie zmniejszenia objętości osadu po stracie wody. Osad świeży zawiera przeciętnie 95% wody. Na podstawie doświadczeń przyjmujemy na 1 mieszkańca na dobę 0,7 l osadu o takiej zawartości wody. Przy temperaturze ścieków 10° C pojemność komory gnilnej oblicza się na 120 dni; przy temperaturze zaś ścieków 15° C na 60 dni przebywania w niej osadu. W tym okresie czasu osad zmniejszy swoją objętość trzykrotnie, ponieważ strata wody wyniesie dalsze 10% do zawartości około 85–87%.

Zmniejszenie objętości osadu w zależności od straty wody oblicza się, jak wiemy, ze stosunku całej objętości do objętości suchej masy. Jest to zależność odwrotnie proporcjonalna i z niej otrzymujemy:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{100 - p_1}{100 - p_2} \text{ lub inaczej,}$$

$$\frac{100}{100 - 95} : \frac{100}{100 - 85} = 3$$

Liczba około 85—87% wilgotności osadu dotyczy dolnych jego warstw, w górnych natomiast, po przegnicciu, mamy około 92% wilgotności. Przeciętnie przyjmujemy wilgotność osadu, który przefermentował, na 90% czyli uznajemy, że objętość osadu zmniejsza się dwukrotnie. Poza tym, jak stwierdzono, dalsze zmniejszanie się objętości osadu, również dwukrotnie, następuje w wyniku samej fermentacji.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem, mającym również wpływ na prędkość fermentacji, jest stosunek ilości osadu sfermentowanego do świeżego. Im większy jest ten stosunek tzn. im większa ilość osadu sfermentowanego przypada na jednostkę objętości osadu świeżego, tym prędzej nastąpi zarażenie osadu świeżego właściwymi bakteriami i tym prędzej i pełniej nastąpi w pożądanym kierunku gnicie. Ażeby sfermentowany osad wywierał jak największy wpływ na nowodopływający, powinno się odbywać możliwie dokładne mieszanie się osadów. Odbywa się ono pod wpływem wytworzących się gazów, na skutek wznoszenia się zawieszin z komory gnilnej do górnych warstw.

Jednakże niedokładność takiego mieszania się osadu oraz niebranie udziału dolnych jego warstw, już sfermentowanych, w procesie zarażania osadu świeżego, zmusiły Stroganowa do wprowadzania do wzoru na pojemność komory gnilnej pewnego współczynnika, korygującego równego 3. Został on nazwany współczynnikiem zapasu pojemności komory gnilnej.

Wzór Stroganowa ma postać następującą:

$$V_{k. gn.} = \frac{0.7 \cdot 3 \cdot T}{2 \cdot 2} = 0,525 \cdot T \text{ l/mieszk.} \quad (2)$$

Wielkości wchodzące do tego wzoru były przeze mnie podane, natomiast T — oznacza czas w dobach niezbędny do technicznego rozpadu osadu. Wiadomo, że czas ten zależy od temperatury ścieków, którą, stosownie do obserwacji, przyjmujemy równą temperaturze gniącego osadu. Ujęty jest on w tablicy 1.

TABLICA 1

Temperatura wód ściekowych w stopniach C	T czasokres fermentacji osadu	Pojemność komory gn. na 1 mieszkańca w litrach	Stosunek procentowy poj. komory gn. do czasokresu gnica
6,0	210	110	0,64
7,0	180	95	0,74
8,5	150	79	0,88
10,0	120	63	1,10
12,0	90	47	1,49
15,0	60	31	2,22
20,0	30	16	4,45
25,0	21	11	6,10

Temperatury podane w tablicy dotyczą średnich temperatur wód ściekowych w okresie zimy.

Podane w kolumnie 3 pojemności komory gnilnej dla małych urządzeń do 2.000 mieszkańców należy zwiększyć o 20%. Możemy również posługiwać się tablicą 2, przyjętą przez Radzieckie Budownictwo Wodne.

TABLICA 2

Ilość przyłączonych mieszk.	Zużycie dob. wody w m ³	Prostokątny				Kołowy d = 120 cm.		
		Pojemność	Długość	Szerokość	Wysokość	Pojemność	Wysokość H m.	Ilość komór
6	0,6	2,4	1,6	1	1,5	2,44	2	1
10	1	4	2	1,2	1,7	3,7	3,25	1
15	1,5	6	2,5	1,2	2	5,6	3,25/1,7	2
20	2	—	—	—	—	7,4	4,35/2,15	2
30	3	—	—	—	—	11	4,85/2,5/2,5	3

Z tego, co zostało powiedziane, podane przez Wóycickiego pojemności komór gnilnych osadników piętrowych 60—70 litrów/mieszkańca są właściwe i w naszych warunkach

temperatury wód ściekowych są do przyjęcia. Natomiast nie jest uzasadnione obliczanie pojemności komory fermentacyjnej w założeniu 70—100 litrów (0,07 do 0,1 m³) na każdego przyłączonego mieszkańca podane przez Skoraszewskiego, w jego projekcie „Przepisów ogólnych usuwania nieczystości“. Podany również przez tegoż autora warunek obliczania pojemności komory przy wspomnianych normach od dolnej krawędzi szczeliny przeczy stawianym ograniczeniom wypełnienia przez osad komory gnilnej. Osady nie mogą sięgać bliżej szpar dopływowych niż 0,35 m. Źródła radzieckie przewidują nawet 0,5 m. Przy zachowaniu tego warunku obliczona komora gnilna posiadać będzie wystarczającą pojemność, zabezpieczającą przenikanie osadu do komór osadowych.

Na podstawie podanych wzorów przytaczam przykład obliczenia osadnika piętrowego.

Dane: obliczyć pojemności komór osadowych i gnilnej osadnika piętrowego dla 500 mieszkańców przy zużyciu wody 100 litrów/mieszk. i średniej temperatury wód ściekowych 11°.

Pojemność komory osadowej obliczamy ze wzoru:

$$V = q \cdot t; \text{ gdzie } q \text{ — obliczeniowa ilość ścieków w m}^3/\text{sek}'' \\ = \frac{100 \cdot 500}{86400 \cdot 1000} \cdot 1,8 = 0,001 \text{ m}^3/\text{sek}''$$

1,8 jest to nierównomierność godzinowa zużycia wody.

$$V = 0,001 \cdot 3600 = 3,6 \text{ m}^3.$$

Pojemność komory gnilnej według (2) wyniesie:

$$V'_{k. gn.} = \frac{0,7 \cdot 3 \cdot T}{2 \cdot 2} = \frac{0,7 \cdot 3 \cdot 90}{4} = 47 \text{ l/m (tabl. 1)}$$

Zwiększamy o 20% jak dla urządzeń małych, czyli:

$$V'_{k. gn.} = 47 \cdot 1,2 = 56,4 \text{ l/mieszk.}$$

Pojemność całkowita:

$$V'_{k. gn.} = 500 \cdot 56,4 = 28200 \text{ l} = 28,2 \text{ m}^3$$

Z tych danych obliczamy poszczególne wymiary osadnika.

Posługując się tabl. 2 dla temperatury ścieków 11° C otrzymujemy pojemność komory gnilnej nieco większą, a mianowicie:

$$V_{k. gn.} = 60 \cdot 500 = 30.000 \text{ l} = 30 \text{ m}^3$$

Rys. 1 przedstawia typowy osadnik Omsa wykonany z kręgów betonowych. Do wysokości komory gnilnej H , co wy-

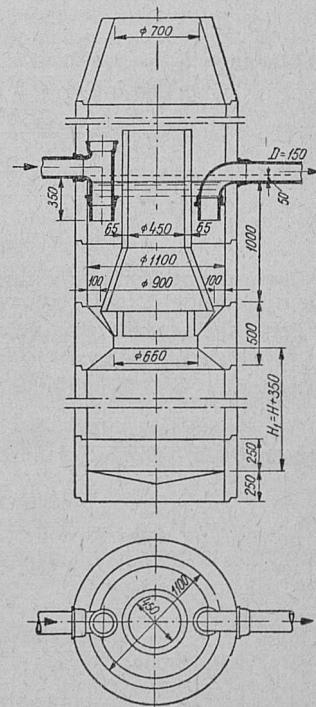
nika z obliczenia ze wzoru $H = \frac{V}{P}$, gdzie V — pojemność

komory, a P — powierzchnia przekroju, należy dodać 0,35 m, licząc od dolnej krawędzi szczeliny, w celu zabezpieczenia przed przenikaniem osadu do komory osadowej.

Dla urządzeń bardzo małych, jak np. dla jednodwudzinnych domków z ilością mieszkańców do 15 osób, Omsów obliczać nie należy. Przyjmujemy wówczas pojemność komory osadowej 0,5 m³, a gnilnej 1 m³ jako minimum. Pozostałe ważniejsze wymiary Omsa na rysunku.

Osadnik Imhoffa może być budowany o przekroju prostokątnym lub kołowym. Rys. 2 przedstawia osadnik o przekroju kołowym. Wymiary poszczególnych części stożkowej i kołowej komory gnilnej, jak również komory osadowej, określamy za pomocą znanych wzorów geometrycznych.

Pełna wysokość osadnika składa się z wysokości:



Rys. 1. Osadnik piętrowy „Oms“

Srednica drenów nie może być mniejsza niż 75 mm.

Głębokość założenia sieci drenażowej nie powinna być większa od 0,6—0,7 m (według źródeł radzieckich) i 1—1,15 m według Wóycickiego. Głębokość ta wynika z konieczności zabezpieczenia dopływu tlenu do wprowadzonych do ziemi ścieków w celu należytego przewietrzania ziemi, co przy głębszym ułożeniu drenów nie może być osiągnięte. Również dla osiągnięcia dobrego przewietrzania nawadnianego gruntu pożądane jest zraszanie przerywane. Osiągamy to przez wykonanie na odpływie samoczynnego urządzenia syfonowego lub wywrotnego naczynia. Urządzenie syfonowe należy bezwzględnie stosować przy ilości wód ściekowych ponad 10 m³/dobę. Pojemność komory syfonowej powinna być taka, ażeby nawadnianie sieci odbywało się od 3 do 4 razy na dobę, w każdym bądź razie nie mniejsza od połowy pojemności sieci drenażowej. Naczynie wywrotowe stosowane jest dla urządzeń mniejszych i również pojemność jego powinna odpowiadać postawionym wyżej warunkom.

Nie należy zakładać drenów w gruntach o wysokim poziomie wody podziemnej. Odległość sączków do poziomu wody podziemnej nie może być mniejsza niż 1,0 m. Spadki drenu mogą być stosowane od 2‰ do 5‰, większe dla gruntów łatwo przepuszczalnych oraz w wypadku niestosowania urządzeń dozujących. Przy stosowaniu urządzeń wskazany jest spadek 3‰.

O ile do sieci drenażowej mają być wpuszczone ścieki z klozetu, konieczne jest umieszczenie przed drenażem zaskórnym osadnika gnilnego, najlepiej dwu- lub trzykomorowego. Ścieki ze zlewu, umywalni i wanien mogą być bezpośrednio bez uprzedniego sklarowania wpuszczone do drenażu zaskórnego. Jednakże wskazane jest i w tym wypadku przepuścić ścieki przez studzienkę osadową w celu zatrzymania tłuszczu, mydlin i ewentualnych wypadkowych zanieczyszczeń stałych.

Obliczenie pojemności osadników gnilnych (dołów Chambeau) sprowadza się właściwie tylko do ustalenia obliczeniowej ilości ścieków w m³/dobę i w razie, gdy ilość ta nie przekracza 10 m³/dobę, pojemność osadnika przyjmujemy równą czterodobowej, natomiast powyżej 10 m³/dobę — trzydobowej ilości ścieków.

Zakładając, że zużycie wody obliczeniowej na jednego mieszkańca/dobę wynosi 100 litrów, podaję zasadnicze wymiary osadników o przekroju prostokątnym i kołowym (tabl. 3):

TABLICA 3

Srednia roczna temperatura wód ściekowych w stopniach	Pojemność na 1 mieszkańca w litrach
9—10	75
11—12	60
14—15	45

Ponieważ pojemność komory pierwszej, stosownie do danych praktycznych, powinna wynosić w osadnikach dwukomorowych 2/3 pełnej pojemności, przy trzykomorowym 1/2, kolumna wysokości H komór zawiera wysokość komory pierwszej i komór pozostałych dla osadników o przekroju kołowym.

Obliczone w ten sposób osadniki gnilne powinny być oczyszczane z osadu 1—2 razy do rytu, gdy warstwa jego osiągnie wysokość do 0,6 m. Usuwanie przegniłego osadu może odbywać się ręcznie lub przy pomocy rur grawitacyjnej, rzadziej przy użyciu pomp.

Sposób drugi — usuwania ścieków za pomocą studzienek chłonnych, jest sposobem, który w zasadzie zalecany być nie powinien. Daje zbyt silne zanieczyszczenie gruntu na niewielkiej przestrzeni.

Stosowanie studzienek chłonnych jest silnie ograniczone. Korzystamy z nich przy dobowej ilości ścieków nie przekraczającej 5 m³/dobę (50 przyłączonych mieszkańców) pod warunkiem bezwzględnego wyłączenia ścieków z klozetów, tzn. do usunięcia tylko wód z umywarek, wanien i zmywaków (zlewów). Wg przepisów radzieckich wpuszczanie do studzienek chłonnych wód ściekowych z klozetów może nastąpić za specjalnym zezwoleniem inspekcji sanitarnej po uprzednim przejściu ścieków przez osadnik. Filtry piaskowe stosowane są na gruntach nieprzepuszczalnych. Wykonane przez usunięcie ziemi do głębokości 1,2—1,6 m doły zapewniają się gruboziarnistym piaskiem wzgl. żwirem.

Ścieki sklarowane w osadniku wchodzi do górnej sieci drenażowej rozprowadzającej i po przejściu przez warstwę piasku spływają drenami zbiorczymi dolnymi do rowów otwartych. Naturalne spadki gruntu powinny być wykorzystane. Urządzenie takie może być stosowane tylko do maksimum 5 m³ ścieków na dobę. Powierzchnie filtrów piaskowych przyjmujemy: 27 m² na 1 m³ ścieków na dobę.

Na zakończenie przytoczę oparty na piśmiennictwie radzieckim wzór, którym możemy posługiwać się przy obliczaniu pojemności komór gnilnych osadników zwykłych dla urządzeń większych. Sposób obliczenia opieramy na tych samych zasadach, jakie były przeze mnie podane przy obliczaniu komory gnilnej osadników piętrowych.

Pokrótkie przypomnę: ilość osadu o zawartości przeciętnie 95% przyjmujemy na 0,7 l/mieszkańca/dobę. Osad ten stopniowo traci wodę do wilgotności 85%, a zawartość przeciętną wody ustalamy na 90%. Oprócz tego przyjmujemy, że procesy gnicia zachodzące w osadniku powodują dalsze zmniejszenie objętości osadu o 30% do 70% jego wartości, przy wilgotności 85%.

Ustalając okres gnicia osadu w osadniku na 180 dni, pojemność komory gnilnej na 1 przyłączanego mieszkańca określamy ze wzoru:

$$V_{os} = \frac{0,7 \cdot 180 \cdot 0,7 (100 - 95)}{100 - 90} = 44 \text{ l/m}$$

V_{os} , zwiększamy o 20% dla urządzeń małych do 2 000 przyłączonych mieszkańców, czyli w tym wypadku

$$V_{os} = 44 \cdot 1,2 = 52,8 - 53 \text{ l/m}.$$

Pojemność komory przepływowej obliczamy przy założeniu przetrzymania w niej ścieków w ciągu doby. Przy głębokości komory równej 1 m, obciążenie osadnika odpowiada 1 m³/m² powierzchni na dobę. Dla małych osadników obsługujących urządzenia dla 300—500 osób pojemność komory przepływowej zaleca się przyjmować równą cztero- do sześciodobowej ilości ścieków. Praca takich osadników jest lepsza i znacznie mniej przykra. Pojemność osadników bez odpływu (dołów kloacnych) obliczamy w ślad za Imhoffem, przyjmując 300 l na jednego mieszkańca przy półrocznym okresie oczyszczania.

Oczywiście wody ściekowe do tego rodzaju osadników nie mogą być odprowadzane.

LITERATURA:

1. Sziszkin i inni: Kanalizacja, Moskwa 1951 rok.
2. Sziszkin: Kanalizacja, Moskwa 1939 rok.
3. Prof. K. Wóycicki: Kanalizacja, t. II, Warszawa 1948 rok.
4. B. Botuk: Oczyszczanie wód ściekowych, Moskwa 1949 rok.
5. K. Imhoff: Zasady kanalizacji miast i oczyszczania ścieków — Warszawa 1933 rok.
6. Inż. H. Przyłęcki: Badania wody, ścieków, osadu i gazów. Tom I. Warszawa 1954 rok.
7. Spysznov: Technika Sanitarna — Leningrad 1947 rok.
8. Inż. Skoraszewski: Projekt przepisów ogólnych usuwania nieczystości — Warszawa.

Mgr inż. ALFRED KĘPIŃSKI
Instytut Gospodarki Komunalnej

Badania zużycia wody w miastach

Zalecana u nas zarządzeniem PKPG nr 33 z dnia 5 lutego 1953 r. radziecka norma zużycia wody St — 20 NKKCh RSFSR, podana także w nowym wydaniu podręcznika prof. Wóycickiego „Wodociągi”, według opinii Akademii Gospodarki Komunalnej RSFSR nie jest dostatecznie sprecyzowana i ma szereg niedomówień.

Norma St-20 NKKCh RSFSR odpowiada w istocie „Przejsściowym zasadom i normom” przyjętym jeszcze w 1931 roku i nie odzwierciedla zmian, jakie nastąpiły w wyposażeniu sanitarnym domów w miastach na przestrzeni ostatnich 20 lat, przy tym norma ta nie uwzględnia różnic w warunkach klimatycznych miejscowości.

Dla sprecyzowania norm oraz współczynników nierównomierności zużycia wody i oparcia ich na dostatecznych danych doświadczalnych, Akademia Gospodarki Komunalnej RSFSR podjęła w 1951 roku badania rzeczywistego zużycia wody w budynkach 12 miast, położonych w różnych strefach klimatycznych. W strefie północnej w miastach: Leningradzie, Borowiczi, Omsku i Swierdłowsku; w strefie środkowej w miastach: Moskwie, Podolsku, Kalininie, Kałudze, Gorkij i Miczurińsku oraz w strefie południowej w miastach: Rostowie nad Donem i Astrachaniu.

Ponieważ zagadnienie norm zużycia wody żywo interesuje każdego wodociągowca, podaję poniżej opublikowane*) przez Akademię wstępne wyniki badań, przeprowadzonych w mia-

stach strefy środkowej. Badania te dają ciekawy materiał naświetlający wpływ wyposażenia sanitarnego budynków na zużycie wody.

Badania obejmują ustalenie rzeczywistych norm i charakteru przebiegu zużycia wody dla potrzeb bytowo-gospodarczych przez następujących odbiorców: budynki mieszkalne, budynki administracyjne i użyteczności publicznej, przedsiębiorstwa komunalne, instytucje i zakłady służby zdrowia. Badaniami nie jest objęte zużycie wody przez znajdujące się w mieście zakłady przemysłowe. W zużyciu wody w budynkach uwzględniana jest woda użytkowana na polewanie ulic i zieleni.

W pierwszej kolejności badań znalazły się budynki mieszkalne, w których zużycie wody na cele bytowo-gospodarcze stanowi główną część tego zużycia w mieście.

Budynki mieszkalne, zależnie od stopnia wyposażenia w urządzenia sanitarne, zostały podzielone w ramach dwóch grup budynków zgazyfikowanych i nie zgazyfikowanych na następujące typy:

Pierwsza grupa — zgazyfikowane budynki mieszkalne.

Typ 1. Budynki wyposażone w instalacje wodociągowe i kanalizacyjne zaopatrywane centralnie w ciepłą wodę.

Typ 2. Budynki wyposażone w instalacje wodociągowe i kanalizacyjne zaopatrywane lokalnie w ciepłą wodę (wanny z piecami gazowymi).

Tablica

Rzeczywiste zużycie wody w zgazyfikowanych budynkach mieszkalnych

Miasto	Typ wyposażenia budynku					
	Typ 1		Typ 2		Typ 3	
	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od — do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od — do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od — do
Moskwa	X.1952—III.1953	175 — 415	X.1952—IV.1953	125 — 300	IX.1952—IV.1953	105 — 170

Tablica

Rzeczywiste zużycie wody w nie zgazyfikowanych budynkach mieszkalnych

Miasto	Typ wyposażenia budynku											
	Typ 1		Typ 2		Typ 3		Typ 4		Typ 5		Typ 6	
	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do	Okres badań	Zużycie wody w l/mieszk. i dobę od—do
Gorkij	XI.1952 XII.1952	285—375	—	—	VI.1952 XI.1952	97—155	—	—	—	—	—	—
Podolsk	—	—	VI.1952 IV.1953	185—320	IX.1952 III.1953	135—290	—	—	—	—	—	—
Kaługa	—	—	XII.1952 III.1953	105—185	X.1952 III.1953	30—50	—	—	—	—	—	—
Miczurińsk	—	—	—	—	—	—	VI.1952 IV.1953	95—130	VII.1952 IV.1953	8—13	VII.1952 IV.1953	11—16
Kalinin	—	—	—	—	VII.1952 III.1953	75—185	—	—	—	—	—	—

Typ 3. Budynki wyposażone w instalacje wodociągowe i kanalizacyjne bez wianien (dołączone do wodociągu i kanalizacji miejskiej).

*) I. G. Godies, N. F. Gulajew, W. F. Sokołow — Wodopotrebleniye w żylych zdaniyach. Sanitarnaja tiehnika 1954.

Tablica 3

Współczynniki godzinowej nierównomierności zużycia wody

Miasto	Pierwsza grupa			Druga grupa					
	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5	Typ 6
Moskwa	1,25—1,75	1,15—1,30	1,10—1,40	—	—	—	—	—	—
Gorkij	—	—	—	3,3—3,75	—	1,15—1,60	—	—	—
Podolsk	—	—	—	—	1,1—1,25	1,1—1,3	—	—	—
Kaługa	—	—	—	—	1,15—1,65	3,15—3,85	—	—	—
Kalinin	—	—	—	—	—	1,15—1,30	—	—	—
Miczurińsk	—	—	—	—	—	—	1,15—1,70	1,9—3,0	1,95—2,55

Typ 4. Budynki wyposażone w instalacje wodociągowe i kanalizacyjne bez wanien (kanalizacja miejscowa).

Typ 5. Budynki wyposażone w instalacje wodociągowe i nie mające kanalizacji.

Typ 6. Budynki nie wyposażone w instalacje wodociągowe i kanalizacyjne przy korzystaniu z wodociągowych źródeł ulicznych.

Druga grupa — nie zgazyfikowane budynki mieszkalne.

Typy 1 — 6 Budynki wyposażone tak, jak w pierwszej grupie. W typie 2 wanny z piecami węglowymi.

Ilość obiektów poszczególnych typów badanych w miastach strefy środkowej zestawiono poniżej.

Pierwsza grupa:

Typ 1 — 3
Typ 2 — 13
Typ 3 — 7

Druga grupa:

Typ 1 — 3
Typ 2 — 18
Typ 3 — 57
Typ 4 — 1
Typ 5 — 7
Typ 6 — 710

Zużycie wody mierzono przy pomocy wodomierzy, wyposażonych w przyrządy rejestrujące, umożliwiające uzyskanie danych o przebiegu zużycia wody i współczynnikach jego nierównomierności.

Ustalenie wielkości rzeczywistego zużycia wody, przypadającego na jednego mieszkańca i współczynników nierównomierności zużycia wody, przeprowadzono metodami statystyki matematycznej na podstawie uzyskanych pomiarów. Otrzymane wstępne wyniki przeprowadzonych badań zestawione są w tablicach.

Podane w tablicach wielkości zużycia wody obejmują obok wody użytkowanej przez mieszkańców także i ilości wody straconej, która na skutek nieszczelności urządzeń sanitarnych spływa nie wykorzystana do sieci kanalizacyjnej.

Jak widać z podanych liczb, zużycie wody na jednego mieszkańca waha się w szerokich granicach, zależnie od stopnia wyposażenia budynków w urządzenia sanitarne. Dotyczy to odpowiednio współczynników nierównomierności godzinowej zużycia wody.

Mgr inż. WŁODZIMIERZ SKORASZEWSKI

Zagadnienie wodociągów, kanalizacji i melioracji wielkich zespołów miejskich

Wszystkie miasta rosną i poszerzają się systematycznie, jakkolwiek w różnym tempie. Stały przyrost ludności kuli ziemskiej powoduje rozwój przemysłu a ten znowu urbanizację, czyli coraz większą koncentrację ludności na terenach miejskich.

Miasto lub osiedle miejskie, niezależnie od jego rozmiarów, musi posiadać pewną ilość urządzeń, świadczących usługi wszystkim mieszkańcom. Urządzenia takie mogą nosić charakter indywidualny, np.: autobusy, szkoły, sklepy, łącznie itp. i nie wymagają wieloletniego planowania.

Miasta muszą również posiadać innego rodzaju urządzenia, noszące charakter kompleksowy i powiązane w czasie o bardzo długiej perspektywie. Wodociągi, kanalizacja i melioracje miejskie stanowią najtrudniejsze pod względem nakładów trwałych przedsięwzięcia miejskie.

Ten ciężar gatunkowy wodociągów, kanalizacji oraz melioracji miejskich, dający się porównać jedynie z metro, wynika z długości okresów amortyzacyjnych obiektów budowlanych, przekraczających przeważnie pół wieku oraz niezwyklej ich masywności, wynikającej z konieczności technicznych budownictwa podziemnego.

Koszty urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych, obliczone na mieszkańca, maleją tym więcej, im bardziej miasto jest zagęszczone oraz im więcej zakład produkcyjne. Urządzenia wod. i kan. są to najstarsze historyczne zakłady produkcji masowej, dlatego mechanizacja i automatyzacja są tam posunięte do najdalszych granic. Jeden człowiek może np. obsługiwać pompownie o wydajności tak 100 m³/dobę, jak i 100 000 m³/dobę. Poza tym koszt transportu wody rurami jest odwrotnie proporcjonalny do kwadratu ich średnic, natomiast

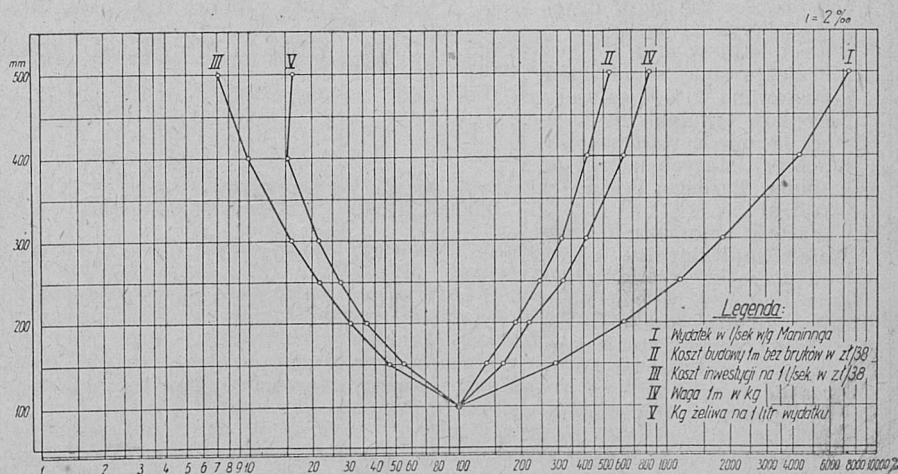
nakłady budowlane rosną wprost proporcjonalnie do tego parametru.

Rura wodociągowa o średnicy 200 mm prowadzi cztery razy tyle wody co 100-milimetrowa, tymczasem kosztuje tylko około 2 razy więcej (rys. 1).

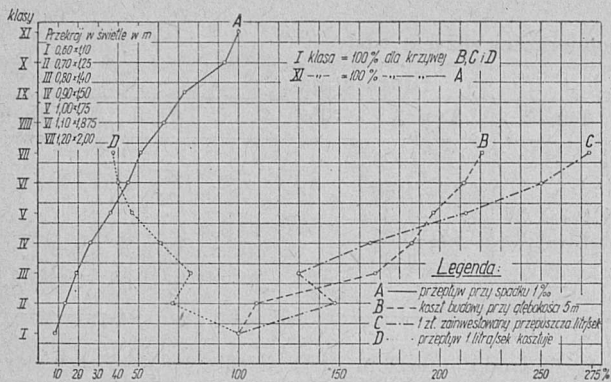
Podobnie ma się sprawa z kanałami (rys. 2).

Oznacza to w rezultacie, że z punktu widzenia ekonomii, należy inwestować od razu na cały okres amortyzacyjny w pełnym rozmiarze, inaczej zużyjemy w tym samym czasie wielokrotnie więcej materiałów i robocizny.

Każde zamierzenie inwestycyjne składa się w zasadzie z czterech operacji głównych, które stanowią:



Rys. 1



Rys. 2

1) przygotowanie, czyli studia, 2) projekt szczegółowy, 3) wykonanie i 4) eksploatacja.

Operacje te w przypadku inwestycji indywidualnych, jak np. dom mieszkalny, gmach publiczny, fabryka, dadzą się podzielić między instytucje niezależne.

Z chwilą ukończenia budynku przedsiębiorstwo, które go wykonało, odchodzi i już nie powraca do tego obiektu. Inaczej dzieje się w inwestycjach kompleksowych wielkich zespołów miejskich. Wszystkie cztery rodzaje działalności zasadniczej biegną tu stale równolegle i nigdy się nie kończą. W takich okolicznościach muszą być one koordynowane i regulowane przez jeden organ, gdyż inaczej zaczęłyby się rozbiegać w różnych kierunkach z wielką szkodą dla interesów gospodarki komunalnej.

Zobaczmy teraz, jak te sprawy wyglądają na przykładzie obszaru wielkomiejskiego — Warszawskiego Zespołu Miejskiego (WZM).

Warszawski Zespół Miejski jest dotychczas tylko pojęciem geograficznym, dyskutowanym i opracowywanym w Biurze Urbanistycznym Warszawy i nie posiada dotąd ani granic formalnie ustalonych, ani jednolitych władz administracyjnych. Tymczasem, na terenach ciężących do stolicy rozwija się bardzo intensywnie ruch budowlany. Powstają liczne osiedla mieszkaniowe oraz wielkie jednostki przemysłowe.

Obiekty budowlane naziemne są wznoszone jednocześnie w różnych punktach Warszawy i mogą być tak budowane, ponieważ są mało zależne od położenia w stosunku do stolicy, jeżeli chodzi o sam tylko budynek. Inaczej zupełnie przedstawia się rzecz, gdy zaczniemy rozpatrywać zagadnienie inwestycji wodociągów i kanalizacji w szczególności. Inwestycje te muszą tworzyć systemy logiczne, kierowane centralnie i obejmujące całość terenów w dalekiej perspektywie czasowej.

Okres amortyzacyjny urządzeń wod.-kan. wynosi np. ponad 50 lat i dlatego te podstawowe instalacje muszą być budowane od razu w skali wystarczającej na dziesiątki lat. Na czoło zagadnień inwestycji zasadniczych rejonu warszawskiego wysuwają się wodociągi, kanalizacja i melioracje miejska. Wynika to z następujących przesłanek:

I. Wiśla jest dla okolic Warszawy jedynym źródłem wody pitnej i przemysłowej, jak również jedynym odbiorcą ścieków. Ten stan rzeczy jest konsekwencją układu terenu i jego własności hydrogeologicznych.

II. Jedynie Warszawa w przedwojennych granicach administracyjnych posiada planowe wodociągi i kanalizację, pozostałe tereny WZM położone na obszarze w promieniu ok. 50 km, licząc od placu Zwycięstwa, jako środka miasta, nie mają ani wodociągów, ani kanalizacji.

III. Budownictwo, tak indywidualne jak i kompleksowe, w granicach WZM podlega wielu resortom i zdradza często tendencje rozbieżne.

IV. Gospodarka wodą pitną i ściekami na obszarach zespołu stanowi zagadnienie wielkiej wagi i problematyczny, właśnie z powodu tylko jednego źródła wody, będącego jednocześnie odbiornikiem ścieków.

Kanalizacja zbiera ścieki i prowadzi je dolinami terenowymi w kierunku oczyszczalni i ujęcia. Mamy następujące doliny naturalne, ciężące ku Wiśle w obrębie terenów podwarszawskich:

1. Utrata z dopływami,
2. Kanał Wola-Okęcie z dopływami,
3. Jeziorka z dopływami,
4. Czarna z dopływami,
5. Kanał Bielińskiego z dopływami,
6. Świder z dopływami,
7. System kanałów niziny wawerskiej,
8. Rządza z dopływami,
9. Kanał Królewski z dopływami,

TABLICA 4

Rozwój orientacyjny inwestycji wodociągowo-kanalizacyjnych warszawskiego zespołu miejskiego w latach 1951—2000

Lp.	Wyszczególnienie	okresy budowy									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		do 1950	51—55	56—60	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95
1	Stan zaludnienia na koniec okresu w 1000 mieszk.	1350	1670	1970	2250	2510	2760	3000	3260	3540	3860
2	Powinno być zainwestowane środków trwałych w mld zł ok.	2000	2500	2960	3380	3770	4140	4500	4900	5420	5790
3	Projektowana wysokość w % całości nakładów inwestycyjnych na każdy okres pięcioletni w mld zł	0	15	20	15	12	10	7	6	5	5
4	Projektowana suma zainwestowana w % całości środków trwałych za 50-lecie łącznie z wartością inwestycji starych łącznie na koniec każdego 5-lecia w mld zł	0,5	0,870	1,160	0,870	0,696	0,580	0,406	0,348	0,290	0,290
5	Wartość amortyzacji i napraw kapitalnych w okresie od początku w mld zł 2 % rocznie	0	15	35	50	62	72	79	85	90	95
6	Ogólna suma w okresie nakładów na inwestycje i remonty kapitalne od początku w mld zł	0,500	1,370	2,530	3,400	4,096	4,676	5,082	5,430	5,720	6,010
7	Przeciętny roczny stan zatrudnienia Wydz. Budowy dla zużycia całości środków wymienionych w p.6	1,007	1,007	1,413	1,210	1,106	1,048	0,914	0,891	0,862	0,891
		1,007	2,420	3,630	4,736	5,784	6,698	7,589	8,451	9,342	10,262
		ok. 7000	ok. 9500	ok. 8000	ok. 7500	ok. 7000	ok. 6100	ok. 6000	ok. 5800	ok. 5900	ok. 6200

10. Kanał Bródnowski z dopływami,
11. Kanał Łasica z dopływami.

Tylko ciekie, wymienione pod nr 1, 8, 9, 10 i 11 uchodzą do Wisły poniżej Warszawy, ale ciekie te są bardzo ubogie i w dolnym biegu przecinają gęsto zaludnione obszary rolnicze, dla których służą jako źródła wody użytkowej dla ludzi i bydła. Reszta rzeczek i kanałów spływa do Wisły powyżej Warszawy i jej ujęcia wody pitnej. Ochrona podstawowego źródła wody, jakim jest Wisła, zmusza do takiego kierowania ścieków z okolic leżących powyżej miasta, aby nie mogły one w żaden sposób zatruć warszawskiego ujęcia wody.

Tymczasem w okolicach Warszawy położonych na zlewniach, ciążących do Wisły, powstają osiedla wyposażone we wszystkie urządzenia sanitarne wewnętrzne, ale bez centralnego zaopatrzenia w wodę i racjonalnego odprowadzenia ścieków. Obserwujemy to np. w Babicach, Włochach, Ursusie, Pruszkowie, Górze Kalwarii, Służewcu-Pyrach, Piascznie, Otwocku, Wawrze, Rembertowie, Targówku, Żeraniu, Jabłonninie i Nowym Dworze.

Nawet sama Warszawa w starych granicach administracyjnych zbudowała tylko sieć kanałów, a ścieki nieoczyszczone wpuszcza wprost do Wisły, dziś już w obrębie dzielnic zaludnionych.

Indywidualny inwestor, często dopiero po zbudowaniu i zaludnieniu domów mieszkalnych, zaczyna się troszczyć o dostawę wody pitnej i usuwanie ścieków. Rozwiązuje on sprawy wod.-kan. w sposób lokalny, nie zważając na interesy otoczenia.

Powstają w ten sposób sytuacje dziwaczne, są osiedla jak np. w Ursusie lub Pruszkowie, gdzie pośrodku miasta zabudowanego dość intensywnie, ale nie posiadającego żadnych miejskich urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych, są wznoszone całe dzielnice mieszkalne, zaopatrzone jedynie w sposób lokalny. W nowych dzielnicach wierci się nowe studnie, a ścieki spuszcza się do rowów lub potoków, nie oglądając się na to, co się stanie w osiedlach położonych niżej.

Niektóre osiedla, jak np. Okęcie, skanalizowały się samorzutnie, spuszczając ścieki brudne do kanałów melioracyjnych, przeznaczonych zupełnie do innych celów. Inne znowu, jak Włochy, Ursus, Utrata, Piastów, Pruszków, Grodzisk, Otwock i Wawer rozsączają swe ścieki wprost do gruntu, co powoduje, że nie tylko wszystkie płytsze studnie są tam zakażone, lecz często nawet i głębsze, np. w Otwocku.

Prymitywne urządzenia, spławiające swe ścieki do najbliższych rowów i strumieni o bardzo niskim przepływie własnym, zaturawia je w takim stopniu, że woda staje się niebezpieczna dla otoczenia. Tymczasem mieszkańcy, rozlokowani wzdłuż tych cieków, nie zdając sobie sprawy z ich stanu antyosanitarnego, a często z braku innych źródeł, korzystają z wód tych strumieni dla potrzeb własnych.

Rozumiemy dobrze, iż ogrom potrzeb WZM w dziedzinie wodociągów i kanalizacji jest tak wielki, że w krótkim czasie wyrównanie wszystkich zaległości gospodarki kapitalistycznej jest niemożliwe i że jeszcze przez pewien czas będziemy zmuszeni korzystać z rozwiązań uproszczonych.

Dziś na obszarze WZM gospodaruje niezależnie wiele resortów. Wymienimy tylko najbardziej czynne w inwestycjach: Gospodarki Komunalnej, Budownictwa Miast i Osied-

li, Budownictwa Przemysłowego, Obrony Narodowej, Komunikacji, Rolnictwa, Żeglugi i in.

Inwestorzy, budujący w pobliżu siebie na terenach sąsiadujących, ale należących do różnych resortów, nie są zdolni do komasowania swych potrzeb wod.-kan. i mel. i projektują oraz budują niezależnie swe urządzenia sanitarne, zamiast rozwiązywać sprawy kompleksowo. Na przykład: w Ursusie i Czechowicach powstają dwie duże kolonie pracownicze, jedna na południu, druga na północy od linii kolejowej. Każde z tych osiedli ma posiadać niezależny wodociąg i kanalizację. Pomiędzy nowowznoszonymi osiedlami mieszkaniowymi znajduje się fabryka „Ursus“, posiadająca własne urządzenie wod.-kan. i bardzo nowoczesną oczyszczalnię. W ten sposób w promieniu jednego kilometra będziemy mieli trzy enklawy, posiadające niezależne sieci kanałów i wodociągów. Jest to tym bardziej szkodliwe, że wszystkie trzy obiekty leżą w zlewni i zasięgu tego samego odbiornika, strumyka zwanego Konotopą.

Podobne przypadki mnożą się w tempie przyspieszonym, powodując nie tylko marnowanie środków inwestycyjnych ale i niebezpieczne zanieczyszczenie wód otwartych. Pod tym względem wytwórnia penicyliny osiągnęła prawdziwy rekord, zatruwając swymi cuchnącymi ściekami Kanał Henrykowski na długości ok. 10 km i to w dzielnicy dość gęsto zaludnionej.

Względy gospodarcze, a przede wszystkim troska o bezpieczeństwo sanitarne okolic podmiejskich, wysuwają sprawę koncentracji zagadnień wodociągowo-kanalizacyjnych Warszawskiego Zespołu Miejskiego w jednych rękach, jako problem wymagający przedsięwzięcia szybkich i radykalnych decyzji. Inaczej chaotyczny ruch inwestycyjny stworzyć może sytuację nieodwracalną, których uporządkowanie będzie wymagało wielkich nakładów i to w najbliższym czasie.

Głównym rzecznikiem tej sprawy może być tylko Prezydium Stołecznej Rady Narodowej, jako odpowiedzialne bezpośrednio za stan zdrowotny ludności Warszawy. Powstaje tylko zagadnienie, jak to ma być rozwiązane pod względem organizacyjnym, aby uniknąć zbytnich komplikacji formalno-biurokratycznych, które mogłyby zaprzepaścić całą sprawę. Chodzi tutaj o rzeczy bardzo wielkie, których rozmiary skaluje orientacyjnie tablica 1, obliczona jako perspektywa na lat 50.

Założyliśmy, że w połowie okresu obliczeniowego wyrównamy już wszystkie zaniechania gospodarki kapitalistycznej, a inwestycje wod.-kan. i mel. zaczną wyprzedzać budownictwo naziemne. Sytuacja nasza jest, mimo wszystko, uławniona pod względem form organizacyjnych, o które nam chodzi, ponieważ gospodarka ZSRR wypracowała już dla wielkich zespołów miejskich jak Moskwa, czy Leningrad, odpowiednie i praktycznie sprawdzone typy organizacji centralnej.

Całość zagadnienia wod.-kan. i mel. powyższych zespołów miejskich obejmuje jedna instytucja ogólna, prowadząca we własnym zarządzie wszystkie operacje zasadnicze, tj. studia, projektowanie i eksploatację. Instytucja ta jest kierowana przez dyrektora, będącego jednocześnie członkiem prezydium centralnej rady narodowej moskiewskiego czy leningradzkiego zespołu miejskiego.

Sądzymy, że zastosowanie analogicznego rozwiązania w Warszawie, a być może w Łodzi czy na Śląsku, jest nie tylko sprawą zrozumiałą samą przez się i konieczną, ale po prostu potrzebą pałąca.

Dr inż. JAROSŁAW DOLIŃSKI

Mieszanki gazowe zastępujące gaz miejski

Coraz większe zapotrzebowanie gazu, przy równoczesnej konieczności oszczędzania węgla gazowniczego, stworzyło problem wytwarzania gazu zastępczego, równorzędnego co do własności z gazem miejskim. W naszych warunkach chodzi przede wszystkim o zastosowanie do tego celu gazu ziemnego, który własnościami swymi tak odbiega od normalnego gazu miejskiego, że nie może być stosowany bezpośrednio jako paliwo zastępcze.

W tym referacie nie będę zajmować się termiczną lub termiczno-katalityczną przeróbką gazu ziemnego. Na ten temat ogłoszono w ostatnich czasach wiele cennych prac i artykułów, a w praktyce stosuje się różne, dobrze opracowane systemy takiej przeróbki. Zajmę się jedynie sprawą

wytwarzania mieszanek gazowych z gazu ziemnego i najczęściej dostępnych gazów przemysłowych, ewentualnie z dodatkiem powietrza. Podam przykłady obliczania własności podobnych mieszanek i rozważę o ile cechami swymi odpowiadają żądanym warunkom. Przystępując do opracowania tego tematu musimy z góry ustalić pewne cechy, które mieszanka gazowa powinna posiadać. Co do tych cech bynajmniej gazownicy nie są jednomyślni. Niedawno ukazał się artykuł Choulata „O możliwościach pokrycia zapotrzebowania gazu w Niemczech“ („Gas — Wärme“ nr 4 z r. 1954), w którym autor podaje skład i własności różnych mieszanek gazowych o cieple spalania 4200 kcal/Nm³, tę bowiem cechę uważa autor za najważniejszą. Przytaczam

tablicę zawierającą własności różnych mieszanek gazu węglowego, wodnego, generatorowego, wielkopieczowego i spalin.

przede wszystkim a) gaz ziemny oraz następujące gazy przemysłowe: b) gaz węglowy, c) gaz koksowniczy, d) gaz wod.

TABLICA 1.

(z art. Choulat w „Gas-Wärme” nr 4 z 1954 r.)

Skład i własności gazu		A ₁	A ₂	B	C	D	E	mieszanki gazów							
		gaz węglowy		g. wod- ny z ko- ksu	g. gener. z koksu	gaz wielko- piecowy	Spaliny	A ₁ +B	A ₂ +B	A ₁ +C	A ₂ +C	A ₁ +D	A ₂ +D	A ₁ +E	A ₂ +E
CO ₂ %	obj.	2,4	1,7	5,0	4,0	8,0	8,2	3,7	2,7	2,9	2,1	4,1	2,8	3,8	2,6
CmHn	„	4,4	1,8	—	—	—	—	2,2	1,2	3,0	1,5	3,1	1,5	3,3	1,6
O ₂	„	0,5	0,3	—	—	—	4,6	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	1,5	0,9
CO	„	7,0	6,8	39,2	29,2	29,5	—	22,9	17,0	14,2	10,9	13,9	10,7	5,2	5,9
H ₂	„	52,1	57,0	50,3	10,0	3,0	—	51,2	55,0	38,6	48,5	37,1	47,7	39,0	49,3
CH ₄	„	29,3	26,8	0,3	0,4	—	—	15,0	18,5	20,1	22,0	20,3	22,3	21,9	23,1
N ₂	„	4,3	5,6	5,2	55,8	59,5	87,2	4,8	5,4	20,9	14,8	21,2	14,7	25,3	16,6
C. Spal kcal/Nm ³		5620	4865	2750	1230	980	—	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
Gęstość względna		0,458	0,396	0,546	0,889	0,985	1,02	0,470	0,418	0,570	0,460	0,591	0,470	0,567	0,435
Wydajność gazu Nm ³ /Nm ³								1,979	1,458	1,476	1,224	1,441	1,206	1,338	1,138

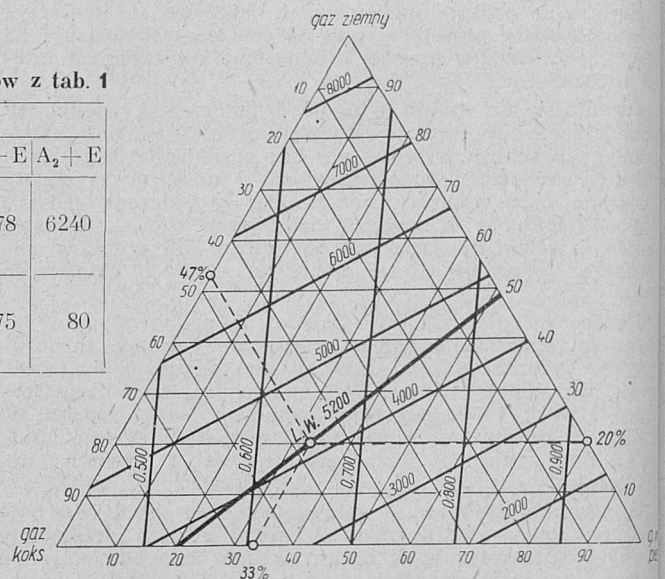
Dla lepszej charakterystyki obliczyłem dodatkowo liczby Wobbego ($\frac{c.spal.}{\sqrt{gest. wzgl.}}$) dla tych gazów, oraz w przybliżeniu maksymalną szybkość spalania (tabl. 2).

TABLICA 2. Liczby Wobbego i szybkość spalania mieszanek gazów z tab. 1

	Mieszanki gazowe							
	A ₁ +B	A ₂ +B	A ₁ +C	A ₂ +C	A ₁ +D	A ₂ +A	A ₁ +E	A ₂ +E
C. spal. $\sqrt{gest. wzgl.}$	6126	6465	5563	6193	5463	6126	5578	6240
Przybliżona szybkość spalania cm/sek.	110	90	75	75	75	75	75	80

Jak widzimy, szybkości spalania tych mieszanek są duże, a nawet bardzo duże, dzięki zawartości wodoru od 37 do 55%. Zaletą również jest ich mała zawartość tlenu. Natomiast liczby Wobbego są zbyt rozbieżne — od 5460 do 6460 — i zbyt wysokie tak, że nie można tych mieszanek uważać za równoważne ze zwykłym, węglowym gazem miejskim. Dla gazu miejskiego możemy przyjąć szybkość spalania 60 cm/sek, a liczbę Wobbego 5200.

Przy rozpatrywaniu różnych możliwości produkowania zastępczych mieszanek gazowych wziąłem za podstawę



TABLICA 3.

Własności gazów podstawowych

Skład	Gaz ziemny	Gaz węglowy	Gaz z kom. Kopp. o ruchu ciągł.	Gaz koksowniczy	Gaz wodny	Gaz gener. z w. brun.	Gaz generat.	Gaz wielkopieczowy
CO ₂	1,1	3,2	1,8	2,5	4,7	6,9	—	7,3
C ₂ H ₄	—	2,8	1,2	1,7	—	0,2	—	—
C ₆ H ₆	—	0,7	0,4	0,4	—	—	—	—
O ₂	0,3	0,5	0,4	0,2	—	0,5	—	—
CO	—	9,3	18,9	5,6	39,7	26,7	28,0	29,2
H ₂	—	48,8	49,2	52,3	50,8	15,0	11,5	2,5
CH ₄	82,5	27,3	22,6	24,8	0,8	1,9	0,4	—
C ₂ H ₆	1,9	—	—	—	—	—	—	—
C ₄ H ₈	0,7	—	—	—	—	—	—	—
C ₄ H ₁₀	0,5	—	—	—	—	—	—	—
C ₅ H ₁₂	0,3	—	—	—	—	—	—	—
N ₂	12,7	7,4	5,5	12,5	4,0	48,8	55,4	61,0
Gęstość wzgl.	0,651	0,447	0,450	0,417	0,534	0,864	0,889	0,985
C.spal kcal/m ³	8634	5030	4546	4520	2830	1486	1238	962
W. opał. kcal/m ³	7680	4494	4072	4006	2577	1393	1179	950
C. spal. $\sqrt{gest. wzgl.}$	10700	7520	6780	7000	3870	1600	1310	970
Przybliż. szybkość spalania	ok. 40 cm/s	ok. 60	ok. 80	ok. 70	ok. 160	ok. 120	ok. 110	ok. 70

TABLICA 4.

Własności mieszanek gazowych

Skład i własności gazowej mieszanki	Rodzaj mieszanki gaz.	G. węglowy 48% G. generatora 37% G. ziemny 15%	G. z kom. pion. Koppersa 55 G. generatora 35 G. ziemny 20	G. koksowy 47 G. w. piec. 33 G. ziemny 20	G. wodny 82 G. ziemny 18	G. w. piec. 51 G. ziemny 49	G. generatora z w. brunat. 57 G. ziemny 43	G. generatora z koks. 55 G. ziemny 45	G. węgl. 53 G. ziemny 18 Pow. 29	G. z kom. pion. o ruchu ciągłym (Koppersa) 55 G. ziemny 20 Powietrze 25
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
CO ₂		3,43	2,66	3,78	4,04	4,23	4,35	3,06	1,89	1,20
C ₂ H ₄		1,34	0,54	0,79	—	—	0,14	—	1,49	0,66
C ₆ H ₆		0,34	0,18	0,19	—	—	—	—	0,37	0,22
O ₂		0,29	0,24	0,15	0,05	0,15	0,41	0,14	6,41	5,53
CO		14,82	18,31	12,27	32,55	14,89	15,22	15,40	4,92	10,40
H ₂		27,67	26,17	25,41	41,66	1,28	8,55	6,33	25,86	27,06
CH ₄		25,63	26,81	28,17	14,85	40,43	36,55	37,34	29,32	28,93
C ₂ H ₅		0,28	0,37	0,37	0,33	0,91	0,80	0,83	0,33	0,37
C ₃ H ₈		0,11	0,15	0,15	0,13	0,37	0,32	0,34	0,14	0,15
C ₄ H ₁₀		0,08	0,11	0,11	0,09	0,26	0,23	0,24	0,10	0,11
C ₅ H ₁₂		0,05	0,06	0,06	0,06	0,16	0,14	0,14	0,06	0,06
N ₂		25,96	24,40	28,55	5,57	37,32	33,29	36,18	29,11	25,31
Gęstość kg/Nm ³		0,829	0,838	0,841	0,718	1,062	0,998	1,010	0,832	0,811
Gęstość wzgl. (pow. = 1)		0,641	0,648	0,651	0,555	0,821	0,772	0,782	0,644	0,628
Ciepło spalania kcal/Nm ³		4168	4206	4168	3875	4722	4560	4566	4220	4227
Wartość opałowa kcal/Nm ³		3745	3781	3732	3495	4248	4096	4104	3764	3776
Teor. zapotrzeb. pow. Nm ³ /Nm ³		3,861	3,888	3,899	3,373	4,589	4,365	4,399	3,697	3,704
Teor. ilość spalin mokrych		4,659	4,667	4,721	4,012	5,538	5,263	5,309	4,555	4,526
Teor. skład CO ₂		12,8	13,0	13,3	15,1	16,4	14,5	14,6	9,4	10,1
spalin H ₂ O		15,4	15,4	14,6	18,8	9,9	13,6	12,1	20,3	20,1
mokrych N ₂		71,8	71,6	72,1	66,1	73,7	71,9	73,3	70,3	69,8
Teor. skład CO ₂		14,9	15,2	15,0	18,6	17,7	16,6	16,4	11,8	12,6
sp. suchych N ₂		85,1	84,8	85,0	81,4	82,3	83,4	83,6	88,2	87,4
C. spal.										
W. Wobbe (1. Wobbe)		5206	5225	5166	5201	5210	5188	5163	5258	5334
W. gest. wzg.										
Przybliż. szybkość spalania cm/sek		50	50	50	100	40	40	40	50	55

ny z koks. e) gaz generatorowy z koks. f) gaz generatorowy z węgla brunatnego, g) gaz wielkopiecowy, h) gaz z komór pion. o ruchu ciągłym syst. Koppersa. Tablica 3 podaje skład tych podstawowych gazów i ich własności.

Dla przykładu podaję wykres dla jednej z mieszanek trzech różnych gazów, mianowicie gazu koksowniczego, wielkopiecowego i ziemnego. Wierzchołki trójkąta równobocznego odpowiadają 100% jednego ze składników, a punkty powierzchni są obrazem wszelkich możliwych stosunków procentowych trzech składników. Wszystkie własności mieszanek dadzą się przedstawić pękami linii na polu trójkąta. Na rys. 1 wykreślono linie odpowiadające gęstości względnej i ciepła spalania mieszanek oraz linię krzywą odpowiadającą liczbie Wobbego = 5200. Krzywa ta w skali rysunku jest prawie linią prostą. Na tej ostatniej linii dobrano taki punkt, który przedstawia gaz o odpowiednim składzie, zapewniającym dostateczną szybkość spalania i który leży w pobliżu linii ciepła spalania 4200 kcal/Nm³.

W tablicy 4 zestawiono wyliczone własności 9 różnych mieszanek gazowych. Wszystkie mieszanki mają liczby Wobbego niewiele różniące się od siebie, a ich szybkości spalania, z wyjątkiem mieszanek gazu wodnego z ziemnym, wahają się między 40—55 cm/sek.

Trzy pierwsze mieszanki (nr 1, 2, 3) możemy uważać za prawidłowe. Zawierają one wodoru około 26%, mają mało tlenu (0,2 — 0,3%), oraz posiadają szybkość spalania ok. 50 cm/sek, co jest dostateczne dla prawidłowego działania przyborów gazowych. Mieszanki nr 5, 6, 7 mają za małą szybkość spalania, a mieszanki nr 8 i 9 zawierają za dużą ilość tlenu (ok. 6%), co budzi zastrzeżenia ze względu na możliwości działania korozyjnego. Poza tą wadą obie ostatnie mieszanki mają prawidłowe ciepło spalania i liczbę Wobbego.

Podane tu zestawienie mieszanek gazowych bynajmniej nie wyczerpuje tematu i jest jedynie materiałem dla dalszych rozważań.

Mgr MARIA PIOTROWICZ
Centralne Laboratorium Gazownictwa
w Krakowie

Badanie piekarnika kuchni gazowej

Część II *)

Po przeprowadzeniu badań palników gazowych przez Centralne Laboratorium Gazownictwa i częściowym opublikowaniu wyników, uwag i wskazówek, zajęto się z kolei przebadaniem piekarnika gazowego trójpalmikowej kuchni produkcyjnej krajowej.

W niniejszej pracy, oprócz ogólnego opisu sprzętu i wyników doświadczeń, podaje się szereg charakterystycznych cech piekarnika i przypomina prawidłowy sposób posługiwania się nim.

*) Część I pracy zamieszczono w „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” w nr 9 ub. r. pt. „Badanie sprawności cieplnej kuchni gazowej.”

Komora badanego piekarnika posiada wymiar 46 × 32 × 23 cm, co daje około 35 dcm³ pojemności użytecznej. Wewnątrz komory na jednej z pięciu półek znajduje się wysuwana forma do smażenia lub blacha do pieczenia. Komora oraz ściany zewnętrzne piekarnika posiadają szereg otworów umożliwiających dostateczny dopływ powietrza, odpowiedni przepływ spalin i swobodne ich uchodzenie.

Położenie płomienia palników ustawianych za pomocą przekładni (gałka przesuwana w prawo i w lewo, znajdująca się pod drzwiczkami piekarnika) pozwala dobrać wysokość i miejsce koncentracji wysokiej temperatury.

Nazwa wyrobów mącznych	Temperatura w ° C	Czas pieczenia min.	Położenie blachy w piekarniku
biskopt	150	20 — 25	3 półka
ciasto drożdżowe i kruche	175	20 — 30	3 — 4 półka
ciasto drożdżowe z owocami	200	30 — 40	3 półka
ciasto faszerowane mięsem	250	30 — 40	4 półka



Rys. 1. Ogólny widok trójpalnikowej kuchni gazowej z badanym piekarnikiem.

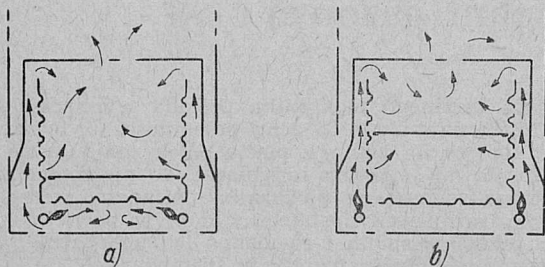
Wiadomo, że nie wszystkie wyroby mączne wymagają jednakowej temperatury do pieczenia. Uwidacznia to najlepiej przytoczona powyżej tablica (według „Gazowyje pribory“ M. A. Szejnina 1950 r., str. 22).

Oprócz regulacji wysokości temperatury należy zwrócić uwagę na czas jej działania i na możliwość skierowywania gorących spalin. W niektórych przypadkach przygotowane do wypieku ciasto ustawia się na dolnych półkach piekarnika, gdzie przy równoczesnym poziomym układzie palników koncentruje się większy zasób ciepła. Pieczeń natomiast wymagającą 285° C smaży się w górnej części piekarnika, gdyż tam przedostaje się większość ciepła ze spalania płomieni pionowych.

Kierunek przepływu gorących spalin przez specjalne otwory w systemie obudowy piekarnika decyduje o jego działaniu grzewczym. Przedstawia to rys. 2.

Ze sztuką kulinarną łączy się ściśle przepis rozpalania piekarnika z następującymi kolejnymi czynnościami:

Najpierw otwiera się drzwiczki piekarnika na przeciąg 1—2 minut w celu przewietrzenia komory, następnie zapala się zapałkę, potem prawą ręką odkręca się kurek przewodu gazowego do palników, a lewą ręką, przez otwór w dnie komory piekarnika zapala się palnik najbliższy kurka, a następnie drugi położony na krańcu przewodu. W ten sposób uniknie się niebezpieczeństwa wybuchu mieszanki gazu z powietrzem.



Rys. 2. Szkic prądu gorących spalin przy zmiennym położeniu palników piekarnika: a. układ palników poziomy, b. układ palników pionowy.

Do zasadniczych zalet piekarnika należy jego krótki czas nagrzewania i małe zużycie gazu otrzymane dzięki dobrej konstrukcji palnika i wymaganej izolacji cieplnej piekarnika.

Charakterystyczną cechą piekarnika, będącą miernikiem jego użyteczności, jest tzw. współczynnik cieplny „K” (według „Réglementation de l'Estampillage des Appareils à Gaz à Usage Domestique”, wyd. „Association Technique de l'Industrie du Gaz en France, str. 20). Współczynnik ten wyraża liczbę litrów gazu, które zostają zużyte na 1 dm³ pojemności piekarnika dla osiągnięcia w środku komory temperatury wyższej o 210° C od temperatury otoczenia oraz dla utrzymania tej temperatury w ciągu jednej godziny.

$$K = \frac{Q_1 + Q_2}{V}$$

Q_1 — Ilość litrów gazu zużytych dla podniesienia temperatury w środku pustego piekarnika o 210° C ponad temperaturę początkową,

Q_2 — Ilość litrów gazu zużytych dla utrzymania podwyższonej temperatury przez jedną godzinę,

V — Pojemność użyteczna piekarnika w dm³.

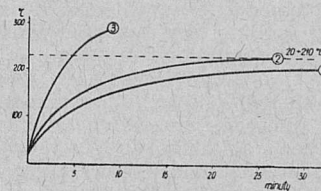
Dla piekarników pojemności 40 dm³ współczynnik „K” winien być mniejszy od liczby 20, natomiast dla piekarnika o pojemności 25 dm³ „K” winno być mniejsze niż 24. Współczynnik cieplny dla innych piekarników o pojemności zawartej pomiędzy 25—40 dm³ będzie wyznaczony przez interpolację na prostej i powinien posiadać wartość między 24—20. Czas zaś potrzebny do otrzymania wewnątrz piekarnika temperatury wyższej o 210° C od temperatury otoczenia nie powinien przekraczać 20 minut.

W niżej opisanych doświadczeniach posługiwano się gazem miejskim o średniej wartości opałowej 3800 kcal/Nm³, gazem ziemnym o wartości opałowej około 8300 kcal/Nm³ i gazem komorowym z przeciętną wartością opałową 2800 kcal/Nm³.

Zastosowano tutaj nadciśnienie gazu 60—75 mm słupa wody, używane najczęściej w praktyce, przy czym wysokość płomików palnika wynosiła 15—20 mm, co jest wielkością najodpowiedniejszą do ogrzewania piekarnika tego typu.

Dla uzyskania wymaganej wysokiej temperatury kierowano podczas pomiarów płomień palników pionowo, aby boczne ściany piekarnika ogrzać szybciej i intensywniej, lub poziomo w celu skoncentrowania temperatury u spodu piekarnika. Temperaturę mierzono w jednym punkcie — w środku piekarnika.

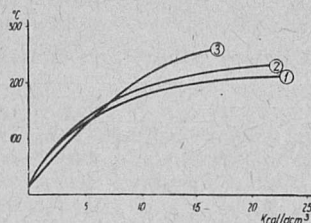
Przy stosowaniu gazu miejskiego do ogrzania piekarnika z pionowym układem palników zauważono wyraźne różnice w wydajności grzewczej w porównaniu z poziomym układem palników.



Rys. 3. Krzywe wzrostu temperatur wewnątrz piekarnika jako funkcja czasu: 1. gaz komorowy, 2. gaz miejski, 3. gaz ziemny.

Np. przy nadciśnieniu gazu miejskiego 75 mm H₂O z ogrzewaniem bocznych ścian piekarnika współczynnik cieplny „K” posiadał przeciętną właściwą wartość 19,7, natomiast przy tym samym nadciśnieniu gazu, lecz z ogrzewaniem dna piekarnika nie osiągnięto nawet po pół godziny temperatury około 230° C potrzebnej do obliczenia „K”. Stosując gaz ziemny otrzymano dobre wartości współczynnika „K” również przy obniżeniu nadciśnienia gazu z 75 na 60 mm H₂O. Dla osiągnięcia wewnątrz piekarnika temperatury wyższej o 210° C od temperatury otoczenia przy zastosowaniu gazu miejskiego o nadciśnieniu 60—75 mm H₂O zużywano okragło 200 litrów gazu; dla podtrzymania zaś tej temperatury w piekarniku zużywano ponad 500 litrów gazu w ciągu 1 godziny. Przy ogrzewaniu piekarnika gazem ziemnym w powyższych warunkach pomiaru zużywano do ogrzania tylko 50 litrów gazu; do utrzymania zaś temperatury na tej wysokości w czasie 1 godziny zużywano, podobnie jak dla gazu miejskiego, ponad 500 litrów gazu.

Porównując wykresy wzrostu temperatur piekarnika ogrzewanego gazem miejskim, ziemnym i węglowym zauważymy, iż piekarnik ogrzewany gazem ziemnym (3) osiąga temperaturę około 230° C w ciągu 6 minut, przy zastosowaniu gazu miejskiego (2) uzyskuje się ją w czasie 20 minut, natomiast nie otrzymuje się jej w ogóle przy użyciu gazu węglowego (porównaj rys. 3).



Rys. 4. Krzywe wzrostu temperatury jako funkcja wydajności cieplnej piekarnika: 1. gaz komorowy, 2. gaz miejski, 3. gaz ziemny.

Jak wiadomo, komora piekarnika o znacznej pojemności nagrzewa się wolniej niż komora mała. Do komór wielkich dostosowane więc powinny być palniki o odpowiednim obciążeniu gazowym. Zdarza się bowiem czasem tak, że palniki nie są w stanie ogrzać wnętrza piekarnika do żądanej temperatury, zwłaszcza przy zastosowaniu gazu o niskiej wartości opałowej (jak to widać w przykładzie dla gazu węglowego).

Przy zastosowaniu natomiast odpowiedniej konstrukcji palników otrzymać można w środku dużego piekarnika wyższą temperaturę niż w piekarniku małej pojemności. Również łatwiej ją utrzymać na stałej wysokości w dużym piekarniku.

Mgr inż. ANDRZEJ KAPITANIAK

Możliwości zastąpienia żeliwnych kotłów centralnego ogrzewania kotłami stalowymi typu E-W

Artykuł zawiera dane techniczne kotłów E-W, wyniki badań doświadczalnych przeprowadzonych nad kotłami tego typu oraz porównanie cech kotłów stalowych i żeliwnych.

Wykorzystanie mialu węglowego do celów centralnego ogrzewania, podyktowane koniecznością zachowania lepszych gatunków węgla i koksu dla hutnictwa i przeróbki chemicznej, jest w obecnej chwili jeszcze ograniczone, gdyż większość istniejących urządzeń kotłowych c.o., a zwłaszcza kotły żeliwne nie nadają się do spalania paliwa o drobnej granulacji 0–10 mm. Żeliwne kotły c.o. przystosowane były, jak powszechnie wiadomo, do spalania koksu. Próby i wyniki, zmierzające do zwiększenia udziału węgla w mieszance koksu i węgla, spalanie półkoksu i węgla płomiennych w kotłach żeliwnych c.o., aczkolwiek dały pewne pozytywne rezultaty zastąpienia koksu węglem, to jednak nie rozwiązują kwestii racjonalnego wykorzystania gorszych paliw z uwagi na nieprzystosowaną konstrukcję rusztu, wielkość komory, brak podmuchu itp. Konieczność szerszego stosowania mialu węglowego i trudności spalania tego paliwa w istniejących kotłach żeliwnych stały się przyczyną opracowania szeregu oryginalnych konstrukcji kotłów stalowych, przystosowanych do spalania mialu węglowego.

Zagadnienie konstrukcji i eksploatacji kotłów c. o. jest bardzo obszerne. Sprowadza się ono do wnikliwego rozważenia szeregu podstawowych założeń technologicznych, konstrukcyjnych, eksploatacyjnych i ekonomicznych. Wysłanie odpowiednich wniosków w pierwszym rzędzie opierać się będzie na rozpatrzeniu zagadnienia: czy dla gospodarki narodowej korzystniej jest budować kotły stalowe umożliwiające spalanie paliw niskokalorycznych, czy też kotły żeliwne tańsze i prostsze konstrukcyjnie ale nie nadające się do spalania paliw gorszych.

Obiektywne stwierdzenie istotnych cech szeregu kotłów umożliwiłoby powzięcie decyzji odnośnie wprowadzenia do produkcji nowych kotłów centralnego ogrzewania. Dużo materiału do rozwiązania omawianych problemów wnoszą próby spalania paliw niskokalorycznych i odpadkowych w istniejących kotłach i nowych prototypach kotłów c.o.

W niniejszej pracy rozważono możliwości zamiany kotłów żeliwnych centralnego ogrzewania kotłami stalowymi typu E-W (konstrukcji inż. E. Wojciechowskiego). Jako podstawę do rozważań przyjęto: wyniki badań doświadczalnych kotłów stalowych E-W, wyniki badań eksploatacyjnych kotłów ECA IV, KCO-80 i La Mont oraz dane konstrukcyjne tych kotłów.

Odzwierciedleniem wyżej wspomnianych cech piekarnika jest krzywa uzależniająca wzrost temperatury od pojemności komory piekarnika przy stałej wartości opałowej gazu, od nadciśnienia i od jednakowego ułożenia palników. Wykres ten (porównaj rys. 4) wskazuje zależność temperatury wnętrza piekarnika ogrzewanego gazem miejskim, ziemnym i węglowym od doprowadzonego ciepła przypadającego na 1 dcm³ komory. Najkorzystniej przedstawia się ta zależność dla gazu ziemnego, który na skutek wysokiej wartości opałowej był zużywany w najmniejszej ilości dla osiągnięcia wymaganej temperatury. Potwierdza to podobnie jak przy badaniu palników kuchenek gazowych, iż jest on najbardziej ekonomicznym paliwem ze stosowanych paliw gazowych.

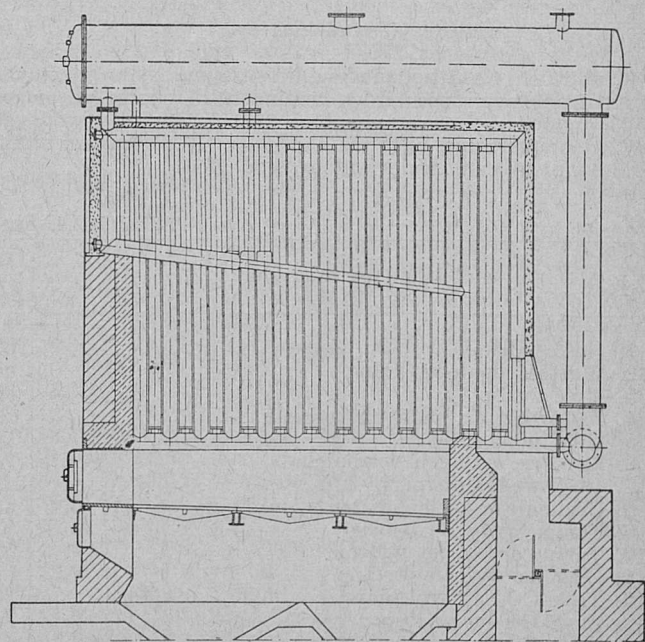
Istnieje tu jednak pewne zastrzeżenie: analiza spalin gazu miejskiego i węglowego nie wykazała obecności tlenu węgla. Natomiast w spalinach gazu ziemnego o nadciśnieniu 75 mm słupa wody i poziomym układzie palników znalazło się 0,4% CO, przy nadciśnieniu zaś gazu ziemnego, wynoszącym 60 mm H₂O i również poziomym układzie palników, wykryto w spalinach uchodzących do atmosfery tylko 0,06% tlenu węgla. Stąd wniosek, iż palniki tej konstrukcji nie nadają się do opalania gazem ziemnym potrzebującym znacznie większej ilości tlenu od poprzednich gazów.

W zakończeniu artykułu składam podziękowanie ob. Tadeuszowi Pawlikowskiemu za pomoc okazaną przy opracowywaniu niniejszego tematu.

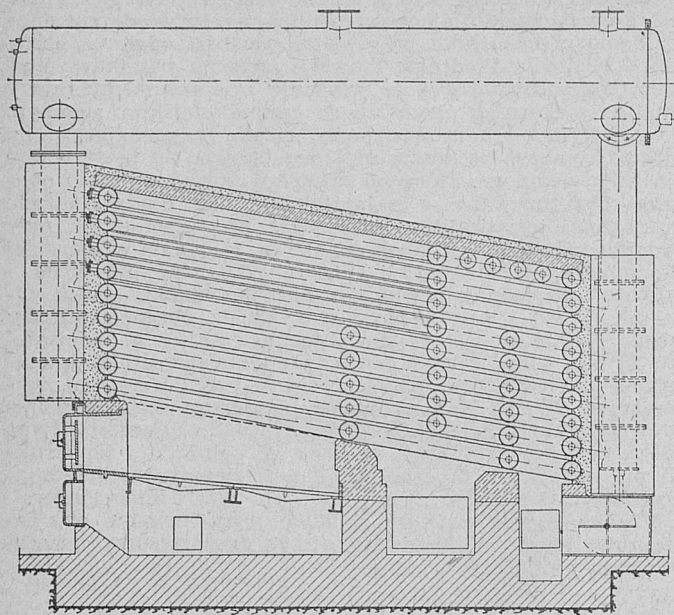
Dane techniczne kotłów E-W

Stalowe kotły E-W2 i E-W3 (rys. 1 i 2) budowane są w kilku wielkościach powierzchni grzewalnych z prostych rur stalowych, tworzących tzw. sekcje. Poszczególne sekcje składają się z rur usytuowanych podłużnie i poprzecznie i posiadają konstrukcję umożliwiającą połączenia kołnierzowe z sąsiednimi podobnymi elementami.

Ukształtowana w ten sposób powierzchnia grzewalna umożliwia odpowiedni przepływ spalin. Konstrukcja sekcji pozwala na dostęp do wnętrza poszczególnych rur. Ruszt płaski, obsługiwany ręcznie, o rusztowinach typu łuskowego przystosowany jest do spalania mialu węglowego. Konieczny jest do tego podmuch sztuczny, uzyskiwany przy pomocy wentylatora podmuchowego. Kotły parowe tego typu pracują na ciśnieniu do 0,5 atn, zaś kotły wodne umożliwiają ogrzanie wody do temperatur ogólnie stosowanych w instalacjach centralnego ogrzewania niskiego ciśnienia.



Rys. 1 — Kocioł E-W2 (parowy)



Rys. 2 — Kocioł E-W3 (parowy)

W tablicach 1, 2, 3 podano najważniejsze dane techniczne kotłów typu E-W.

TABLICA 1. Wydajność cieplna i wydatek wentylatorów kotłów E-W

Wielkość pow. ogrzewalnej (m ²)	Kotły wodne i parowe	
	Wydatek cieplny katalogowy Kcal/h	Wydatek wentylatora katalogowy m ³ /min
20 E—W3	200 000	30
25 „	250 000	30
30 „	300 000	40
35 „	350 000	40
50 „	500 000	60
75 „	750 000	80
120 E—W2	1,200 000	120

Wyniki badań kotłów E-W

W tablicach 4 i 5 podano wyniki otrzymane na podstawie przeprowadzonych pomiarów cieplnych: A) kotła parowego E-W3 o powierzchni ogrzewalnej 35 m², B) kotła wodnego E-W2 o powierzchni ogrzewalnej 120 m². Uzyskane wnioski uogólniono na całą serię kotłów typu E-W.

TABLICA 2. Wymiary gabarytowe kotłów E-W w ram

Wielkość pow. ogrzewalnej w (m ²)	Kotły wodne			Kotły parowe		
	Długość A	Szerokość B	Wysokość C	Długość A	Szerokość B	Wysokość C
20 E—W3	3070	1680	2255	3310	1680	2660
25 „	3070	1680	2525	3310	1680	2935
30 „	3574	1680	2675	3810	1680	3080
35 „	3574	1680	2675	3810	1680	3080
50 „	4450	2270	3025	4700	2270	3475
75 „	4450	2270	3296	4700	2270	3475
120 E—W2	4900	2490	4100	4900	2490	5000

TABLICA 3. Wymiar rusztu kotłów E-W

Wielkość pow. ogrzewalnej (m ²)	Kotły wodne i parowe		Czynna po- wierzchnia m ²
	Wymiary rusztu		
20 E—W3	1050 × 800		0,840
25 „	1050 × 800		0,840
30 „	1050 × 1200		1,260
35 „	1050 × 1200		1,260
50 „	1650 × 1600		2,640
75 „	1650 × 1600		2,640
120 E—W2	—		3

W procesie spalania na ruszcie płaskim można wyodrębnić trzy fazy: suszenie, odgazowanie części lotnych i spalanie koksu. Zasilanie paleniska polega na narzucaniu świeżej dawki paliwa na warstwę częściowo przepalonego węgla, pozostałego z poprzedniego zarzucania. Paliwo nagrzewa się do temperatury, przy której następuje odparowanie wilgoci, a następnie zaczyna intensywnie odgazowywać. W tym okresie zapotrzebowanie powietrza jest duże, ale świeża warstwa paliwa tamuje dopływ odpowiedniej ilości powietrza, powodując niedobór tlenu. W miarę stopniowego zmniejszania się grubości warstwy paliwa ilość dopływającego powietrza wzrasta, powodując zbędny jego nadmiar w końcowym okresie spalania (trzeciej fazy). Zasilanie paliwem w sposób okresowy powoduje, że kocioł nie pracuje stale w warunkach optymalnego stosunku powietrza do paliwa.

Jednym z rusztów przeznaczonych do spalania miału węglowego o zawartości około 30—40% ziaren frakcji 0—3 mm i o niskiej wartości opałowej jest ruszt zaopatrzony w rusztowny łuskowaty, zainstalowany w kotłach E-W. Wymiary i powierzchnia rusztów w kotłach E-W3 (0,84—2,64 m²) są dobrze dostosowane do ręcznego zasilania paliwem. W jednostce E-W2 (pow. rusztu 3 m²) zarzucanie paliwa jest bardzo uciążliwe i wymaga nadmiernego wysiłku obsługi. Ciężarowe i cieplne obciążenia rusztu wynoszące odpowiednio

TABLICA 4. Średnie wyniki pomiarów

L.p.	Wielkość mierzona	Miano- wanie	Kocioł E—W3			Kocioł E—W2		
			1 A	2 A	3 A	1 B	2 B	3 B
1. Ilość paliwa	kg/h		150	143	84,5	312	265	472
2. Wartość opałowa dolna	kcal/kg		4366	4050	4355	4990	4860	4870
3. Ilość żużlu	kg/h		17,6	12	9,1	11,5	13,7	22
4. Zawartość cz. palnych w żużlu	%		1,8	1	3	2,5	0,7	1,2
5. Ilość popiołu	kg/h		2	1	0,3	1,1	1	1,2
6. Zaw. cz. palnych w popiele	%		38,10	26,05	25,10	39,7	42,3	42
7. Ilość wody lub pary	kg/h		592	572	315,7	56200	43500	68500
8. Ciśnienie w kotle lub temp. wody na wylocie	atn, °C		0,41	0,47	0,40	92,8	73,1	83,1
9. Temp. wody na wlocie	°C		7	8	9	73,1	53,1	60,6
10. Temp. spalin na wylocie	°C		290	298	193	232	249	300
11. Ciąg na wylocie	mm H ₂ O		4,5	5	4	6,9	5,4	7,4
12. Zaw. CO ₂ na wylocie	%		9,3	8,6	5,2	8,1	7,4	9,9
13. Zaw. CO na wylocie	%		0,1	0,19	1,0	—	—	—
14. Zaw. O ₂ na wylocie	%		10,5	11,5	13,5	11,6	12,05	11,9

114—119 i 104—157 kg/m²h oraz 0,46—0,50.10⁶ i 0,52—0,76.10⁶ kcal/m²h wskazują, że powierzchnia rusztu została dobrana trafnie.

Wyniki te pozwalają przypuszczać, że uzyskane wydajności podczas pomiarów 1 A i 3 B (10273 kcal/m²h i 12844 kcal/m²h) są zbliżone do maksymalnych. Straty paleniskowe, tj. przesypu i niedopału, są niskie. Pomimo pracy z dużym nadmiarem powietrza występuje zjawisko niezupełnego spalania.

Wielkość komory spalania (objętość, wysokość) w kotłach wodnorurkowych ustala się konstrukcyjnie w założeniu, aby powstałe gazy skończyły się palić w obrębie komory (zależy to od rodzaju paliwa). Jeśli płomień będzie przenikał w strefę opłomek, wówczas nastąpi szybkie jego ochłodzenie, któremu towarzyszy gaśnięcie, dymienie i powstaną warunki sprzyjające wywiązywaniu się CO.

Uzyskane wartości natężenia komory paleniskowej (0,212 — 0,19.10⁶ kcal/m²h) są odpowiednie dla palenisk rusztowych przystosowanych do spalania węgla kamiennych o zawartości części lotnych do 30%. Wysokość komory spalania, ustalająca długość drogi cząsteczki paliwa, zależy od czasu spalania najbardziej przewlekłe spalającego się składnika i od szybkości gazów wywołanej ciągiem. Wysokość komory w kotle E-W3, wynosząca około 1 m, jest zbyt niska. W kotle E-W2 spalanie przebiega w dużo korzystniejszych warunkach (wyższa komora spalania — około 2 m i podwójne ekranowanie). Niedostateczna wysokość komory spalania (szczególnie w kotłach E-W3) powoduje przenikanie płomienia między opłomki, a nawet do czopucha, gdzie może powodować uszkodzenia. Zwiększenie wysokości komory spalania spowodowałoby niekorzystne powiększenie ogólnych gabarytów kotłów E-W.

Na podstawie osiągniętych wyników można przyjąć za osiągalne w eksploatacji:

dla kotłów E-W3 —
wydajność z 1 m² powierzchni ogrzewalnej 10000 kcal/m²h
sprawność 58—60%,

dla kotłów E-W2 —
wydajność z 1 m² powierzchni ogrzewalnej 11000 — 12000 kcal/m²h, sprawność 64—66%.

Otrzymanie wymaganej wydajności oraz praca w zakresie optymalnej sprawności zależą także od stanu powierzchni ogrzewalnych i prawidłowości spalania. Nierównomierny rozkład warstwy paliwa, dawkowanie miału w zbyt dużych porcjach, brak regulacji podmuchu, wyziębienie podczas zużłowania — powodują znaczny spadek wydajności i sprawności kotła.

Pomimo pewnych usterek konstrukcyjnych kotły typu E-W nadają się na ogół do spalania miału węglowego o niskiej wartości opałowej, dużym zapopleniu i wysokiej zawartości wilgoci.

Spalanie miału węglowego w innych kotłach c.o.

Możliwości spalania paliw niskogatunkowych w kotłach żeliwnych, np. ECA IV, są bardzo ograniczone. Praktycznie udało się przystosować kotły te do spalania w zastępstwie koksu jedynie węgli płomiennych, nie spiekających się, o uziarnieniu 40—125 mm. Spalanie miału jest bardzo utrudnione i nieekonomiczne z uwagi na duży prześwit rusztu-

win powodujący nadmierny przesyp, brak niezbędnego podmuchu, nieodpowiednią komorę spalania, możliwość uszkodzenia instalacji kotłowej na skutek dużych wahań temperatury, silne zanieczyszczenia kanałów spalinowych osadami, wysoką temperaturę spalin w czopuchu itp. Zastosowanie podajnika ślimakowego umożliwiło w kotłach ECA IV spalanie miału węglowego, jednak podajnik¹⁾ dostarcza zbyt małe ilości paliwa, co w związku z nieprzystosowaniem konstrukcji kotła powoduje, że udaje się uzyskać jedynie około 60% wydajności katalogowej.

Jak wykazała praktyka, instalowane od kilku lat w kraju kotły KCO-8OW pracują przy spalaniu miału węglowego nieekonomicznie i z wydajnością dużo niższą od przewidzianej. Zbliżone do danych katalogowych wyniki uzyskuje się dopiero przy spalaniu grysiku lub miału o wartości opałowej powyżej 6000 kcal/kg. Na małą wydajność kotłów KCO-8OW między innymi wpływ posiadają:

- 1) wady konstrukcyjne podajnika ślimakowego,
- 2) błędne usytuowanie paleniska w stosunku do sklepienia,
- 3) powstawanie w eksploatacji licznych nieszczelności w konstrukcji kotła,
- 4) poziome usytuowanie płomieniówek.

Kotły wodne centralnego ogrzewania typu La Mont (LMW 1,25 i LMW 2,5) pracują dobrze przy zastosowaniu rusztów mechanicznych łuskowych, zaś w instalacjach wyposażonych w stokary nie udało się uzyskać wydajności katalogowej. Kotły te (wyposażone w ruszty łuskowe) umożliwiają spalanie paliw niskokalorycznych z dobrą sprawnością.

Porównanie kotłów E-W3 z kotłami żeliwnymi ECA IV

Pozytywne rezultaty zastosowania miału węglowego, jako paliwa na cele ogrzewnictwa w kotłach E-W, przemawiają na korzyść tych kotłów w stosunku do istniejących kotłów żeliwnych.

Przy zbliżonej wydajności cieplnej kotłów E-W i ECA IV, kotły stalowe E-W z uwagi na wyższą wydajność z 1 m² powierzchni ogrzewalnej są lżejsze.

Zużycie stali w kotłach E-W3 w zależności od wielkości kotła (im większa powierzchnia ogrzewalna, tym zużycie stali mniejsze) kształtuje się w granicach:

- dla kotłów wodnych — 118—64,3 kg/m²
- dla kotłów parowych — 139—77,9 kg/m²
- zaś w kotłach ECA IV zużycie żeliwa wynosi: 91 kg/m² — człon środkowy, 168 kg/m² — człon narożny, a ogólnie wynosi 145—112 kg/m².

Ogólnie na podstawie porównania kosztów budowy omawianych kotłów (wg cenników) można przyjąć, że koszt 1 m² zabudowanej powierzchni ogrzewalnej wynosi:

- kotły EW-3 798—518 zł/m²
- kotły ECA IV 316—276 zł/m²

czyli kotły żeliwne są tańsze w stosunku 2,52:1,87. Stosunek ten ulegnie pewnemu zmniejszeniu, jeśli przyjmiemy, że np. kocioł E-W3 o powierzchni ogrzewalnej 35 m² zastępuje kocioł ECA IV o powierzchni ogrzewalnej 50 m².

Zwiększone gabaryty kotłów E-W3 powodują, że zastąpienie kotłów żeliwnych w większości istniejących kotłowni starych budynków mieszkalnych napotykać będzie na trud-

¹⁾ Wydajność podajnika można zwiększyć.

TABLICA 5. Wielkości charakterystyczne

L.p.	Wyszczególnienie	Miano- wanie	Kocioł E—W3			Kocioł E—W2		
			1 A	2 A	3 A	1 B	2 B	3 B
1.	Wydatek cieplny kotła	kcal/h	359575	348226	191219	1107140	870060	1541250
2.	Wydatek z 1m ² pow. ogrzewalnej	kcal/m ² h	10273	9949	5463	9226	7250	12844
3.	Zużycie paliwa na wytworzenie 10 ⁴ kcal	—	4,18	4,1	4,4	2,82	3,04	3,06
4.	Zużycie paliwa na wytw. 10 ⁴ kcal w przeliczeniu na paliwo umowne	—	2,59	2,37	2,73	2,02	2,1	2,11
5.	Ciężarowe obciążenie rusztu	kg/m ² h	119	114	67	104	89	157
6.	Ciepłne obciążenie rusztu	kcal/m ² h	0,52.10 ⁶	0,46.10 ⁶	0,3.10 ⁶	0,52.10 ⁶	0,41.10 ⁶	0,76.10 ⁶
7.	Natężenie komory paleniskowej	kcal/m ² h	0,21.10 ⁶	0,19.10 ⁶	0,1.10 ⁶	0,14.10 ⁶	0,1.10 ⁶	0,19.10 ⁶
8.	Sprawność kotła	%	54,9	53,8	49,5	69,9	67,3	67
9.	Strata przesypu	%	0,5	0,6	2	0,3	0,28	0,19
10.	Strata niedopału	%	1,2	1,0	2,6	0,28	0,12	0,11
11.	Strata kominowa	%	20,4	22,6	23,9	18,8	21,5	23
12.	Pozostałe straty	%	23	16	22	10,42	10,8	9,7
13.	Ilość powietrza podwiewowego	m ³ /h	1297	1200	1350	7230	7015	7350
14.	Nadmiar powietrza w komorze paleniskowej	—	1,68	1,7	1,9	1,6	1,6	1,62
15.	Nadmiar powietrza na wylocie z kotła	—	1,98	2,1	3	2,1	2,2	2,15

ności, wynikające z konieczności przeprowadzenia pewnych przeróbek budowlanych.

Z uwagi na wyższą wydajność z 1 m² powierzchni ogrzewalnej kotłów E-W3, w niektórych wypadkach można zastąpić kilka jednostek żeliwnych mniejszą ilością kotłów E-W.

Konstrukcja kotłów E-W zapewnia prostotę wykonawstwa, łatwość montażu i napraw.

Na podstawie danych opisanych uprzednio można ustalić następujące zalety i wady kotłów E-W w stosunku do kotłów żeliwnych.

Zalety:

- a) możliwość spalania, typowego obecnie, na cele centralnego ogrzewania miału węglowego,
- b) wysoka wydajność z 1 m² powierzchni ogrzewalnej,
- c) prostota wykonawstwa,
- d) łatwość przeciążania kotłów,
- e) niższa cena paliwa.

Wady:

- a) trudniejsza obsługa,
- b) stosunkowo niska sprawność,
- c) zwiększone wymiary gabarytowe,
- d) zastosowanie drogiego tworzywa na wykonanie powierzchni ogrzewalnej,
- e) konieczność stosowania sztucznego podmuchu,
- f) długowieczność pracy kotłów ze względu na konstrukcję i rodzaj połączeń będzie mniejsza niż kotłów żeliwnych.

Porównanie kotłów E-W2 z kotłami stalowymi KCO-8OW i LMW

Zarówno konstrukcja kotłów E-W2 jak i KCO-8OW posiada pewne niedociągnięcia, jednak do spalania miału węglowego o niskiej wartości opałowej lepiej przystosowane są kotły E-W2.

Inż. HENRYK STĘPIEŃ

Przyczyny i skutki wahanía ciśnienia w sieciach ciepłowniczych

W artykule omówiono sposoby regulacji i utrzymywania ciśnień w źródłach ciepła. Przyczyny wahanía ciśnienia w granicach niedopuszczalnych w sieciach ciepłowniczych i instalacjach c.o. podłączonych do tych sieci wg systemu bezpośredniego.

Skutki wzrostu i obniżenia powyżej i poniżej dopuszczalnego.

1. Część ogólna

Wprowadzenie ciepłownictwa w Polsce i jego intensywny rozwój postawił przed szeroką rzeszą naszych inżynierów i techników dużo nowych zagadnień i problemów.

Do najważniejszych zagadnień należy zaliczyć hydrauliczne warunki pracy sieci ciepłowniczych i instalacji wewnętrznych, podłączonych do tych sieci wg systemu bezpośredniego.

System bezpośredniego podłączenia instalacji c.o. do sieci pracujących na wysokie parametry (przy temp. powyżej 100°C) jest najbardziej rozpowszechniony i przyjęty jako podstawowy. Daje on bowiem szereg poważnych efektów ekonomicznych zarówno pod względem nakładów inwestycyjnych, jak i kosztów eksploatacyjnych.

Artykuł niniejszy obejmuje wybrane zagadnienia hydrauliczne, których znajomość jest konieczna dla prawidłowego projektowania i eksploatacji urządzeń ciepłowniczych.

Poruszone zagadnienia nie odnoszą się wyłącznie do sieci ciepłowniczych, ale również i do ogrzewań zdalczynnych zasilanych z kotłowni rejonowych, pracujących na wysokie parametry.

Ponieważ w najbliższych latach będą dostępne kotły mogące pracować na temperatury wody powyżej 100°C, ogrzewnictwo polskie wkroczy na nowe tory, a wszystkie poruszo-

Kotły E-W2 wydatnie ustępują kotłom typu La Mont pod względem:

- a) sprawności,
- b) zużycia materiałów na powierzchnie ogrzewalne,
- c) niemożności użycia w instalacjach na ciepłą wodę (przy ciśnieniu 6—8 atn) w instalacjach zdalczynnych z uwagi na słabe zabezpieczenie korków wyciskowych.

Jako cechy dodatnie kotłów E-W2 w stosunku do LMW można wyróżnić:

- a) mniejszą wrażliwość na twardość wody,
- b) mniejsze nakłady inwestycyjne przy instalowaniu wyposażenia kotłowni,
- c) łatwość napraw.

Wnioski końcowe

1. Najwłaściwszym rozwiązaniem, ujmującym zagadnienie spalania paliw typowych obecnie na cele ogrzewnictwa oraz umożliwiającym użycie przy budowie taniego tworzywa, będzie opracowanie konstrukcji prototypu kotła żeliwnego, przeznaczonego do spalania miału węglowego (konstrukcja taka jest w stadium opracowywania).

2. Obecnie produkcja kotłów E-W jest w pełni uzasadniona.

3. Możliwości zamiany kotłów żeliwnych stalowymi E-W w istniejących kotłowniach są ograniczone.

4. W nowych instalacjach należy szerzej stosować kotły E-W.

5. Instalowanie kotłów E-W2 jest usprawiedliwione głównie przy ogrzewaniu większych budynków lub osiedli mieszkaniowych, zaś w zakładach przemysłowych należy stosować kotły La Mont.

6. Celowe jest w kotłach E-W2 zastosowanie rusztu mechanicznego ze strefowym podmuchem.

Literatura

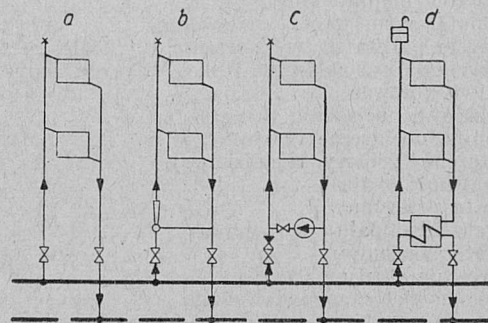
1. A. Kapitanik — Analiza możliwości zamiany kotłów żeliwnych centralnego ogrzewania kotłami stalowymi typu E-W. Prace ITI Łódź, 1953—1954.

ne w niniejszej pracy zagadnienia będą żywo interesowały szeroki ogół ogrzewników.

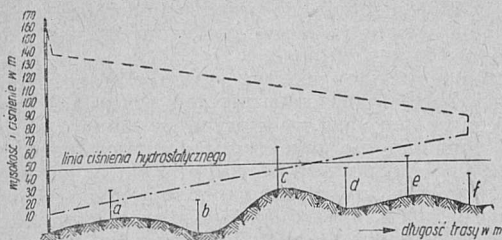
Instalacje c.o. mogą być podłączone do sieci zewnętrznej wg systemu bezpośredniego lub pośredniego (patrz rys. 1).

Przy systemie bezpośrednim rozróżnia się trzy zasadnicze schematy podłączeń, tj. podłączenie bezpośrednie, przez hydroelewator (pompą strumieniową) oraz mieszanie wody powrotnej z zasilającą za pomocą pompy odśrodkowej (rys. 1a, b i c). System pośredni polega na podłączeniu instalacji c.o. przez wymiennik ciepła. Zasadniczą cechą systemu bezpośredniego jest to, że woda z sieci zewnętrznej przepływa do wewnętrznych instalacji budynków. Tym samym i ciśnienia z sieci zewnętrznej przenoszą się w pewnym stosunku na instalacje wewnętrzne.

Oprócz zasadniczych schematów podłączeń pokazanych na rys. 1 istnieją jeszcze inne, stanowiące odmianę wymienionych lub będące ich połączeniem.



Rys. 1 — Schematy podłączeń instalacji c. o. do sieci zewnętrznej



Rys. 2 — Wykres piezometryczny z naniesieniem charakterystycznych usytuowanych budynków. — — — linia ciśnień w przewodzie zasilającym, — — — linia ciśnień w przewodzie powrotnym, z którego ciśnienie przenosi się na instalacje wewnętrzne budynków.

2. Sposoby regulacji i utrzymywania ciśnień w elektrociepłowniach

Regulacja, rozkład ciśnień i zabezpieczenia urządzeń ogrzewniczych rozwiązywane są w elektrociepłowniach wg trzech zasadniczych schematów, podanych na rys. 3, 5 i 6. Wybór prawidłowego rozwiązania (dla danych warunków) ma zasadniczy wpływ na pracę całego systemu ciepłowniczego.

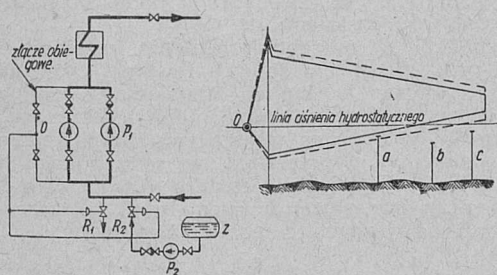
Właściwe rozmieszczenie punktów stałego ciśnienia „O” i właściwy rozkład ciśnień w sieci gwarantuje całkowite zapełnienie wodą instalacji c.o., nieprzekroczenie w nich ciśnienia dopuszczalnego oraz obliczeniowy rozpył wody do poszczególnych odbiorców.

Na rys. 3 przedstawiono schemat regulacji ciśnień w elektrociepłowni i rozkład ciśnień w sieci przy sterowaniu urządzeń regulujących ze złącza obiegowego. Regulacja ciśnień wg tego schematu jest dotychczas najbardziej rozpowszechniona ze względu na stosunkowo prostą automatyzację uzupełnienia wody i dużą elastyczność w eksploatacji.

W obydwu pracujących obecnie elektrociepłowniach warszawskich zaprojektowano regulację wg schematu przedstawionego na rys. 3. W jednej z nich z powodu braku membranowych zaworów regulacyjnych zastosowano na okres przejściowy regulację ręczną wg schematu przedstawionego na rys. 4.

Rozkład ciśnień w sieci i punktów stałego ciśnienia jest w obydwu rozwiązaniach jednakowy.

Zasada działania urządzeń regulujących wg schematu przedstawionego na rys. 3 jest następująca: Z punktu stałego ciśnienia „O”, który znajduje się na złączu obiegowym, przekazywany jest impuls na regulacyjne zawory membranowe R_1 i R_2 .



Rys. 3 — Schemat automatyzacji uzupełnienia wody w elektrociepłowni i rozkład ciśnień w sieci przy regulacji ze złącza obiegowego. P_1 — pompy obiegowe, P_2 — pompa uzupełniająca, R — membranowy regulator przepływu, Z — zbiornik wody uzupełniającej.

W przypadku ubytku wody i obniżenia się ciśnienia w sieci — obniża się również ciśnienie w punkcie „O”, a tym samym i nad membranami zaworów regulacyjnych, zwiększając jednocześnie odkrycie zaworu R_2 .

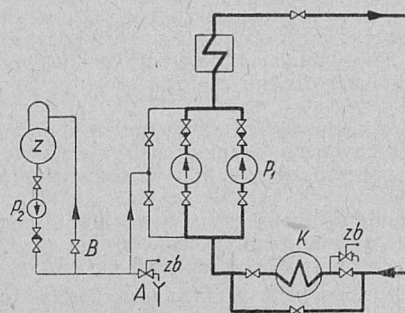
Przy zwiększonym otwarciu zawór R_2 przepuszcza do sieci większą ilość wody, a ciśnienie na nim wzrasta.

Dzięki temu ciśnienie w punkcie „O” i we wszystkich punktach sieci podnosi się do żądanego poziomu i pozostaje niezmiennie. Podobnie dzieje się przy wzroście ciśnienia w sieci przypadku zwiększenia objętości wody na skutek zbyt szybkiego jej nagrzewania. Wówczas ciśnienie w punkcie „O” i nad membranami zaworów R_1 i R_2 wzrasta, powodując przyamykanie zaworu R_2 , aż do jego całkowitego zamknięcia. Po zamknięciu zaworu R_2 następuje całkowite odcięcie dopływu wody uzupełniającej.

Jeżeli przyrost ciśnienia w sieci jest tak duży, że pomimo zamknięcia zaworu R_2 ciśnienie nadal wzrasta, wówczas otwiera się zawór R_1 , przez który wypływa nadmiar wody z sieci, obniżając w niej ciśnienie.

Zawór R_1 pozostaje otwarty dopóki ciśnienia w sieci nie ustalą się na stałym poziomie. Stosowana obecnie automatyka nie pozwala na większą zmianę ciśnienia w punkcie stałym niż 0,1 atn.

Przepisy eksploatacji sieci ciepłowniczych wymagają, aby nagrzewanie wody było przeprowadzane tak powoli, ażeby zawór R_1 nie wypuszczał wody z sieci. Przyrost objętości wody jest na ogół równoważony jej normalnymi stratami.



Rys. 4 — Schemat regulacji ciśnień w pierwszej elektrociepłowni. P_1 — pompy obiegowe, P_2 — pompy uzupełniające, Z — zbiornik wody uzupełniającej, K — kondensator turbiny, zb — zawór bezpieczeństwa.

Pompy uzupełniające straty wody w sieci „ P_2 ” pracują bez przerw zarówno w czasie pracy pomp obiegowych jak i podczas ich postoju.

Gdy pompy obiegowe nie pracują — pompa uzupełniająca utrzymuje na odpowiednim poziomie ciśnienie hydrostatyczne w sieci. Ciśnienie to regulowane jest w taki sam sposób, jak ciśnienia w sieci podczas normalnej pracy pomp obiegowych.

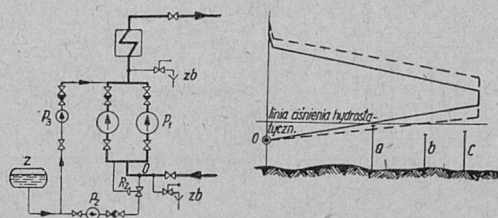
Wysokość ciśnienia hydrostatycznego utrzymywana jest zwykle na poziomie równym wysokości najwyższego budynku (podłączonego do sieci zewnętrznej wg systemu bezpośredniego) usytuowanego w najwyższym punkcie terenu plus 4 m.

Nadmiar ciśnienia równy 4 m dawany jest po to, aby zabezpieczyć instalację c. o. przed możliwością zassania powietrza z atmosfery. Linia ciśnienia hydrostatycznego przebiega zawsze przez punkt stałego ciśnienia „O”.

Membranowe zawory regulacyjne R_1 i R_2 spełniają rolę zabezpieczeń w elektrociepłowni przed wahaniami ciśnienia w całym systemie ogrzewniczym.

We wspomnianej EC ustawionych jest kilka zaworów bezpieczeństwa (patrz rys. 4), z których jeden „A” służy do odprowadzania wody z sieci w przypadku podwyższenia się w niej ciśnienia lub zwiększenia ciśnienia pomp uzupełniających — czyli spełnia rolę regulatora R_1 . Pozostałe zawory bezpieczeństwa służą do zabezpieczenia kondensatorów przed ciśnieniem hydrostatycznym w przypadku nieodcienia ich od sieci przy zatrzymywaniu pomp obiegowych. Regulacja uzupełnienia wody odbywa się ręcznie za pomocą zaworu „B”.

Na rys. 5 przedstawione jest drugie rozwiązanie regulacji ciśnień w elektrociepłowniach.



Rys. 5 — Schemat automatyzacji uzupełniania wody w elektrociepłowni i rozkład ciśnień w sieci przy regulacji kolektora powrotnego. P_1 — pompy obiegowe, P_2 — pompa uzupełniająca, P_3 — pompa ciśnienia statycznego, zb — zawór bezpieczeństwa, R — membranowy regulator przepływu, Z — zbiornik wody uzupełniającej.

Polega ono na sterowaniu uzupełnienia wody z powrotnego kolektora elektrociepłowni, gdzie również utrzymywany jest punkt stałego ciśnienia „O”.

Podczas pracy pomp obiegowych ciśnienia w sieci utrzymywane są na żądanym poziomie za pomocą membranowego zaworu regulacyjnego „R”. Przy postoju pomp obiegowych ciśnienie hydrostatyczne utrzymywane jest za pomocą specjalnej pompy hydrostatycznego ciśnienia „P₃”. Pompa ciśnienia hydrostatycznego zablokowana jest z pompami obiegowymi w ten sposób, że zaczyna ona pracować wtedy, kiedy zostaną wyłączone pompy obiegowe.

Na zasilaniu i powrocie pomp obiegowych ustawione są zawory bezpieczeństwa. Zawór ustawiony na zasilaniu działa podczas pracy pomp przy przekroczeniu ciśnienia roboczego, np. przy uszkodzeniu urządzeń uzupełniających lub nadmiernym zwiększeniu objętości wody podczas jej nagrzewania. Zawór ustawiony na powrocie działa przy przekroczeniu ciśnienia statycznego podczas postoju pomp obiegowych.

W nowszych rozwiązaniach dla usuwania nadmiaru wody z sieci, zamiast zaworów bezpieczeństwa ustawia się membranowy zawór regulacyjny, jak w rozwiązaniu podanym na rys. 3.

Na rys. 6 podano trzeci sposób regulacji ciśnień stosowany w elektrociepłowniach. Polega on na sterowaniu uzupełnienia wody na zasadzie przepływu czynnika.

Punkt stałego ciśnienia w tym przypadku umieszczony jest poza elektrociepłownią — na ogół na przewodach powrotnych.

Inne zabezpieczenia i sposób utrzymywania ciśnienia hydrostatycznego rozwiązywane są podobnie jak w schematach zamieszczonych na rys. 3 i 5.

Ostatni z omawianych sposobów regulacji jest najnowszym rozwiązaniem. Zasadniczą jego zaletą jest stosunkowo mała możliwość wahań ciśnienia w przewodach powrotnych sieci, a tym samym i instalacjach wewnętrznych.

W mniejszych instalacjach ogrzewniczych (sieciach zasilanych z kotłowni rejonowych) punkty stałego ciśnienia utrzymywane są za pomocą naczyń wzbiorniczych. Punkty te leżą zazwyczaj w miejscach podłączenia naczyń wzbiorniczych do sieci ciepłej.

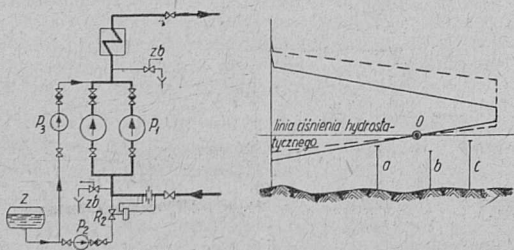
3. Przyczyny wahań ciśnienia w instalacjach c.o. podłączonych wg systemu bezpośredniego

W instalacjach c.o. podłączonych do sieci ciepłowniczej wg systemu bezpośredniego może występować wahanie ciśnienia w granicach niedopuszczalnych w następujących okolicznościach:

- Podczas pracy urządzeń ciepłowniczych na skutek niewłaściwego wyboru (przy projektowaniu) systemu podłączenia dla danej instalacji.
- Podczas regulacji i uruchamiania sieci.
- Podczas normalnej eksploatacji urządzeń ciepłowniczych przy prawidłowo podłączonych instalacjach c.o.

3.1. Wahanie ciśnienia na skutek niewłaściwego wyboru systemu podłączenia

Ciśnienie w przewodach zasilających sieci ciepłowniczej w miejscu przyłączenia instalacji wewnętrznych budynków jest na ogół wyższe od dopuszczalnego. Nadmiar ciśnienia jest dławiony za pomocą kryz ustawionych w węźle cieplnym przy podłączeniu wg schematu „a” i „e” rys. 1 lub za pomocą dyszy hydroelewatora przy podłączeniu wg rys. 1b.



Rys. 6 — Schemat automatyzacji uzupełnienia wody w elektrociepłowni i rozkład ciśnień w sieci przy regulacji na zasadzie przepływu czynnika. P₁ — pompa obiegowa, P₂ — pompa uzupełniająca, P₃ — pompa ciśnienia hydrostatycznego, Zb — zawór bezpieczeństwa, Z — zbiornik wody uzupełniającej, R — membranowy regulator przepływu.

Kryzy lub dysze ustawia się przed uruchomieniem sieci tak, że instalacje wewnętrzne nie podlegają działaniu ciśnienia wyższego od dopuszczalnego.

Podłączenie instalacji c.o. wg systemu bezpośredniego bez stosowania specjalnych zabezpieczeń możliwe jest tylko w takich punktach sieci, w których w żadnym okresie eksploatacji ciśnienie nie przekroczy dopuszczalnego.

Jako ciśnienie dopuszczalne rozumie się tu zarówno maksymalne ciśnienie, uwarunkowane względami wytrzymałościowymi instalacji, jak również ciśnienie minimalne, zapobiegające opróżnieniu się instalacji z wody.

Poniżej określono warunki, w jakich nie jest wskazane podłączanie instalacji c.o. wg systemu bezpośredniego, ze względu na możliwość wahań ciśnienia w granicach niedopuszczalnych. Warunki te zostały zilustrowane na wykresie piezometrycznym zamieszczonym na rys. 2.

Instalacje c.o. nie mogą być podłączone do sieci ciepłowniczej wg systemu bezpośredniego jeżeli:

- ciśnienie w przewodzie powrotnym w miejscu podłączenia danej instalacji będzie wyższe od ciśnienia dopuszczalnego dla tej instalacji (przypadek f na rys. 2),
- ciśnienie hydrostatyczne w sieci (działające podczas postoju pomp obiegowych) będzie wyższe od ciśnienia dopuszczalnego dla danej instalacji (przypadek b na rys. 2),
- ciśnienie hydrostatyczne w instalacji c.o. będzie wyższe od ciśnienia hydrostatycznego w sieci (przypadek e na rys. 2),
- ciśnienie w przewodzie powrotnym będzie niższe od ciśnienia hydrostatycznego w instalacji (przypadek a na rys. 2),
- ciśnienie hydrostatyczne w danej instalacji będzie tak wysokie, że podłączenie jej do sieci ciepłowniczej wywoła zwiększenie ciśnienia powyżej dopuszczalnego w szeregu innych instalacji budynków usytuowanych w niższych punktach terenu. Ciśnienie hydrostatyczne sieci i ciśnienie w przewodzie powrotnym dla danego budynku będą niższe od ciśnienia hydrostatycznego w instalacji (przypadek c na rys. 2).

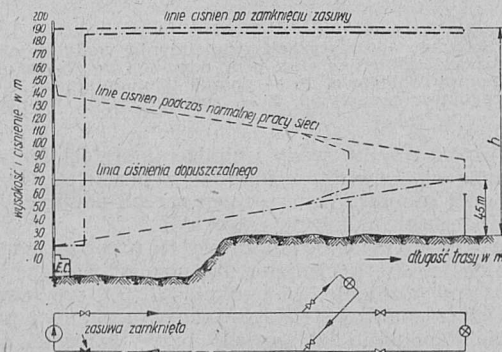
Budynek d na rys. 2 usytuowany jest prawidłowo i może być podłączony wg systemu bezpośredniego bez specjalnych zabezpieczeń. W przypadku opisanym w punkcie „a” ciśnienie dopuszczalne zostanie przekroczone podczas normalnej pracy sieci.

W przypadku opisanym w podpunkcie „b” ciśnienie dopuszczalne zostanie przekroczone podczas postoju pomp obiegowych na skutek zbyt wysokiego ciśnienia hydrostatycznego w sieci. W czasie normalnej pracy pomp ciśnienie w instalacji c.o. będzie niższe od dopuszczalnego.

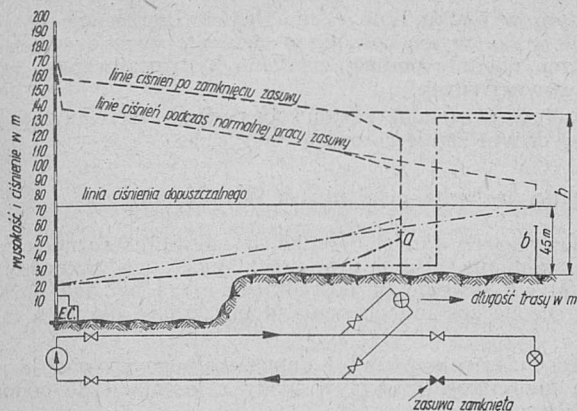
W przypadku opisanym w podpunkcie „c” w czasie postoju pomp obiegowych nastąpi opróżnienie instalacji.

W przypadku „d” w czasie pracy pomp obiegowych nastąpi opróżnienie instalacji.

W przypadku „e” nastąpi opróżnienie instalacji w czasie postoju i pracy pomp obiegowych i wzrost ciśnienia powyżej dopuszczalnego w innych instalacjach usytuowanych poniżej. W przypadku „a” instalacja nie może być w żadnym wypadku podłączona wg systemu bezpośredniego. Pomimo wymienionych przeszkód w przypadkach b, c, d i e możliwe jest podłączenie instalacji wg systemu bezpośredniego przy zastosowaniu specjalnych urządzeń zabezpieczających na węzłach cieplnych budynków.



Rys. 7 — Wykres piezometryczny obrazujący rozkład ciśnień w sieci i instalacjach c.o. podczas normalnej pracy i przy zamknięciu zasuwy na magistrali powrotnej za pierwszym odgałęzieniem lub w elektrociepłowni. h — ciśnienie działające na instalację c.o. po zamknięciu zasuwy, — — — — — linie ciśnień w przewodach zasilających sieci, — — — — — linie ciśnień w przewodach powrotnych i zasilających sieci, z których ciśnienie przenosi się na instalacje c.o.



Rys. 8 — Wykres piezometryczny obrazujący rozkład ciśnień w sieci i instalacjach c.o. podczas normalnej pracy i przy zamknięciu zasuw na przewodzie powrotnym w dowolnym punkcie sieci (oznaczenia jak na rys. 7).

3.2. Wahanie ciśnienia podczas uruchamiania sieci

Przekroczenie ciśnienia dopuszczalnego w instalacjach c.o. podczas regulacji i uruchamiania sieci może być wywołane na skutek różnych czynników zależnych w większości od błędów obsługi. Dlatego sposób uruchamiania sieci jest objęty szczegółowymi przepisami i przeprowadzany jest pod kontrolą wysoko wykwalifikowanego personelu.

3.3. Wahanie ciśnienia podczas normalnej eksploatacji sieci przy prawidłowo podłączonych instalacjach

W czasie normalnej eksploatacji urządzeń ciepłowniczych wahania ciśnienia w sieci mogą być tak duże, że spowodują przekroczenie ciśnienia dopuszczalnego w instalacjach c.o. podłączonych wg systemu bezpośredniego.

3.3.1. Przyczyny wzrostu ciśnienia powyżej dopuszczalnego

1. Wzrost ciśnienia w instalacjach może być spowodowany najczęściej przez zamknięcie zasuw na przewodach powrotnych w elektrociepłowni, w jakimkolwiek punkcie sieci lub na węźle ciepłym budynku.

Najgroźniejszy wzrost ciśnienia w instalacjach c.o. wystąpi w przypadku zamknięcia zasuw na magistrali powrotnej w elektrociepłowni lub na sieci za pierwszym odgałęzieniem (licząc od źródła ciepła).

Po zamknięciu tej zasuw krażenie wody ustanie, a w całej sieci i dolnych częściach instalacji wewnętrznych budynków ustali się ciśnienie takie, jakie będzie panowało wówczas na kolektorze zasilającym w elektrociepłowni. W warunkach ciepłownictwa Warszawy ciśnienie robocze na kolektorze zasilającym elektrociepłowni będzie wynosiło około 16 atn. Przy zamknięciu zasuw na magistrali powrotnej na skutek niezupełnie płaskiej charakterystyki pomp ciśnienie to może wzrosnąć do 20 atn.

Odcinając wysokość skarpy, na której usytuowane są budynki można przyjąć, że instalacje wewnętrzne będą narażone na ciśnienie około 16 — 17 atn.

Rozkład ciśnień w sieci w omawianym przypadku zobrażowano na wykresie piezometrycznym (rys. 7).

Wzrost ciśnienia w niektórych instalacjach wewnętrznych może nastąpić również po zamknięciu zasuw na przewodzie powrotnym w dowolnym punkcie sieci. W tym przypadku ciśnienie wzrośnie w tych instalacjach, których odcięcie połączenie przewodem powrotnym z pompami obiegowymi z elektrociepłowni, czyli w instalacjach podłączonych do odcinka sieci przed zamkniętą zasuwą (licząc z kierunkiem przepływu wody w przewodzie powrotnym). Ciśnienie ustali się we wszystkich odłączonych instalacjach na wysokości równej ciśnieniu, jakie panowało w przewodzie zasilającym w miejscu, w którym zamknięto zasuwę plus przyrost ciśnienia spowodowanego zmniejszeniem oporów przepływu i niezupełnie płaską charakterystyką pomp obiegowych.

Bez względu na wysokość ciśnienia, na jakie narażone zostaną instalacje wewnętrzne, będzie zależała od miejsca, w którym zamknięto zasuwę.

Ciśnienie to w większości przypadków będzie wyższe od dopuszczalnego.

Rozkład ciśnień w sieci przy zamknięciu zasuw na przewodzie powrotnym sieci przedstawiono na wykresie piezometrycznym zamieszczonym na rys. 8.

Wzrost ciśnienia w instalacji c.o. może nastąpić wreszcie przez zamknięcie zaworu na przewodzie powrotnym w węźle ciepłym danego budynku.

W tym przypadku instalacja będzie narażona na ciśnienie, jakie panuje na wejściu do budynku plus niewielki wzrost ciśnienia na skutek zmniejszenia oporów przepływu.

Prawdopodobieństwo zamknięcia zasuw na przewodach powrotnych przed zamknięciem zasuw na przewodach zasilających jest w naszych warunkach duże, biorąc pod uwagę brak wykwalifikowanego personelu dla obsługi sieci i brak doświadczeń eksploatacyjnych. W związku z tym możliwość awarii na skutek uszkodzenia instalacji wewnętrznych jest również duża (pomijając działanie urządzeń zabezpieczających).

2. Drugą przyczyną wzrostu ciśnienia w instalacjach c.o. może być uszkodzenie organów regulujących dopływ i odpływ wody z sieci znajdujących się w elektrociepłowni.

Jeśli zawory regulujące dopływ wody uzupełniającej do sieci (rys. 3, 5 i 6) zostaną uszkodzone w ten sposób, że będą przepuszczały większą ilość wody niż wynosi jej straty przy ustalonych warunkach hydraulicznych — wówczas ciśnienie we wszystkich punktach sieci i instalacjach wewnętrznych podniesie się. Wzrost ciśnienia będzie zależał od zwiększenia przepływu wody uzupełniającej i będzie równy we wszystkich punktach sieci i instalacjach wewnętrznych. Linie ciśnień na wykresie piezometrycznym przesuną się równolegle do góry (patrz rys. 9).

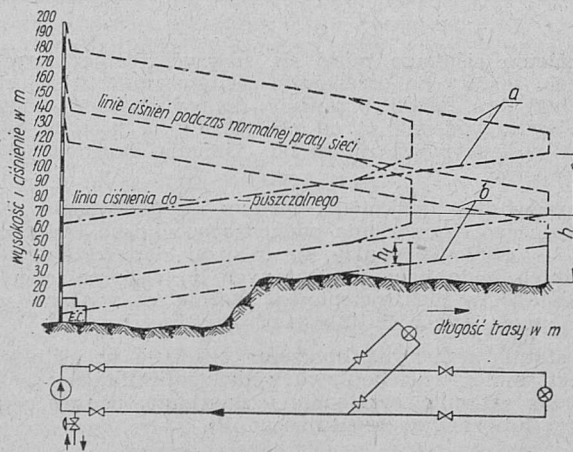
Wzrost ciśnienia przez zwiększenie dopływu wody uzupełniającej może nastąpić zarówno podczas pracy pomp obiegowych, jak i podczas ich postoju. W tym drugim wypadku wzrost ciśnienia w instalacjach c.o. nastąpi dzięki zwiększeniu ciśnienia hydrostatycznego.

3. Trzecią przyczyną wzrostu ciśnienia w instalacjach c.o. może być nieszczelność zaworów wyłączających węzeł ciepły w budynku od sieci wewnętrznej.

Wzrost ciśnienia w instalacjach c.o. w powyższym przypadku może nastąpić zarówno w sezonie ogrzewniczym, jak i w okresie letnim. Jeżeli nastąpi wyłączenie instalacji c.o. z sieci zewnętrznej, a zawór znajdujący się na przewodzie zasilającym okaże się nieszczelny — wówczas ciśnienie, jakie panuje w sieci, przeniesie się na instalację.

To samo odnosi się również do okresu letniego, kiedy instalacje c.o. nie pracują i na ogół nie zwraca się uwagi na przebieg ciśnień w sieci.

W Moskwie znane są przypadki, że w okresie letnim popękało wiele grzejników na skutek nieszczelności zaworów zainstalowanych na węźle ciepłym budynku.



Rys. 9 — Wykres piezometryczny obrazujący rozkład ciśnień w sieci i instalacjach c.o. podczas normalnej pracy i przy uszkodzeniu urządzeń regulujących dopływ lub odpływ wody z sieci w elektrociepłowni. a — linie ciśnień przy zwiększeniu dopływu wody uzupełniającej lub odcięciu jej dopływu, b — linie ciśnień przy zmniejszeniu dopływu wody uzupełniającej. — — — linie ciśnień w przewodach zasilających sieci, — — — linie ciśnień w przewodach powrotnych sieci, z których ciśnienie przenosi się na instalacje c.o., h — ciśnienie działające na instalacje c.o. przy uszkodzeniu urządzeń regulujących uzupełnienie wody, h₁ — wysokość instalacji budynku, która ulegnie zapowietrzeniu przy uszkodzeniu urządzeń uzupełniających.

3.4. Przyczyny obniżenia ciśnienia poniżej dopuszczalnego

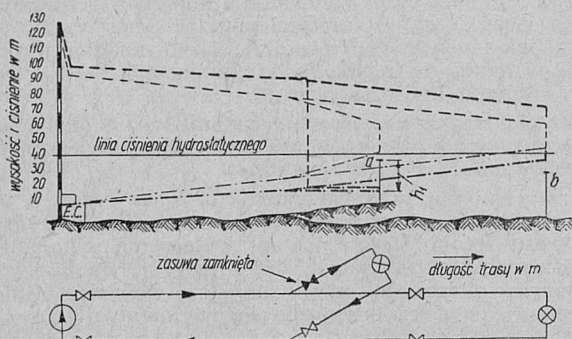
1. Obniżenie ciśnienia w instalacjach c.o. może nastąpić po odłączeniu dużej grupy odbiorców ciepła, np. przez odcięcie dużego odgałęzienia sieci na skutek awarii.

Po wyłączeniu odbiorców linie ciśnień będą przebiegały mniej stromo i może się zdarzyć, że ciśnienie w miejscu podłączenia danej instalacji będzie niższe od ciśnienia hydrostatycznego panującego w tej instalacji. Przypadek ten jest zobrazowany na wykazach piezometrycznych rys. 3 i 5, gdzie ciśnienie w instalacji c.o. budynku „a” będzie niższe od dopuszczalnego na skutek zmniejszenia przepływu czynnika.

2. Drugą przyczyną obniżenia ciśnienia może być zamknięcie zasuwy na przewodzie powrotnym w dowolnym punkcie sieci. W tym przypadku ciśnienie w instalacjach budynków położonych za zamkniętą zasuwą wzrośnie powyżej dopuszczalnego, natomiast ciśnienia w instalacjach budynków położonych przed zamkniętą zasuwą opadną poniżej dopuszczalnego.

Przypadek ten jest przedstawiony na rys. 8, gdzie w instalacji budynku „a” ciśnienie będzie niższe od dopuszczalnego.

3. Trzecią przyczyną obniżenia ciśnienia w instalacjach c.o. jest zamknięcie na jakiś czas zasuwy na przewodzie zasilającym sieci w miejscu, gdzie ciśnienie w przewodzie powrotnym jest niższe od ciśnienia hydrostatycznego w instalacjach wewnętrznych. Przypadek ten jest pokazany na wykresie piezometrycznym zamieszczonym na rys. 10.



Rys. 10 — Wykres piezometryczny obrazujący rozkłady ciśnień w sieci i instalacjach c.o. podczas normalnej pracy i przy zamknięciu zasuwy na przewodzie zasilającym. — — — linie w przewodach zasilających sieci, — — — linie ciśnień w przewodach, z których ciśnienie przenosi się na instalacje c.o., h_1 — wysokość instalacji budynków, która ulegnie zapowietrzeniu po zamknięciu zasuwy.

Obniżenie ciśnienia może się zdarzyć również przy zamknięciu zasuwy na przewodzie zasilającym w węzle cieplnym budynku, jeżeli przewody doprowadzające wodę do węzła wyprowadzone są od przewodów, w których ciśnienie na powrocie jest niższe od ciśnienia hydrostatycznego instalacji c.o.

W przypadku zamknięcia zasuwy na przewodzie zasilającym dużego odgałęzienia odchodzącego blisko elektrociepłowni — ciśnienie obniży się poniżej dopuszczalnego we wszystkich budynkach podłączonych do wspomnianego odgałęzienia, a w elektrociepłowni zacznie się wylewać woda z sieci przez zawór R lub zawór bezpieczeństwa.

4. Ostatnią przyczyną obniżenia ciśnienia w instalacjach c.o. jest zmniejszenie dopływu wody uzupełniającej do sieci, np. przez zatkanie, względnie uszkodzenie, pompy uzupełniającej lub zaworu regulującego R_2 .

W tym wypadku linie ciśnień w sieci przesuną się równolegle w dół w ten sposób, że ciśnienie w przewodach powrotnych opadnie poniżej ciśnienia hydrostatycznego instalacji wewnętrznych.

Powyższy przypadek został zobrazowany na wykresie piezometrycznym zamieszczonym na rys. 9.

4. Skutki wahanja ciśnienia w instalacjach c.o.

Z powyższych danych wynika, iż na skutek różnych czynników wahanja ciśnienia w instalacjach c.o. podłączonych do sieci wg systemu bezpośredniego mogą być tak duże, że przekroczone zostaną ciśnienia dopuszczalne dla tych instalacji.

Wzrost ciśnienia powyżej dopuszczalnego spowoduje pęknięcia grzejników i wypływ wody z instalacji do pomieszczeń ogrzewanych.

Przy najbardziej niesprzyjających warunkach może się zdarzyć (gdy przez jakiś okres nie wyłączy się uszkodzonej instalacji), że przez uszkodzone grzejniki będzie wypływała woda o temp. 100°C i wytworzy się nieco pary wtórnej.

Warunki pracy sieci ciepłowniczej wymagają, by grzejniki mogły pracować na ciśnienie robocze 4,5 atn i były próbowane na ciśnienie 6,5 — 7,0 atn.

Istniejące i produkowane obecnie grzejniki żeliwne odpowiadają tym warunkom. Przeprowadzone próby wykazały, że grzejniki wytrzymują znacznie wyższe ciśnienia. W Warszawie pracuje obecnie zupełnie dobrze kilka tysięcy grzejników w instalacjach podłączonych przez hydroelewatory.

Obniżenie ciśnienia poniżej minimalnie dopuszczalnego powoduje obniżenie się poziomu wody w instalacji i wytworzenie w niej podciśnienia. Dzięki wytworzonemu podciśnieniu powietrze zewnętrzne jest zasysane do instalacji, powodując korozję i zakłócając jej normalną pracę. Zależnie od wielkości obniżenia ciśnienia, instalacja zapewnia się powietrzem w mniejszym lub większym stopniu powodując częściowe lub całkowite przerwanie przepływu wody. Usunięcie powietrza z instalacji jest trudne i przy silnie rozbudowanej sieci ciepłowniczej wymaga bardzo dużo czasu.

W związku z tym nie należy dopuszczać nawet do krótkotrwałego obniżenia ciśnienia w instalacjach, gdyż może to spowodować przez czas dłuższy niedogrzewanie pomieszczeń ogrzewanych.

Skutki obniżenia ciśnienia są mniej groźne od skutków podwyższenia ciśnienia powyżej dopuszczalnego.

W pierwszym wypadku następuje zakłócenie pracy instalacji i szybsze jej niszczenie, a w drugim uszkodzenie elementów instalacji z możliwością zalania wodą poszczególnych pomieszczeń.

Literatura

1. C. F. Kopiew — Tiepłofikacija, Tiepłopotrieblenje, tiepłowyye sieti
2. L. A. Mielentiew — Rukowodiaszczije ukazaniya po rieziiman eksploatacii tiepłofikacjonnykh sistiem
3. B. J. Fenkin — Riegunirowka wodiannykh tiepłowych sietiei
4. W. K. Djuskin — Pieriemiennoj raschod wody w tiepłowych sietiach
5. E. Ja. Sokołow — Tiepłowyye sieti
6. W. K. Djuskin — Rukowodiaszczije ukazaniya po projektirovaniu tiepłowych sietiei
7. E. P. Szubin — Projektirovaniye gorodskikh tiepłowych sietiei
8. A. P. Safonow — Awtomaticheskije regulatory na tiepłofikacjonnykh vvodach
9. L. G. Skrickij — Kontrol i awtomatika sistiem tiepłonasabzheniia
10. E. Ja. Sokołow i M. G. Szpiejer — Eksploatacija tiepłowych sietiei
11. Elektrieskije stancii Nr 1 z 1952 r.
12. Instrukcija po eksploatacii tiepłowych sietiei Wydawnictwa Ministerstwa Elektrowni ZSRR.

Mgr inż. JERZY GAŃCZARZYK

Politechnika Śląska

Zakład Badań Wodoc. i Kanal.

Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej

II. Zanieczyszczanie wód powierzchniowych ściekami z fabryk celulozy siarczynowej.

W poprzedniej pracy (I) przedstawiono charakterystykę poszczególnych odcieków z fabryk celulozy siarczynowej oraz orientacyjnie zbilansowano „ładunek zanieczyszczeń” odprowadzanych do odbiorników przez takie fabryki w wypadku posiadania przez nie przeciętnie dobrej gospodarki wodno-ściekowej. „Ładunek zanieczyszczeń” wyrażono w często stosowanych wskaźnikach zanieczyszczenia: BZ T₅, utlenialności i ilości zawiesiny.

Dalszym rozwinięciem tego tematu jest niniejsza praca, będąca opisem wpływu takich ścieków na odbiorniki. Jest ona wstępem do ilościowego opracowania stanu zanieczyszczenia i procesu samoczyszczania rzeki zanieczyszczonej ściekami z fabryki celulozy siarczynowej.

Zagadnienie zanieczyszczenia wód powierzchniowych takimi ściekami było dość szeroko omawiane przez licznych autorów (2), (3), (4), (5), (6), (7), wiele jednak problemów z nim związanych nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśnionych.

1. Substancje odprowadzane ze ściekami do odbiornika.

Substancje doprowadzane ze ściekami z fabryk celulozy siarczynowej do odbiornika możemy podzielić ogólnie na zawieszinę i substancje rozpuszczone. Zawieszinę stanowią głównie włókna celulozowe, substancje rozpuszczone — jak już podano w poprzedniej pracy — to wprowadzane do roztworu w procesie roztwarzania drewna i bielenia celulozy hemicelulozy i lignina oraz chemikalia używane do roztwarzania i bielenia.

Ilościowo główną część organicznych substancji rozpuszczanych stanowią w tych ściekach pochodne ligniny: kwasy lignosulfonowe, chlorolignosulfonowe, chloroligniny itd. Są to połączenia bardzo złożone, o nie znanej jeszcze całkowicie budowie i charakterystyce. Stosunkowo najdokładniej poznane są występujące w nich w przeważającej ilości kwasy lignosulfonowe (8).

Pozostała część substancji organicznych to produkty hydrolizy hemicelulozy do cukrów prostych włącznie. Substancje te, w przeciwieństwie do pochodnych ligniny, bardzo łatwo ulegają biologicznej odbudowie w odbiornikach (9). Powodują one około 80% BZT₅ ścieków, mimo że stanowią tylko 20% ich suchej substancji.

Przy produkcji celulozy siarczynowej do roztwarzania drewna stosuje się roztwór kwaśnego siarczynu wapnia. W skład więc ścieków wchodzić będą siarczyny. Używane do bielenia celulozy chlor i podchloryn nie mają wpływu na odbiornik, na skutek łatwego reagowania tych substancji z organicznymi połączeniami zawartymi w ściekach.

2. Wpływ ścieków na odbiornik.

a. Wpływ substancji rozpuszczonych.

Rozpuszczone składniki ścieków wywierają bardzo znaczny wpływ na odbiornik. Wywołują w nim bowiem:

- 1) zakwaszenie wody,
- 2) odtlenienie wody,
- 3) zwiększenie zawartości substancji organicznych w wodzie i spowodowany tym
- 4) rozwój specyficznych organizmów w wodzie.

Zakwaszenie wody rzecznej odpływami z fabryk celulozy siarczynowej zachodzi w bardzo różnym stopniu, zależnym w pierwszym rzędzie od wielkości odbiornika, stanu gospodarki ściekowej fabryki oraz od właściwości buforu-

jących wody odbiornika, a spowodowane jest zawartym w ściekach wolnym i łatwo odszczepialnym kwasem siarkowym. Zakwaszenie to może wpływać bardzo wyraźnie na gospodarkę rybną rzeki, wywołuje bowiem śnięcie ryb i niszczenie narybku (10) (11). Według W. Schäperclausa (12) działa wycieńczająco na ryby już zakwaszenie o pH mniejszym od 5,0, a Ohman przyjmuje pH = 4,0 jako niszczące normalną florę i faunę rzeki.

Odtlenianie wody odbiornika, z jakim spotykamy się przy odprowadzaniu tych ścieków, spowodowane jest:

- 1) chemicznym zapotrzebowaniem tlenu przez siarczyny zawarte w ściekach,
- 2) szybką fermentacją węglowodanów,
- 3) bardziej wolno przebiegającą odbudową biologiczną pochodnych ligniny.

Procesy te spowodować mogą zupełne odtlenienie wody odbiorników, w niektórych porach roku (letnie niskie stany wód). R. Pawlinowa (6) opisuje np. beztlenowe biegi rzek: jeden o długości 15 km, a drugi o długości 60 km. W takich warunkach oczywiście nie mogą żyć ryby, natomiast rozwijają się anaerobowe nitkowate bakterie i grzyby wodne asymilujące węglowodany ze ścieków (np. *Leptomit*, *Sphaerotilus*, *Fusarium* itp.), stanowiąc po obumarciu źródło wtórnego zanieczyszczenia rzeki. Organizmy te ponadto obrabiają urządzenia wodne, ujęcia wody, sieci rybackie itd. wyrządzając tym bardzo znaczne szkody gospodarce narodowej.

Odtlenienie wody rzecznej, w stopniu już daleko mniejszym niż opisany powyżej, powodują ucieczkę ryb z tych okolic (12) (13). Można w takich wypadkach obserwować znaczne części biegów rzek, pozbawione całkowicie ryb lub tylko szlachetniejszych ich gatunków, na skutek doprowadzania do tych rzek ścieków.

Przy oznaczaniu tlenu w wodach zanieczyszczonych takimi ściekami, normalnie stosowana do tego celu metoda Winklera zawodzi i należy stosować jej odpowiednie modyfikacje opracowane specjalnie dla tych wypadków lub stosować metody oparte na zupełnie innych zjawiskach, jak np. metoda polarograficzna (14).

Zwiększenie zawartości substancji organicznych, prócz działania odtleniającego i wywołującego wzrost specyficznych organizmów wodnych powoduje poza tym wzrost zapachu i barwy wody.

Wzrost zapachu związany jest z rozwojem bakterii siarkowych redukujących połączenia siarki zawarte w ściekach. Powstający w tych reakcjach siarkowodor nadaje wodzie silny i nieprzyjemny zapach. Może on się również udzielać rybom. Ponadto bakterie siarkowe, wyjątkowo bujnie rozwijające się w tych warunkach, wywołują mogą wiele komplikacji przy stosowaniu zanieczyszczonej nimi wody do niektórych celów przemysłowych (15).

Barwa wody rzeki, do której dopływają ścieki z fabryk celulozy siarczynowej ulega na ogół znacznemu podwyższeniu; szczególnie wyraźnie występuje to zjawisko wtedy, gdy rzeka prowadzi wody żelaziste, lub gdy odprowadza się do niej ścieki przemysłowe zawierające sole żelaza. Tworzące się wówczas kompleksowe połączenia kwasów lignosulfonowych zawartych w ściekach ze związkami żelaza mają zabarwienia niebiesko-fioletowe (16) (17).

Poza takimi zmianami organoleptycznych cech wody, już sama obecność typowych dla tych ścieków organicznych substancji w większych stężeniach powoduje trudności przy dekarbonizacji tej wody, pienienie się jej przy użyciu jako wody kotłowej itp., dyskwalifikując jej ujmowanie dla wielu celów.

Wzmiankowane substancje organiczne nie wpływają bezpośrednio toksycznie zarówno na florę i faunę rzek (10) jak i na ludzi. Przeprowadzone w ostatnich czasach doświadczenia na psach (18) nad zastosowaniem kwasów lignosulfonowych, jako czynników antykoagulacyjnych, potwierdziły w pełni ich nietoksyczność.

b) Wpływ zawiesiny.

Ilości zawiesiny włóknistej, dostającej się do odbiorników ze ściekami, nie są zbyt duże na skutek bardzo starannego odzysku włókien ze ścieków — i nieznacznie tylko wpływają na możliwości wyzyskiwania wody tych odbiorników do dalszych zastosowań (centralne zaopatrzenie w wodę do picia, ujęcia wód przemysłowych, hodowla ryb itd.). Zawiesiny te nie stanowią poważnego problemu, tym bardziej że zarówno usunięcie ich ze ścieków (w wypadku konieczności ich oczyszczenia) lub z wody na odnośnych ujęciach nie przedstawia przy obecnym rozwoju technologii wody specjalnych trudności.

Rozpowszechnione przekonanie, że włókna wypuszczane z fabryk celulozy są specjalnie szkodliwe dla ryb na skutek umiejscowienia się w ich skrzelach, co utrudnia im oddychanie i niszczy delikatne skrzela (19), najprawdopodobniej nie jest zgodne z prawdą. Doświadczenia S. Vallina (10) (11) wykazały, że takie umiejscowienie włókien na skrzelach ryb ma miejsce tylko u osobników chorych lub osłabionych.

Zdrowe ryby znajdujące się w akwariach wypełnionych wodą zawłóknioną nie wykazywały zupełnie takich zjawisk.

BZT zawiesiny świeżych włókien celulozowych jest nieznaczne. Natomiast powstające z zawiesiny osady denne ulegają z czasem biologicznym zmianom (zwykle anaerobowa fermentacja metanowa) związanych niekiedy z powstawaniem produktów rozpuszczalnych, mających znaczne biologiczne zapotrzebowania tlenu.

3. Unieszkodliwianie ścieków z fabryk celulozy siarczynowej w odbiornikach.

Właściwy proces samooczyszczania ścieków z fabryk celulozy siarczynowej winien być prowadzony w warunkach aerobowych. Następuje wówczas szybkie utlenianie się siarczynów, fermentacja węglowodanów oraz powolna odbudowa pochodnych ligniny. Taki proces samooczyszczania uzależniony jest w pierwszym rzędzie od stopnia i warunków wymieszania się ścieków z wodami odbiornika.

W wypadkach uwarstwiania się ścieków w odbiornikach (20) samooczyszczanie zachodzi powoli i w warunkach częściowo anaerobowych. Również przeciążanie odbiorników ściekami, jak to ma często miejsce, gdy odbiornikami są górne biegi rzek o małym przepływie, prowadzi — jak już podano poprzednio — do powstawania w nich stref beztlenowych.

W ogólności zawsze przy silniejszym obciążeniu odbiornika takimi ściekami można mówić o istnieniu dennej warstwy anaerobowej, której grubość zależy głównie od szybkości dyfuzji między warstwami i prądów wewnętrznych (21).

Utlennianie się siarczynów zawartych w ściekach tlenem rozpuszczonym w wodzie odbiornika wynosi około 4% całkowitego zużycia tlenu na odbudowę tych ścieków (6). Reakcja ta jest inhibowana niektórymi związkami organicznymi zawartymi w ściekach tak, że szybkość utleniania zwalnia się około 5,7 raza w porównaniu z czystymi roztworami siarczynów (22).

Cukry i pośrednie formy hydrolizy hemiceluloz w warunkach aerobowych ulegają odbudowie do dwutlenku węgla i wody. W warunkach anaerobowych zachodzi może fermentacja metanowa lub masłowa. W podobny sposób — choć znacznie wolniej — zachodzi odbudowa rozpuszczalnych pochodnych ligniny. Mechanizm zjawisk tu zachodzących jest prawie zupełnie nieznany.

Na ogół ujmowano zjawiska mające tu miejsce w sposób zbiorczy: wg R. Pawlinowej w warunkach aerobowych odbudowa składników ługów posiarzynowych zachodzi ze stałą szybkością $k = 0,1$ (przy 20°C). W tych warunkach $\text{BZT}_5 = 68\%$ całkowitego BZT. Według Partansky'ego i współpracowników (23) (24) (25) całkowita odbudowa anaerobowa składników ługów posiarzynowych zachodzi w ciągu 5 miesięcy, natomiast odbudowa 80% BZT trwa 3—4 tygodnie.

Śledzenie dynamiki unieszkodliwiania tych ścieków w odbiornikach natrafia na szereg trudności. Stosowanie do tego celu pomiarów utlenialności prowadzi do uzyskiwania wyników zupełnie niereprezentatywnych na skutek wyjątkowo wysokiej utlenialności głównego składnika tych ścieków — kwasów lignosulfonowych — w porównaniu z innymi substancjami zawartymi zarówno w ściekach jak i wo-

dach powierzchniowych (26) (27) (28). Znacznie lepiej nadają się tu oznaczenia BZT. Dane ilościowe uzyskiwane przy tych dwóch rodzajach pomiarów są zupełnie nieporównywalne, gdyż przy oznaczeniach utlenialności metodą z nadmanganianem zużywa się $73,5\%$ tlenu potrzebnego do całkowitego utlenienia tych substancji, gdy przy oznaczeniach BZT₅ tylko $2,5$ — $5,0\%$ (29).

Właściwą charakterystykę procesu mineralizacji kwasów lignosulfonowych w wodach odbiorników uzyskać będzie można dopiero przez bezpośrednie oznaczanie ich w wodzie. Nie dysponowano jednak dotychczas właściwymi dla tego zadania metodami analitycznymi (30). Autor przypuszcza, że uzyskane przez niego ostatnio wyniki (31) umożliwią przeprowadzenie takich pomiarów i może również pozwolić na bliższe poznanie mechanizmu biologicznej odbudowy kwasów lignosulfonowych w wodach powierzchniowych.

Przy przeciążeniu odbiornika ściekami powyżej jego możliwości samooczyszczania w sposób aerobowy, celowe jest niekiedy zwiększać te możliwości sztucznymi sposobami. Należą do nich: napowietrzanie rzeki (32) (33) (34) (35) i dodawanie do niej azotanów (36). Postępowania takie przeszkadzają przebiegom anaerobowym bardzo znacznie zwalniającym proces samooczyszczania się i związanym z podwyższeniem zapachu wody. Ze względów ekonomicznych stosuje się je tylko w wyjątkowych wypadkach, np. przy letnich niskich stanach wody w odbiornikach.

Dziękuję prof. dr A. Josztowi, Kierownikowi Katedry Technologii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej w Gliwicach za udzielenie szeregu cennych wskazówek przy opracowywaniu powyższego materiału.

Literatura

1. J. Gańczarczyk — „Ścieki z fabryk celulozy siarczynowej. Charakterystyka ścieków”. Gaz, Woda i Techn. Sanit. 28, 11 (1954).
2. A. Heiduschka, E. Munds — Z. f. angew. Chem. 42, 11 (1928).
3. H. Haupt — Papierfabr. 16 (1943).
4. B. Sauthgate — „Treatment and Disposal of Industrial Wastes”. London 1948.
5. T. Boldyriew — „Proizvodstviennye stocznyje vody” — Medgiz 1948.
6. R. Pawlinowa — „Obezwrzeziwanie sulfitynych szczeloków”. Goslesbumizdat 1953.
7. W. Van Horn — Paper Industry 35, 1456 (1954).
8. J. Gańczarczyk — „Wyodrębnianie i frakcjonowanie kwasów lignosulfonowych z ługów posiarzynowych” — Przegląd Pierniczny (w druku).
9. M. Iwanowski — Prace VI Międzynarodowego Kongresu Technologii i Chemii Przemysłu Rolnego — Budapeszt 1939.
10. S. Vallin — „Cellulosafabrikerna och fisket” Kungl. Lantbruksstyrelsen, Stockholm 1935.
11. S. Vallin — Eng. News Record 116, 125 (1936).
12. W. Schäperclaus — „Fischkrankheiten”, Braunschweig 1941.
13. V. Kubelka — Chem. Zvesti. 7, 63 (1953).
14. B. Sandholec — Papier a celuloza Nr 7/8, 5 (1948).
15. J. Kowalski — Przem. Chem. 9, 222 (1953).
16. J. Gańczarczyk — Gaz, Woda i Techn. Sanit. 27, 98 (1953).
17. J. Gańczarczyk — Gaz, Woda i Techn. Sanit. 27, 302 (1953).
18. T. Loomio — J. Pharm. Exptl. Therap. 109, 21 (1954).
19. A. Cole — Sew. Works Journ. 7, 280 (1935).
20. T. Schröder — Wasser Wirtsch. u. Technik 4, 7, 57 (1954).
21. W. Silversparre — Suomen Papperi-ja puntavaralehti Nr 784 (1939).
22. K. Schwabe, P. Lagally — Wochenblatt f. Papierfabr. 1067 (1930).
23. A. Partansky, B. Henry — Journ. Bact. 30, 559 (1935).
24. A. Partansky, H. Benson — Proc. Natl. Acad. Sci. 22, 153 (1936).
25. H. Benson, A. Partansky — Ind. Eng. Chem. 28, 738 (1936).
26. H. Haupt — Vom Wasser 10, 60 (1953).
27. H. Haupt — Zellstoff u. Papier 15, 436 (1935).
28. E. Schmidt — Papier 6, 222 (1952).
29. A. Schulze — Forster — Kl. Mitt. d. Ver. Wasser — Bod. u. Luf. Hygiene 14, Nr 8-12 (1938).
30. J. Gańczarczyk — „Oznaczanie zawartości kwasów lignosulfonowych w ługach posiarzynowych i ich roztworach” — Przegląd Pierniczny (w druku).
31. J. Gańczarczyk — „Oznaczanie kwasów lignosulfonowych w wodzie za pomocą wody chlorowej” — Praca kandydacka (w przygotowaniu).
32. A. Wiley, L. Parkinsen, H. Gehm, T. Wiśniewski — Paper Trade J. 124, 59 (1947).
33. R. Tyler — Sewage Works J. 14, 734 (1942).
34. R. Tyler — Sewage Works J. 18, 1946 (1946).
35. R. Waddell — Pulp. a. Paper Ind. 25, 56 (1951).
36. W. Lawrence — Sew. Ind. Wastes 22, 820 (1950).

Wiadomości praktyczne

Zasady ruchu średnich i małych gazowni

Część II

Nastawianie zasuw powietrza pierwotnego i wtórnego nie może się odbywać wg z góry przyjętego stosunku przekrojów wlotów, wobec czego każdorazowo należy sprawdzać, czy dla danego pieca stosunek powietrza pierwotnego do drugiego ustawiono właściwie.

Dopływ powietrza pierwotnego przeznaczonego na zgazowanie koksu w generatorze jest uzależniony od oporu, jaki stawia koks, zatem drobne manipulacje należy dokonywać powietrzem pierwotnym, pozostawiając powietrze wtórne bez zmian, gdyż w kanałach powietrza wtórnego opory nie ulegają tak wielkim zmianom. Oczywiście, jeśli chodziłoby o podwyższenie lub obniżenie temperatury na czas dłuższy i w większym zakresie, wówczas posługujemy się również zasuwkami powietrza wtórnego i ciągiem kominowym. Jeżeli temperatura przy nadmiarze tlenu węgla jest wystarczająco wysoka, należy przy doregulowaniu na właściwe spalanie zmniejszyć nieco ciąg kominowy, aby nie nastąpił zbędny wzrost temperatury, powodujący większe zużycie opału. Jeśli wynik analizy przy dostatecznej temperaturze wskazuje na małą zawartość CO_2 , oznacza to nadmiar powietrza wtórnego. Jeżeli przy wysokim, a więc dobrym % CO_2 , temperatura pieca jest za niska, oznacza to, że spalanie przebiega za słabo, gdyż ciąg jest za mały. Przyczyną w tym wypadku mogą być także nieszczelności rekuperacji. Należy pamiętać, że zwiększenie dopływu powietrza wtórnego wpływa na dopływ powietrza pierwotnego hamując. Wówczas koksu spala się mniej i tworzy się mniejsza ilość gazu generatorowego.

Łatwa jest regulacja, jeśli do ogrzewania pieców stosuje się gaz generatorowy wytworzony w centralnych generatorach. Przy starannej obsłudze generatorów centralnych ciepło spalania gazu utrzymuje się na praktycznie równym poziomie, a ilość gazu łatwo można regulować zwiększając lub zmniejszając jego dopływ. Generatory wbudowane, prostsze wprawdzie w obsłudze i najczęściej stosowane w mniejszych gazowniach, nie zapewniają takiej stałości w jakości gazu generatorowego. Spalanie gazu z wbudowanych generatorów przebiega najczęściej z niedomiarem powietrza wtórnego bezpośrednio po zużyciu generatora, a z nadmiarem przed zużyciem.

Wahania te można częściowo zniwelować ładując generator systematycznie lecz niezbyt często koksem i utrzymując wysokość warstwy koksu możliwie wysoko. W półgeneratorach należy trzymać koks na najwyższym poziomie.

Zużycie pieców powinno się odbywać bardzo starannie; obsługa pieców powinna pamiętać o załadunku koksem generatorów przed rozpoczęciem zużycia. Każda zmiana przy 3 zmianach na dobę winna zużywać generator i jeszcze 2 razy łamać żużel, by dopływ powietrza był równomierny pod całą powierzchnią. Przy otwieraniu wyspów do generatorów należy posługiwać się zapalonym lontem. Drzwiczki generatorowe powinny być w tym czasie zamknięte, gdyż w przeciwnym razie nad wyspą pojawi się duży płomień spalającego się tlenu węgla.

Chłodzenie wodą zabezpiecza ruszty generatora przed przepaleniem, dlatego winno być należyte, lecz nie nadmierne. Praktycznie można liczyć 1 kg wody na 1 kg zgazowanego koksu w generatorze. Niezmiernie ważną czynnością jest suszenie pieców nowych lub remontowanych, nagrzewanie do wysokiej temperatury, przy której piec będzie pracował, regulacja po rozpaleniu, a także wyłączenie pieców z ruchu. Ze względu na ważność zagadnienia, sprawy te wypada oddzielnie omówić, przeto ograniczę się jedynie do stwierdzenia, że najistotniejszym momentem w suszeniu i rozpalaniu, a także przy odstawianiu pieca jest uwzględnienie rozszerzalności materiałów ogniotrwałych. Przy rozpalaniu niesłychanie ważne jest osiągnięcie takiej temperatury przed włączeniem generatora, która by gwarantowała zapłon gazu generatorowego, a więc około 700° przy palnikach w piecu. Chodzi o to, by nie dopuścić do nagromadzenia się niespalonego gazu generatorowego w kanałach ogniowych pieca.

Niestety zdarzające się od czasu do czasu awarie piecowe przy rozpalaniu pieców świadczą o tym, że kierownictwa małych gazowni nie są w pełni zorientowane w tym zakresie.

Warunkiem należytej działalności pieca gazowniczego jest szczelność retort lub komór, szczelność kanałów rekuperacji, obmurza, kanałów kominowych i czystość kanałów ogniowych.

W miarę jak piec pracuje, nawet przy dobrej obsłudze z czasem ulega zużyciu i zanieczyszczeniu, co z kolei prowadzi do zaburzeń. Nieszczelność retort i komór sprawia przede wszystkim, że liczba gazuwa znacznie maleje. Zanieczyszczenia kanałów ogniowych popiołem, pyłem z generatora lub osadami z gazu węglowego wydostającego się z nieszczelnych retort lub komór powodują zmniejszenie ciągu i temperatury pieca. Lotny popiół działa na materiały ogniotrwałe jako topnik. Przypiekają się zasowy równomiernej temperatury i kształtki służące do regulowania dopływu gazu generatorowego przy palnikach pieców.

Nieszczelności w rekuperacji, np. w kanałach powietrza pierwotnego sprawiają, że część powietrza przeznaczonego na wytwarzanie gazu generatorowego dostaje się do gazów spalinowych. Ilość wytworzonego gazu generatorowego jest mniejsza, a temperatura pieca spada. Nieszczelności w kanałach powietrza wtórnego powodują, że ilość powietrza dostająca się do palników zmniejsza się, gdyż pewna ilość powietrza wtórnego dostaje się do gazów spalinowych. Spalanie gazu generatorowego przebiega wówczas z niedomiarem powietrza; w gazach spalinowych znajduje się nadmiar tlenu węgla, który spala się w kanałach rekuperacji przegrzewając ją. Przegrzewanie rekuperacji może nastąpić również, jeśli retorty lub komory są nieszczelne, a spalanie przebiega z nadmiarem powietrza wtórnego.

Gdy z baterii pieców znajdujących się w ruchu i pracujących na wspólny komin jeden piec oddaje nadmiar powietrza, a inny nadmiar gazu generatorowego, następuje opóźnione spalanie w kanale dymowym. Jest ono niebezpieczne, gdyż w pewnych okolicznościach mogą powstać wybuchy. Opóźnione spalanie można poznać po niebieskawej barwie płomienia tlenu węgla.

Odnalezienie nieszczelności w rekuperacji odbywać się może za pomocą starannej analizy gazów spalinowych w poszczególnych kanałach, o ile retorty i komory są szczelne i nie przepuszczają gazu węglowego, bądź też przez wprowadzenie do kanałów powietrznych płomienia gazowego. Wówczas ciąg kominowy zasysa płomień poprzez nieszczelności do kanałów spalinowych i łatwo je odnaleźć. Usunięcie nieszczelności następuje przy użyciu specjalnych mas do napraw gorących po uprzednim gruntownym oczyszczeniu uszczelnianego miejsca. Zależnie od przeznaczenia wybiera się masy do natryskiwania, uszczelniania spoin i do kitowania. Korzystnie działa użycie dodatku szkła wodnego do w. w. mas. W ogóle nie powinno się czekać na pojawienie się większych nieszczelności. Należy systematycznie dokonywać przeglądu pieców i natychmiast usuwać wszelkie nieszczelności w kanałach, ścianach zewnętrznych itd.

Otwieranie i zamykanie retort powinno odbywać się ostrożnie bez gwałtownych uderzeń mogących spowodować rozluźnienie uszczelnienia między nasadą a retortą i uszkodzenie zamknięcia. To samo dotyczy drzwiczek generatorowych. Przy otwieraniu retort należy zbliżyć do drzwiczek otwarty płomień, aby uniknąć wstrząsów, jakie może spowodować wybuch gazu następujący w takich wypadkach, jeśli się tego nie przestrzega.

Na ścianach rozżarzonych retort pod wpływem rozkładu węglowodorów pojawia się z czasem grafit. Osadzanie się grafitu zwiększa szczelność retort, lecz działa niekorzystnie na gospodarność cieplną pieca, gdyż grafit stanowi izolację. Należy zatem usuwać tylko jego nadmiar przez wypalanie. Staranne napełnianie pieców jak również prowadzenie ruchu mokrego wpływa na zmniejszenie ilości grafitu. Natomiast nadciśnienie w retortach przyspiesza osadzanie się go.

Mokry ruch pieców z uwagi na to, że reakcja rozżarzonego koksu i pary wodnej przebiega w 2 kierunkach wymaga prowadzenia pieca przy wysokiej temperaturze wynoszącej około 1200° i możliwie wysokim przegrzaniu pary. W temperaturze około 1200° powstaje głównie tlenek węgla i wo-

dór, a w niższych temperaturach zamiast tlenku węgla otrzymuje się niepalny dwutlenek węgla i wodór. Znaczna ilość pary pozostaje wówczas nierozłożona w gazie, powodując zbędne obciążenie chłodników. Dodawanie pary w ilości 0,6 kg/1 m³ uważać należy jako górną granicę, której przekraczanie zupełnie się nie opłaca.

Powierzchnia styku przegrzanej pary z koksem powinna być jak największa. Dobre wyniki osiąga się przy piecach komorowych. Ilość gazu wodnego produkowanego przy mokrym ruchu pieców jest ograniczona ciepłem spalania gazu mieszanego, które dla gazowni komunalnych powinno wynosić 4000 kal/1 m³ przy temperaturze 15° i ciśnieniu 760 mm Hg.

Teoretyczne zużycie pary do produkcji gazu wodnego wynosi 0,4 kg/1 m³ gazu wodnego. W praktyce około 0,6 kg/1 m³. W związku z powyższym należy kontrolować ilość dodawanej pary. Okres parowania trwa zwykle 10—20% całego okresu gazowania. Gazownie prowadzące ruch mokry powinny zatem zwrócić szczególną uwagę na temperaturę pieców, ilość dodawanej pary i na stopień jej przegrzania oraz na dokładną regulację ssania. Prowadzenie mokrego ruchu w piecach retortowych jest trudniejsze, gdyż powierzchnia styku pary z koksem jest stosunkowo niewielka.

Warunkiem sprawnego działania instalacji jest:

1. „suche” zamknięcie odbieralnika,
2. chłodzenie gazu wodą amoniakalną w odbieralniku za pomocą dysz rozpryskujących wodę,
3. regularne, codzienne odprowadzanie smoły z odbieralnika, ew. skrobanie osadów gęstej smoły przez włazy,
4. precyzyjne ssanie gazu z dokładnością do 1/2 mm,
5. kontrola ruchu przy użyciu aparatów kontrolnych rejestrujących ciepło spalania, gęstość gazu i wielkość ssania.

Zaniechanie wykonania punktów 1—3 może prowadzić do zatkania przewodów, a nawet aparatów.

Pomiarów ilości pary dodawanej do komór lub retort dokonuje się za pomocą zaślepek z otworkami. Z czasem pod wpływem korozji zaślepki te psują się, a średnice otworków powiększają się znacznie.

Ponieważ regulacja ciśnienia pary jest stosunkowo mało czuła, lepiej stosować większe ciśnienia i wybierać małe otworki zaślepek.

Przepływ pary w zależności od ciśnienia podaje tablica 1.

TABLICA 1

	Ciśnienie pary w atm.			
	0,6	1,0	1,5	2,0
kg pary /min/ 1 mm ² (d=0,785 mm)				
para nasycona 120°C	0,0111	0,0182	0,0223	0,0264
para przegrzana 250°C	0,0097	0,0159	0,0194	0,0230
para przegrzana 350°C	0,0089	0,0146	0,0179	0,0212
kg pary /min/ 3,14 mm ² (d=2 mm)				
para nasycona 120°C	0,035	0,057	0,070	0,0828
para przegrzana 250°C	0,0305	0,050	0,061	0,0722
para przegrzana 350°C	0,0279	0,046	0,056	0,0665
kg pary /min/ 7,07 mm ² (d=3 mm)				
para nasycona 120°C	0,073	0,129	0,161	0,190
para przegrzana 250°C	0,0685	0,1114	0,137	0,162
para przegrzana 350°C	0,063	0,1032	0,1265	0,1498
kg pary /min/ 12,56 mm ² (d=4 mm)				
para nasycona 120°C	0,1394	0,2185	0,2822	0,3315
para przegrzana 250°C	0,1217	0,1997	0,2436	0,2908
para przegrzana 350°C	0,1117	0,1833	0,2248	0,2662
kg pary /min/ 19,63 mm ² (d=5 mm)				
para nasycona 120°C	0,218	0,357	0,442	0,518
para przegrzana 250°C	0,1904	0,312	0,381	0,450
para przegrzana 350°C	0,175	0,284	0,351	0,415

Do wyprodukowania 100 m³ gazu wodnego w ruchu mokrym zużywa się około 30 kg koksu w retortcie i około 18 kg koksu jako zwiększony podpał czyli razem 48 kg koksu i 60 kg pary. Ilość pary potrzebnej dla prowadzenia mokrego ruchu pieców jest stosunkowo niewielka i nie przekracza 300 kg/godzinę, w gazowni produkującej około 1000 m³ ga-

zu/godzinę. Z tego powodu, ponieważ sprawność kotłów nieobciążonych całkowicie spada znacznie, należy dla prowadzenia ruchu mokrego stosować parę z kotłów dymnikowych szczególnie w lecie. W gazach odlotowych z pieców gazowniczych mieszczą się duże ilości ciepła, którego wykorzystanie pozwala na obniżkę kosztów własnych gazowni, gdyż przyczynia się do zmniejszenia zużycia paliwa przeznaczonego do wytwarzania pary lub podgrzewania wody. O ile gazownia korzysta z napędu elektrycznego maszyn i posiada rezerwę energetyczną w postaci silników gazowych, wówczas utrzymywanie w ruchu kotłów opalanych węglem tylko dla produkcji gazu mieszanego jest nieoszczędne i powinno być zniechane.

W ruchu gazowni doniosłą rolę spełnia regulacja ssania gazu z pieców. Jest ona szczególnie ważna przy prowadzeniu mokrego ruchu pieców, przy którym z powodu mniejszego tworzenia się grafitu szczelność retort jest mniejsza. Ruch mokry w retortach poziomych wymaga bardzo precyzyjnej regulacji, osiągalnej jedynie przy użyciu dodatkowych regulatorów, sprzężonych ze zwykłymi regulatorami obejściowymi lub zaworów regulujących, zmieniających przekrój przepływu gazu w przewodzie bezpośrednio za odbieralnikiem (regulatory Askania, Arka, Sennlaub).

Ssanie gazu powinno być takie, aby ciśnienie gazu w odbieralniku wynosiło +0,5 do +1 mm słupa wody. Przy odbieralnikach pracujących na zanurzenie należy dawać je jak najmniejsze: wystarczy 15 mm. Właściwie, wszystkie gazownie powinny przejść na zamknięcia suche, niezależnie od tego, czy produkują gaz mieszany lub czysty węglowy. Podciśnienie w retortach i komorach sprzyja przedostawaniu się gazów spalinowych z przestrzeni ogniowej pieca. Nadcisnienie w retortach powoduje straty gazu i krakowanie węglowodorów, gdyż szybkość wydostawania się produktów odgazowania z retort i komór jest mniejsza.

W praktyce gazowniczej, szczególnie w małych gazowniach, stosuje się zbyt wielkie ssanie, aby tym sposobem zwiększyć uzysk gazu. Rozwiązanie takie jest nieekonomiczne i nie powinno być stosowane. Przy nieszczelnych komorach, względnie retortach, i nadmiernym ssaniu następuje zwiększenie powstałych nieszczelności. Bezpośrednio po naładowaniu retort lub komór poprzez nieszczelności następują straty gazu, podciśnienie bowiem nie jest wówczas w całej przestrzeni odgazowania.

Tlen zawarty w gazach spalinowych bądź tlen powietrza zewnętrznego, dostawszy się do przestrzeni odgazowania, powoduje spalanie produktów odgazowania z wydzielaniem sadzy unoszonej z gazem, miejscowe przegrzanie i uszkodzenie armatury oraz niszczenie ogniotrwałego materiału komór (tworzenie się narostów żużlowych). Miejscowe przegrzanie powodują z kolei rozkład węglowodorów i zwiększenie zawartości naftalenu w gazie.

Tych zasadniczych wad przeciągania spalin nie wyrównuje w żadnym wypadku zwiększona nimi produkcja gazu. Celem zwiększenia produkcji gazu, gazownie produkujące gaz węglowy bez dodatku gazu wodnego powinny rozpracować zagadnienie mieszania czystego gazu węglowego z gazem generatorowym z wbudowanych lub centralnych generatorów. Każda gazownia powinna więc posiadać samopiszące aparaty rejestrujące ciśnienie gazu w odbieralnikach. Ssania gazu dokonują gazownie najczęściej stosując ssaki skrzydełkowe Beale'a lub z wirującymi tłokami Roota. Każda gazownia powinna posiadać rezerwowy ssak i odpowiedni rezerwowy napęd (silnik elektryczny, silnik gazowy, maszyna parowa). Obsługa ssaków jest bardzo prosta, na uwagę zasługuje smarowanie ssaków. Olej służący do smarowania winien mieć nie tylko właściwości smaru lecz musi być poza tym rozpuszczalny w smole, tj. nie tworzyć z niemiękkich lub twardych osadów. Oleje maszynowe, tak częściej niestety stosowane, nie nadają się do tego celu i są drogie. Najlepiej stosować olej antracenowy lub jego mieszaninę z łatwo płynną smolą uprzednio przefiltrowaną, ewentualnie mieszaninę oleju antracenowego z surowym olejem rzepakowym (25 — 50°/o).

Nieodpowiednie smarowanie ssaków powoduje często zaburzenia w ruchu na skutek tworzenia się twardych osadów wewnątrz ssaka.

Równą troską winny być otoczone regulatory ssania. Należy je często czyścić, smarować podobnie jak ssaki. Czyść i czułość regulatora ssania, tzw. obejściowego, można poznać łatwo po drganiu ciężarka równoważącego.

Ssak i regulator ssania są tym punktem w gazowni, w którym obsługa wpływa na jakość gazu. Dalsze jego czyszczenie nie jak: odsmalanie, odnaftalenowanie, usunięcie amoniaku

siarkowodoru, cyjanu itp. nie naprawi błędów popełnionych niewłaściwym ssaniem.

Norma resortowa Ministerstwa Gospodarki Komunalnej przewiduje, że ciepło spalania gazu miejskiego winno wynosić 4000 kal./Nm3, w odniesieniu do tp. 15°C i ciśnienia 760 mm Hg. Utrzymanie stałego ciepła spalania jest w praktyce trudne do osiągnięcia, a ponieważ wartość ta nie jest miernikiem zachowania się gazu przy spalaniu, przeto ważniejsze jest zapewnienie odbiorcy możliwie najmniejszych jej wahań.

Polska norma państwowa dla gazu miejskiego. PN C—04754
zatwierdzona zarządzeniem Przewodniczącego PKPG z dnia 20 maja 1954 r. przewiduje ciepło spalania gazu mieszanego w wysokości 3600 — 4200 kal./Nm3, a gazu węglowego od 4200 — 4600 kal./Nm3 z tym, że odchylenia od ustalonego dla danej wytwórni, przez właściwego ministra, nie mogą przekraczać ±5%. Gęstość gazu wg wspomnianej normy może wynosić od 0,4 — 0,6.

W normie polskiej nie ma ograniczeń jeśli chodzi o wahania gęstości. Ze względu na przebiegi spalania wahania w gęstości gazu nie mogą być duże. Wg norm niemieckich nie powinny przekraczać ±3%. Produkcja gazu na podstawie obowiązujących norm, o jednakowych właściwościach palnych, pozwala na osiągnięcie dobrego spalania gazu w przyborach odbiorców — przyczynia się zatem do osiągnięcia poważnych oszczędności węgla.

Badania właściwości palnych gazu dokonują gazownie za pomocą palnika Otta lub aparatem Czako-Schaacka. Małe i średnie gazownie na ogół nie posiadają aparatów Czako-Schaacka, natomiast palniki Otta spotyka się dosyć często. Każda gazownia powinna co najmniej posiadać palnik Otta. Robotnik lub brygadzysta prowadzący ruch gazowni i regulujący ssanie winien, wykonując swoje obowiązki, kierować się wynikami prób palnika Otta i wskazaniem samoczynnych kalorymetrów.

Warunkiem poprawnego działania palnika Otta jest utrzymywanie go w czystości, regulowanie ciśnienia gazu przed palnikiem na wysokości 40 mm i stała temperatura. Dlatego palnik powinien być stale czynny, tym bardziej, że dla uzyskania aktualnych informacji o zachowaniu się płomienia przewód gazowy winien być przepłukany gazem z bieżącej produkcji.

Proces oczyszczania gazu powinien zapewnić należyta jego czystość ze względów higienicznych i technicznych. Polska norma PN/C — 04754 o wymaganiach technicznych gazu miejskiego dopuszcza następujący stopień zanieczyszczeń:

Zawartość gazów niepalnych N₂ + CO₂ 20%
tleny O₂ 0,8%
siarkowodoru H₂S 2g/100 m³
amoniaku NH₃ 0,5g/100 m³
smoły i pyłu: praktycznie wolny. Naftalenu: zależnie od najwyższego ciśnienia bezwzględnego (p) w sieci gazowej mierzonego w atmosferach:

w lecie $\frac{10}{p}$ — w g/100 m³
w zimie $\frac{5}{p}$ — w g/100 m³

Oczyszczanie rozpoczyna się od kondensacji produktów odgazowania i następuje już w dużej mierze w odbieralnikach. Należy dążyć, by odbieralniki nie były zbyt gorące, bo wówczas osiada w nich gęsta smoła, dająca się z trudem usunąć. Wszelkie osady smołowe z odbieralników należy systematycznie usuwać. Wrzucanie ich do węgla przy ładowaniu komór nie daje oczekiwanego zwiększenia uzysku gazu, powoduje natomiast zatykanie głównego przewodu gazowego między piecownią a chłodnicami. Zraszanie odbieralników wodą pogazową powinno być obfite, lecz nie nadmierne. Wystarcza 3 — 4 litrów na 100 kg przerobionego węgla. Woda pogazowa podawana na odbieralniki musi być wolna od smoły, aby nie nastąpiło zatkanie dysz. Woda studzienna nie nadaje się do zraszania odbieralników z powodu zanieczyszczeń solami wapnia i magnezu oraz zbyt niskiej temperatury.

Przewód gazowy między piecownią a aparatuwnią nie wymaga obsługi przy dobrze prowadzonym ruchu. W zimie, gdy jest zbyt długi i nieotulony, należy go ogrzewać dopuszczając odpowiednią ilość pary. Dalsza kondensacja następuje w chłodnicach powietrznych lub wodnych. Warunkiem sprawnego działania chłodnic jest utrzymywanie ich w na-

leżytej czystości. Obsługa ogranicza się do kontroli temperatur i różnicy ciśnień. W razie potrzeby należy je wyłączać i przeparaować. Gospodarność chłodzenia wodnego jest uzależniona w dużym stopniu od zużycia wody chłodzącej i żywotności rur. Ilość wody podawanej na chłodnice musi być zatem odpowiednio regulowana. Jeśli chodzi o odsmalanie gazu, ważne jest utrzymanie należytej czystości blach dzwonów odsmalaczy Pelouse'a lub Drory'ego i możliwie wysoka strata ciśnienia: 70 — 120 mm H₂O. Temperaturą najodpowiedniejszą gazu jest 30°. Przy zbyt niskiej (poniżej 20°) wydzielająca się smoła zanieczyszcza dzwon, a w temperaturze powyżej 35° odsmalanie jest niekompletne.

Z zagadnieniem prowadzenia ruchu pieców i kondensacji łączy się sprawa zawartości wody w smołach. Smoły małych i średnich gazowni wykazują często zawartość wody przekraczającą 5% i dochodzącą nieraz do 40%. Aby osiągnąć na tym odcinku pewną poprawę należy przeanalizować, jakie są przyczyny nadmiernego zawodnienia smoły, a są one najczęściej następujące:

1. Nadmierne ssanie gazu i spowodowane tym przeciąganie gazów spalinowych, szczególnie przy złym stanie pieca. Tlen zawarty w gazach spalinowych powoduje spalanie się gazu z wydzielaniem tzw. wolnego węgla, ułatwiającego w znacznym stopniu tworzenie się emulsji smoły z wodą.
2. Unoszenie pyłu węglowego wraz z gazem przy odgazowaniu suchych miałow o wysokiej zawartości części lotnych. Pył ten znalazłszy się w smołach ułatwia tworzenie się emulsji smoły z wodą.
3. Za niska temperatura w górnej części komór, a w związku z tym zwiększona zawartość fenoli w smołach. Fenole ułatwiają również tworzenie się emulsji smoły z wodą.
4. Za gwałtowne chłodzenie gazu chłodnikami Reuttera przyczyniające się do wydzielania się naftalenu z gazu w formie pyłu, ułatwiającego tworzenie się emulsji.
5. Nieszczelność rur wodnych w chłodnicach Reuttera i wynikające stąd ochłodzenie smoły.
6. Wadliwa budowa dołów smołowych, a przede wszystkim za małe wymiary dołu rozdzielczego. Czas przypadający w tym wypadku na rozdzielanie wody i smoły jest zbyt krótki.
7. Brak odpowiednich warunków hydrostatycznych niezbędnych dla oddzielenia się wody od smoły.
8. Za niska temperatura smoły w dole rozdzielczym. Smoła jest gęsta, a woda trudno się oddziela.
9. Przeciążanie dołu rozdzielczego nadmiernym stryskiwaniem destylatów w odbieralnikach.
10. Niewłaściwe odprowadzanie poszczególnych kondensatów. Woda pogazowa i kondensaty lekkich olejów smołowych, wydzielające się w niższych temperaturach, rozdzielają się trudno, gdyż ich ciężary gatunkowe są do siebie zbliżone. Lekkie smoły winny być możliwie wcześniej wymieszane ze smołą cięższą, pochodzącą z wcześniejszych stadiów kondensacji.
11. Tworzenie się wirów w dole smołowym przy gwałtownym pompowaniu smoły.
12. Nieszczelności dołów smołowych powodujące przepuszczanie wody gruntowej.
13. Nieszczelności węzłownic parowych służących do podgrzewania smoły w zbiornikach.

Wymycie amoniaku odbywa się przy pomocy płuczek wieżowych lub obrotowych. Dobre wymycie amoniaku osiąga się stosując do płukania zimną wodę. Aby na płuczkach pracować bez przeszkód, polegających na zatykaniu naftaleniem, należy naftalen zbierający się w chłodnicach wodnych okresowo usuwać przeparamowaniem i utrzymywać temperaturę na chłodnicach poniżej 25°.

Należy mierzyć spadek ciśnienia w płuczkach, a w razie potrzeby przeparaować je, celem usunięcia naftalenu. Woda płuczka powinna być miękka, bowiem wydzielający się kamień zatyka z czasem wypełniacze płuczek. Stopień wymycia amoniaku powinien być kontrolowany metodą laboratoryjną. Zużycie wody studziennej na 100 m³ gazu wynosi około 4 — 8 l. Należy dbać, aby ta ilość była w pełni wykorzystana. Aby uniknąć zatykania płuczki pierwszej na drodze gazu, dobrze jest płukać wodą zmiękczoną z dodatkiem dc 3% wody amoniakalnej.

Małe zakłady gazowe nie przerabiają wody pogazowej i wypuszczają ją do przewodów kanalizacyjnych lub do rzek. Woda pogazowa z uwagi na szereg swoich zanieczyszczeń głównie fenolu działa trująco na wody rzeczne.

W literaturze spotyka się dość często pogląd, że woda pogazowa po oczyszczeniu z resztek smoły nadaje się do

nawożenia w stanie surowym z zachowaniem pewnych ostrożności. W niektórych dzielnicach naszego kraju rolnicy chętnie z niej korzystają, co wskazywałoby, że istnieją możliwości wykorzystania wody pogazowej także w małych i najmniejszych gazowniach. Należałoby zatem ustalić, czy jest możliwe i w jaki sposób wykorzystanie surowej wody pogazowej w rolnictwie. Jeśli tak, to wypadłoby spopularyzować stosowanie wody pogazowej jako nawozu.

Następnym z kolei zanieczyszczeniem gazu jest naftalen. Należy dążyć, by ilość naftalenu była jak najmniejsza, prowadząc w odpowiedni sposób ruch piecowy. Wymywanie naftalenu olejem antracenowym daje dobre wyniki, jeśli olej odpowiada warunkom technicznym, a ilość jego i wykorzystanie w płuczkę jest właściwe. Na 1000 m³ gazu zużycie oleju wynosi 4 — 8 kg. Kontrola płuczki ogranicza się w zasadzie do badania temperatury, strat ciśnienia i okresowego sprawdzania będącego w obiegu oleju płuczkowego w laboratorium.

Oczyszczanie suche za pomocą mas zawierających wodorotlenki żelaza jest w naszych gazowniach końcowym etapem czyszczenia gazu od szkodliwych składników. Gaz przed oczyszczalnikami powinien być wolny od amoniaku i smoły. Masy stosowane przy oczyszczaniu suchym muszą posiadać dostateczną chłonność zależną głównie od zawartości wodorotlenków żelaza i pewnej przepuszczalności. Aby zwiększyć przepuszczalność można masę zmieszać z włóknami lub trocinami drzewnymi. Masa przed załadowaniem do skrzyń musi zawierać około 30 — 40% wilgoci i powinna być słabo alkaliczna ($P_H = 7$).

Grubość warstw masy na rusztach oczyszczalników nie może być zbyt wielka. Przy ładowaniu należy zwracać uwagę, by nie potworzyły się kanały, którymi mógłby się przedostawać gaz bez oczyszczania. Oczyszczalniki pracują na zasadzie przeciwprądu: idąc za biegiem gazu pierwszy jest oczyszczalnik z masą najstarszą, a ostatni z masą świeżą. Kierownik ruchu winien notować numer oczyszczalnika i datę załadowania masą. Kontrolę oczyszczania należy prowadzić przy użyciu papierka nasyczonego roztworem octanu ołowiu. Reakcja ta jest czuła, a wykonanie sprawdzenia bardzo łatwe.

Regeneracja masy następuje przy udziale tlenu powietrza i wody. Samo przerzucanie masy jest niewystarczające, gdyż masa musi być starannie rozdrobniona. Regeneracja prowadzona w pomieszczeniach zamkniętych jest niewystarczająca. Lepsza jest regeneracja na wolnym powietrzu przy równomiernym zwilżaniu wodą. Działanie wody deszczowej zawierającej więcej tlenu jest korzystne.

Znacznie lepsze wyniki w nasycaniu masy siarką i przy mniejszych kosztach robocizny osiąga się prowadząc regenerację masy równocześnie z nasycaniem w samych oczyszczalnikach. Sposób ten jest dostępny średnim gazowniom posiadającym laboratoria dla kontroli ruchu i powinien być stosowany.

Idąc dalej za biegiem gazu napotykamy na urządzenia do mierzenia i magazynowania gazu oraz do regulowania ciśnienia miejskiego. Pomiar gazu w gazowniach małych i średnich dokonuje się przy użyciu gazomierzy mokrych lub suchych rotacyjnych. Gazomierzy mokrych nie wolno przeciążać. Wysokość poziomu wody powinna być stała i zgodna ze znakiem na gazomierzu. Co pewien czas należy gazomierze sprawdzać. Orientacyjne sprawdzenie w granicach błędu ponad 2% może odbyć się również przy wykorzystaniu szczelnego zbiornika gazowego o znanej objętości, przy stałej temperaturze zewnętrznej i odpowiedniej pogodzie (zachmurzenie).

Odczyty gazomierza produkcyjnego powinny być dokonywane co godzinę i zapisywane do książki ruchu. Zbiorniki gazowe mokre o małej pojemności wymagają niewielkiej obsługi, polegającej na okresowym smarowaniu i kontroli rolek i utrzymywaniu właściwego zapasu gazu. Działanie ich jest pewne, należy jednak obserwować, czy bieg zbiorników jest prawidłowy, tj. wolny od zahaczeń. Ponieważ są one na ogół wolnostojące, muszą być w ziemie ogrzewane. Zaniedbanie ogrzewania może spowodować, w szczególnie niekorzystnych wypadkach, poważne awarie. Stopień ogrzewania powinien być kontrolowany i racjonalnie regulowany. Temperatura wody powinna wynosić 5° w basenie, a w teleskopach winna być nieco wyższa. Zużycie pary dla ogrzewania zbiorników stanowi w ziemie poważną pozycję, szczególnie przy silnych mrozach. Zbiorniki powinny być szczelne.

Ponieważ na skutek korozji blachy zbiorniki niszczą się najbardziej w miejscach styku z wodą, należy je starannie

konserwować przy użyciu środków przeciwkorozyjnych. Malowanie farbami na ogół nie daje zadowalających wyników, natomiast dobre rezultaty osiągnięto przy użyciu środków bitumicznych.

Szczegółowej ostrożności wymaga wyłączanie zbiorników z ruchu. Chodzi o to, aby w zbiorniku nie utworzyła się mieszanka wybuchowa gazu z powietrzem. Przed wypuszczeniem wody ze zbiornika gaz powinien być odpuszczony, wlot i wylot gazu do zbiornika starannie zabezpieczony, a następnie należy otworzyć właz na kopule zbiornika dla usunięcia resztek gazu i wyrównania ciśnienia. Odpuszczanie wody ze zbiornika z pominięciem wymienionej czynności spowoduje jego deformację, z powodu depresji ciśnienia, na którą zbiornik nie jest przygotowany.

Regulacja ciśnienia gazu w sieci powinna zabezpieczać utrzymywanie w niej możliwie stałego ciśnienia, które w miejscach najbardziej niekorzystnych w czasie największego poboru gazu nie powinno być niższe od 40 mm. Jeśli chodzi o górną granicę w sieci niskoprężnej, to w zasadzie nie powinna przekraczać 120 mm. Stosowanie zbyt wysokiego ciśnienia jest niebezpieczne, gdyż nadmierna szybkość wypływu gazu z wylotów palnika może spowodować wygaszenie płomienia gazowego, a więc uchodzenie niespalonego gazu w pomieszczeniach odbiorców. Wielkość ciśnienia dostosowuje się do obciążenia sieci. W nocy, zależnie od warunków lokalnych, może być niższe. Zdarza się, że mimo czujności kierownictwa gazowni, wahania w cieple spalania są większe niż to przewiduje norma. Należy wówczas powiększyć ciśnienie w sieci tak, aby została zachowana równowaga zgodnie z równaniem:

$$\frac{\text{ciepło spalania} \cdot \sqrt{\text{ciśnienie w mm H}_2\text{O}}}{\sqrt{\text{gęstość}}} = \text{const}$$

Wielkości ciśnienia gazu oddawanego do sieci miejskiej w wypadku gdy gazownia nie posiada samopiszących aparatów, powinny być zapisywane do książki ruchu gazowni. Nawet najlepsze prowadzenie ruchu na wytwórni nie zapewni odbiorcom dobrych warunków poboru gazu, jeśli na sieć gazociągów miejskich będą zaniedbana. Należy zatem dbać o czystość sieci (osady) i o staranne jej odwodnienie. Rodzaj ciśnienia w sieci w godzinach największego poboru gazu, a najlepiej w ciągu całej doby, należy systematycznie kontrolować. Badania takie należy prowadzić raz na miesiąc w drugiej połowie listopada, aby wykryć ewentualne zatłoczenia naftalenem.

Jeżeli w wyniku sprawdzania sieci znajdzie się miejsce w którym występuje nieuzasadniony spadek ciśnienia, należy bezwzględnie odszukać jego przyczynę i usunąć przeszkodę.

Spełnienie obowiązku oszczędzania węgla wymaga zwrócenia przez gazownię szczególnej uwagi na obsługę odbiorców gazu w zakresie regulacji i ewentualnej naprawy przyborów gazowych. Chodzi o umożliwienie odbiorcom spalania gazu przy najwyższej sprawności cieplnej osiągalnej danego przyboru, aparatu czy urządzenia.

Poważne oszczędności węgla gazownie mogą osiągnąć również przez zmniejszenie strat gazu do minimum.

Walka ze stratami gazu winna być ambicją każdego kierownictwa gazowni, a sprowadza się ona w zasadzie do wykrywania uchodzeń gazu, usuwania nieszczelności wszelkich przewodów gazowych czynnych, kontroli i remontów gazomierzy oraz likwidowania kradzieży gazu. W dobrej prowadzonej gazowni strata na sieci miejskiej niskoprężnej nie powinna przekraczać 8%.

Gaz węglowy z powodu zawartego w nim tlenu węglowy jest silnie trujący. Stężenie tlenu węgla w wysokości 0,4% jest zabójcze dla człowieka. Przy takim stężeniu śmierć następuje stosunkowo szybko, a jest to przecież około 4% gazu w powietrzu. Następne niebezpieczeństwo tkwi we właściwościach wybuchowych mieszanki gazowo-powietrznej. Granice wybuchowości tej mieszanki wynoszą zwykłe 8 — 19%, a niekiedy 5 — 30% gazu w powietrzu. Niedostrzeżenie niebezpieczeństwa, jakie niewątpliwie stwarza uchodzący gaz, szczególnie w pomieszczeniach zamkniętych, jest przyczyną wielu nieszczęśliwych wypadków. Należy zatem usilnie dążyć, aby nie dopuścić do uchodzenia gazu, zarówno u odbiorców jak w samej gazowni.

Jeśli chodzi o sieć gazową, to w zasadzie osiąga się przez utrzymanie w niej stałego ciśnienia w dopuszczalnych granicach i zachowanie właściwej jakości gazu oraz przy natychmiastowym usuwaniu wszelkich dostrzeżonych nieszczelności czynnych przewodów gazowych.

Bezpieczeństwo ruchu gazowni wymaga przestrzegania następujących zasad ogólnych: wszystkie aparaty na drodze gazu winny być włączone całkowicie. Kierownictwo gazowni winno znać zakres dopuszczalnych strat ciśnienia gazu dla każdego aparatu. Zakres ten nie może być przekroczony. Zawory i zasuwy obejściowe wszystkich aparatów muszą być w każdej chwili zdadne do wykorzystania. Aby taki stan uzyskać, należy je odpowiednio konserwować i od czasu do czasu sprawdzać ich działanie.

Aparaty powodujące zbyt dużą stratę ciśnienia należy wyłączać i czyścić. Można w tym celu posłużyć się parą wodną, dopuszczając ją w takiej ilości, jaka jest potrzebna dla osiągnięcia pożądanej temperatury. Aby uniknąć nadciśnienia należy przed parowaniem włączyć otworzyć, a następnie luźno przykryć.

Gazownia powinna prowadzić zapisy, kiedy aparaty były parowane, względnie czyszczone w inny sposób. W oparciu o takie zapisy należy opracować harmonogram czyszczenia aparatów.

Czystość aparatów i przewodów oraz właściwe prowadzenie ruchu pieców na ogół zapewniają gazowni pracę bez przeszkód ruchowych na drodze gazu.

Wszelkie maszyny, mechanizmy i urządzenia energetyczne gazowni powinny być systematycznie sprawdzane, a dostrzeżone w nich usterki bieżąco usuwane. Ze względu na właściwości wybuchowe mieszanek gazowo-powietrznej drobne prace przy oczyszczaniu przewodu łączącego piec z aparaturą należy wykonywać bardzo ostrożnie, licząc się z możliwością zassania powietrza. Przy większych robotach z przewodem ssącym należy ssak wyłączyć z ruchu, a produkcję gazu z pieców wypuścić w powietrze, przy czym najpierw

zatrzymuje się ssak, a następnie otwiera wsypy węglowe komór lub zamknięcia rur wlotowych przy odbieralnikach. Do takiej roboty można przystąpić tylko wtedy, kiedy zapas gazu w zbiornikach jest dostatecznie duży, względnie w czasie małego poboru gazu.

Po wykonaniu prac, przed ponownym włączeniem ssaka, przewód ssący należy starannie przepłukać gazem korzystając z ciśnienia zbiornikowego.

Dobre prowadzenie ruchu sprawia, że tego rodzaju prace należą do rzadkości. Dodać wypada, iż w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy gazownie komunalne obowiązują rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 12 sierpnia 1953 r. (Dziennik Ustaw PRL nr 47).

Maksymilian Milczewski

Literatura

1. Poradnik Koksochemika tom I
2. Poradnik Koksochemika tom II, cz. II — Gazownictwo
3. Dr inż. Rudolf Riedl — Urządzenia i ruch gazowni (przekład polski)
4. Prof. dr inż. Błażej Roga — Węgiel kamienny — przeróbka i użytkowanie
5. Mgr inż. Eugeniusz Kwiatkowski — Zarys Technologii Chemicznej Węgla Kamiennego
6. R. Neef — Die Betriebspraxis im Gasfach Band I — Gaserzeugung
7. Kalender f. d. Gas- u. Wasserfach 1932
8. Dr H. Winter — Taschenbuch für Gaswerke, Kokereien, Schwelereien und Teerdestillationen
9. J. Gülich — Gaswerksbetrieb und Gasabgabe
10. Gas- und Wasserfach 83 (1940) str. 32/33
11. Ing. Dr F. Perna, Ing. Dr R. Riedl — Plynarenstvi cz. II
12. F. Perna, Ing. Dr Rozvod, Instalace a Upotrebeni Svitplynu
13. Prof. Dr Ing. F. Schuster — Energetische Grundlagen der Gastchnik.

Z życia Organizacji

Konferencja naukowo-techniczna w sprawie gazu ziemnego

Staraniem Zarządu Głównego Stow. Naukowo-Techn. Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych, oraz staraniem Centralnego Zarządu Gazownictwa — odbyła się w dniach 11 i 12 lutego 1955 r. w sali Miejskiej Rady Narodowej w Krakowie IV Konferencja naukowo-techniczna gazownictwa, poświęcona zagadnieniom eksploatacji gazu ziemnego.

Uczestników konferencji powitał serdecznie w imieniu społeczeństwa krakowskiego przewodniczący prezydium Miejskiej Rady Narodowej w Krakowie i poseł na Sejm ob. Tadeusz Mrugacz. Konferencję otworzył przewodniczący Zarządu Głównego Stow. Nauk.-Techn. Inż. i Techn. SOGTZ ob. mgr inż. A. Epsztein. Na konferencji wygłoszono następujące referaty i koreferaty: Rola gazu ziemnego w Polsce Ludowej. Referent: mgr inż. T. Staszewicz (na podstawie opracowania inż. J. Kłosińskiego). Polskie złoża gazu ziemnego. Referent: mgr inż. Zbigniew Obuchowicz. Dopuszczalny pobór gazu ziemnego ze złóż gazowych oraz kryteria i sposoby określenia tego poboru. Referent: prof. mgr inż. Zdzisław Wilk. Koreferat: mgr inż. Tadeusz Reguła. Magazynowanie gazu ziemnego w złożach podziemnych i wyniki polskich prób w tym kierunku. Referenci: mgr inż. Juliusz Kaczorowski i mgr inż. Władysław Kołodziej. Koreferat: mgr inż. Henryk Górka. Ujęcie metanu w kopalniach węgla. Referent: doc. dr mgr inż. Czesław Poborski. Pobór gazu ziemnego z serii węglonośnej karbony odwiertami z powierzchni. Referent: mgr inż. Zbigniew Grębski. Koreferat: mgr inż. Adam Ogródnik.

W pierwszym dniu konferencji obradom przewodniczył dyr. Dep. Prod. Niewęglowej Min. Górnictwa ob. mgr inż. Jan Borowski. W referatach prof. Wilka i inż. Obuchowicza oraz w koreferacie inż. Reguły poruszono podstawowe zagadnienie gazu ziemnego w Polsce polegające na tym, że odkrywanie nowych zasobów tego gazu nie nadąża za wzrostem zapotrzebowania. Przedstawiciele gazownictwa zilustrowali to zagadnienie wykresami, na których przedstawiono zapotrzebowania na gaz ziemny i możliwości produkcyjne ze znanych obecnie złóż w okresie 5-lecia 1956 — 1960 i w planie perspektywnym 1961 — 1970. Z wykresów tych wynikało, że produkcja gazu ziemnego ze znanych obecnie złóż wystarcza na pełne pokrycie zapotrzebowania tylko do roku 1958. Od roku 1959 zaczyna się deficyt gazu, który wzrasta w roku 1965 do rzędu 250, a w roku 1970 do rzędu 500 mln Nm³ gazu.

Zarówno referenci, jak i wszyscy dyskutanci wyrazili zgodne przekonanie, że najwłaściwszą drogą do zabezpieczenia gospodarki narodowej przed skutkami deficytu gazu ziemnego jest przyspieszenie i zwiększenie zakresu poszukiwań tego gazu i wierceń.

Następnie przedyskutowano zagadnienia związane z dopuszczalnym poborem gazu ziemnego ze złóż. Zakładając, że wartość zasobu gazu ziemnego w eksploatowanych obecnie naszych złożach jest rzędu 1,8 miliardów zł — to decyzja czy dopuszczalny roczny pobór tego gazu ma stanowić 5 czy 7% tych zasobów może z jednej strony dać gospodarce narodowej dodatkowe ilości gazu ziemnego o wartości około 36 milionów zł rocznie, z drugiej jednak można przez zbyt śmiałe pociągnięcia spowodować zaburzenia w złożach, które utrudnią mogą normalną eksploatację tego bogactwa, jakim jest gaz ziemny. Cyfry te świadczą najlepiej o ważności zagadnienia i odpowiedzialności decyzji w tym zakresie.

Wypowiedzi wszystkich dyskutantów były zgodne co do tego, że w literaturze fachowej nie ma formuł dla praktyki, które by pozwalały na rachunkowe określenie dopuszczalnego poboru gazu w danych warunkach i że pobór ten nie może być dowolny, lecz powinien być w pewien określony sposób ustalany.

Wypowiedzi dotyczące sposobu określania dopuszczalnego poboru i jego wielkości szły w dwóch różnych kierunkach. Inż. T. Reguła bronił tezy, że stosowany obecnie sposób określania poboru dopuszczalnego jest słuszny i powinien być nadal utrzymany z tym, że jeżeli z danego złoża chce się brać więcej gazu — to nie należy powiększać poboru z poszczególnych odwiertów, lecz odwiertić większą ilość otworów. Prof. Wilk, inż. Kulczycki, inż. Girzejowski i inż. Kołodziej wypowiedzieli się za przeprowadzeniem prób nad zwiększonymi poborami i za obserwacjami skutków — z równoczesnym prowadzeniem badań w tym zakresie.

Inż. Kulczycki w obszerniejszym i interesującym wywodzie przedstawił wpływ zwiększonego poboru gazu na erozję piaskowca gazonośnego, na możliwości zawadnienia i na zmniejszenie przepuszczalności złoża przez zwilżenie ziarn. Z analizy tej wyciąga wnioski, że w pewnych korzystnych warunkach można będzie pobierać gaz nie przy stałym — jak dotąd — lecz przy stale wzrastającym procentowym spadku ciśnienia głowicowego. Zdaniem inż. Kulczyckiego rewizję dopuszczalnego poboru gazu powinny poprzedzić staranne i dokładne pomiary ciśnień i wolnych wypływów, oraz dokładne rozpoznanie stosunków wodnych w złożu.

Inż. Kołodziej porównuje na wykresach przebieg produkcji gazu ziemnego z przykładowego złoża przy stałym procentowym spadku ciśnienia głowicowego — a więc tak, jak się obecnie eksploatuje — z przebiegiem, kiedy wartość bezwzględna spadku jest stała. Okazuje się, że zaczynając od tej samej produkcji początkowej — można pobrać ze złoża przy pierwszym sposobie po 20 latach tylko około 60% zasobów, przy drugim zaś sposobie można pobrać po 20 latach około 80% zasobów. Zrozumiałe jest, że w naszych warunkach szybkiego rozwoju gospodarczego rozciąganie okresu eksploatacji na całe dziesiątki lat budzi poważne zastrzeżenia. Inż. Kołodziej proponuje, ażeby niezależnie od poszukiwań i wierceń prowadzonych na wielką skalę, przeprowadzić w kilku odwiertach próby pobierania gazu przy takiej wartości bezwzględnej spadku ciśnienia głowicowego, przy jakiej pobierano gaz w początkowym okresie ich eksploatacji.

Wyniki tych prób przedyskutowane w szerszym gronie wyjaśniłyby cały szereg wątpliwości i nieporozumień na temat dopuszczalnego poboru gazu — a w razie opóźnień w odkryciu nowych złóż, pozwoliłyby na złagodzenie skutków przewidywanego deficytu gazu ziemnego.

Inż. Kołodziej uważa, że jeżeli przy dopuszczalnym obecnie poborze wynoszącym z danego odwiertu np. 40 Nm³/min. przy spadku ciśnienia głowicowego np. ze 100 na 97 atn., tj. o 3 atn nie było żadnych złych skutków dla złoża — to nie ma podstaw do obaw, że te złe skutki wystąpią przy spadku ciśnienia z 50 na 47, czyli znów 3 atn, kiedy przepływ wyniesie nie 40 lecz około 20 Nm³/min. względnie przy spadku z 10 na 7, kiedy przepływ wyniesie około 4 Nm³/min. Według obecnie obowiązujących kryteriów dopuszczalny pobór i dopuszczalny spadek ciśnienia wynosiłyby: 40 Nm³/min. i 3 atn, 10 Nm³/min. i 1,5 atn oraz 0,4 Nm³/min. i 0,1 atn.

W referatach inż. J. Kaczorowskiego, inż. W. Kołodzieja i w koreferacie inż. H. Górki omówiono doniosłość podziemnego magazynowania dla gazownictwa polegającą głównie na tym, że pozwala ono zmagazynować stosunkowo małym kosztem poważne świadczone i sezonowe nadwyżki gazu po to, ażeby je można było racjonalnie zużyć w okresach większych zapotrzebowań. Ponadto magazynowanie poprawia współczynniki wykorzystania kopali gazu ziemnego i gazociągów oraz stwarza rezerwy na wypadek zaburzeń w układach do produkcji i przesyłania gazu zarówno koksowniczego, jak i gazu ziemnego.

Odnosnie wyników próbnego magazynowania gazu ziemnego w złożu Roztoki k/Jasła, przeprowadzonego przez Zakłady Gazownictwa Okręgu Tarnowskiego przy współudziale Instytutu Naftowego, Okręgowego Urzędu Górniczego, Krośnieńskiego Kopalnictwa Naftowego — przedyskutowano zastrzeżenia co do wpływu forsownego pobierania gazu z magazynu na przepuszczalność złoża, oraz co do lokalizacji magazynu w pobliżu wielkich ośrodków zużycia gazu. Podkreślono, że wyniki próbnego magazynowania w Roztokach są pozytywne i że na ich podstawie nie tylko rozbuduje się magazyn roztocki do potrzeb gazownictwa ziemnego, ale również będzie je można wykorzystać przy pracach nad magazynowaniem gazu koksowniczego, gdzie potrzeba magazynowania są większe i pilniejsze.

Wyniki obrad pierwszego dnia konferencji podsumował inż. Borowski, wskazując na dość wszechstronne omówienie zarówno od strony teoretycznej jak i praktycznej zagadnienia powiększenia poboru gazu ziemnego i podziemnego magazynowania gazu. Z przebiegu obrad wynika, że zagadnienie dopuszczalnego poboru dojrzało do rewizji. Rozciąganie eksploatacji złóż gazowych na całe dziesiątki lat nie jest w obecnych warunkach słuszne. Próby nad zwiększeniem poboru są konieczne i powinno się je przeprowadzić w okresie 1—2 lat, kiedy dysponujemy czasowymi nadwyżkami gazu dzięki odwierceniu nowych horyzontów w Strachocinie.

Odnosnie magazynowania podziemnego, to inż. Borowski podkreśla, że jest ono potrzebne nie tylko gazownictwu do racjonalnego wykorzystania gazu i pełnego pokrycia potrzeb, lecz potrzebne jest także kopalnictwom, bo dzięki magazynowaniu pobór gazu będzie równomierny, a jego roczna wartość będzie wyższa niż bez magazynowania.

W drugim dniu konferencji obradom przewodniczył dyr. inż. O. Feldman. W referatach dr Poborskiego i inż. Grębskiego oraz w koreferacie inż. Ogrodnika omówiono zagadnienia odgazowania pokładów węgla w rejonie Rybnika zarówno odwiertami z powierzchni, jak i metodą tzw. odmetanowania, prowadzoną równoległe z robotami górniczy-

mi. W dyskusji zabierali głos kolejno: inż. Szpilewicz, inż. Reguła, inż. Grębski i prof. Wilk.

Inż. Szpilewicz w obszernym i bardzo interesującym wywodzie naświetlił stosunki energetyczne Polski, wskazując na zbyt wysokie wskaźniki zużycia energii, zarówno przez przemysł jak i przez ludność, co dyskutant przypisuje głównie marnotrawstwu paliw.

Inż. Reguła odnosi się krytycznie do referatu inż. Grębskiego i w konkluzji domaga się bardziej szczegółowych badań, celem ostatecznego wyjaśnienia możliwości produkcyjnych rejonu Markłowic. Prof. Wilk wyróżnił referat inż. Grębskiego dużym wkładem pracy i ciekawym podejściem do skomplikowanych zagadnień markłowickich.

Po przerwie przewodniczący komisji wniosków ob. inż. St. Kiesler odczytał projekt podanej niżej uchwały konferencji. Uchwałę przyjęto jednogłośnie.

Obrady drugiego dnia konferencji podsumował inż. Feldman, podkreślając, że w czasie dyskusji przewijała się troska o dokonanie przełomu w zasobach i gospodarce gazem ziemnym, który by zapewnił dalszy rozwój tego ważnego odcinka gospodarki narodowej. Następnie inż. O. Feldman wezwał zainteresowanych do realizacji uchwał konferencji i na zakończenie podziękował jej uczestnikom za udział w obradach.

Mgr inż. W. Kołodziej

Z życia Oddziału Olsztyńskiego SNIT SOG

Stowarzyszenie Nauk.-Techn. Inż. i Tech. Sanitarnych Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych — Oddział w Olsztynie, po zorganizowaniu w lipcu ub. r. 3-dniowego Ogólnokrajowego Zjazdu Nauk.-Technicznego i VII Zjazdu Delegatów SNIT SOG, wykazuje niezwykle ożywioną działalność, zajmując w stosunkowo szybkim czasie miejsce w czołowej grupie przodujących oddziałów SNIT SOG.

Jest to zasługa szerokiego aktywu naszych członków z terenu woj. olsztyńskiego z przewodniczącym zarządu Oddziału kol. Grzegorzem Marchlewiczem na czele, którzy mogą świecić przykładem zarządom innych oddziałów, jak należą pojmować rolę stowarzyszenia w życiu gospodarczym województwa i w jaki sposób można zachęcić członków naszej organizacji do współpracy przy realizacji zadań, jakie na nas ciąży.

Oddział liczy nieco ponad 90 członków, biorąc zaś pod uwagę duże rozproszenie członków w licznych miastach woj. olsztyńskiego, posiada zorganizowane 4 koła zakładowe SNIT SOG: przy Woj. Stacji Sanit. Epid., przy Zarządzie Zieleni Miejskiej, Miejsk. Przeds. Gosp. Kom. w Olsztynie i Woj. Zarz. Przeds. i Urz. Kom., z których wyróżnia się aktywnością Koło Zakładowe SNIT SOG przy Woj. Stacji Sanit. Epid. z kol. mgr Stefanią Szkulcecką na czele.

Wszystkie ogniwa Oddziału zorganizowały w I kwart. br. szereg imprez, prowadząc systematycznie akcję odczytową, kursy szkoleniowe i dokształcające, biorąc udział w akcji podejmowania zobowiązań i współzawodnictwa we własnym zakładzie pracy.

W dniu 18.I br. zarząd Oddziału zorganizował naradę techniczną n. t. „Oszczędność energii elektrycznej w małych i średnich zakładach wod.-kan.“ dla kierowników tych zakładów z terenu województwa: olsztyńskiego, gdańskiego, białostockiego i warszawskiego.

W naradzie wzięło udział ok. 60 uczestników. Naradzie przewodniczył kol. G. Marchlewicz.

W imieniu przewodniczącego PWRN w Olsztynie powitał zebranych dyr. WZPUK ob. R. Mazur zaznaczając, że narada ta odbywa się w chwili, kiedy ludność Ziemi Warmińsko-Mazurskiej podsumowuje swój 10-letni dorobek władzy ludowej.

Następnie wygłoszono referaty: „Właściwa gospodarka energetyczna w małych i średnich zakładach wod.-kan.“ (inż. K. Dohnalika z Krakowa) oraz „Eksploatacja i remont zespołów mechanicznych stacji pomp a zużycie energii elektrycznej“ (inż. W. Nowickiego z Warszawy).

W dyskusji, po referatach, zabierali głos m. in.: kol. G. Marchlewicz — Olsztyn — na podstawie przeprowadzonych kontroli podał ważniejsze spostrzeżenia dot. niewłaściwej pracy zespołów pompowych w niektórych zakładach wodociagowych; mówca wskazał na przypadki złego doboru silników do pomp, zbędnego kilkustopniowego pompowania, niefachowego remontu pomp i silników itp. Kol. M. Królik — Giżycko — zwrócił uwagę iż przy sekcji wod.-kan. WZPUK powinno być stanowisko instruktora, który

jeżdżiłby do zakładów wod.-kan. w teren i na miejscu udzielał porad; instruktor ten powinien mieć możliwość przedłużenia czasokresu przebywania na zakładzie, jeśli zajdzie potrzeba, dla udzielenia pełnej pomocy. Kol. Syruć — Giżycko — podkreślił, że fabryki produkujące agregaty pompowe sprzężone z silnikami powinny do silników elektrycznych dołączać urządzenia zabezpieczające pracę silników, jako integralną część agregatu; druga sprawa — to brak przyrządów pomiarowych, których pomimo złożonych zapotrzebowań, zakłady nie otrzymują. Kol. Jeleniewski — Olsztyn — omówił pracę i stan wodociągów m. Olsztyna: do problemów zakładu należy m. in. pomiar wyprodukowanej wody; pracujące na stacji pomp wodomierze, na skutek długoletniej pracy, bez ich legalizacji w międzyczasie oraz na skutek uszkodzeń, obecnie wadliwie wykazują ilość wyprodukowanej wody; polepszenie tego stanu napotyka na trudności z uwagi na brak przedsiębiorstwa, które podjęłoby się remontu tych wodomierzy oraz braku nowych na rynku handlowym. Kol. Kodur — Morąg — poruszył sprawę nadmiernej rezerwy mocy przy silnikach elektrycznych: Kierownicy zakładów popełniają błędy przy instalowaniu silników o większej mocy, bądź przez nieświadomość i brak wiadomości fachowych, bądź też z braku mniejszych silników; zdarza się jednak, że fabryki produkują silniki elektryczne z dużą rezerwą mocy, co jest niewłaściwe i w dużej mierze wpływa na niekorzystny współczynnik $\cos \varphi$. Ob. inż. Borowski — przedstawiciel ZZE Olsztyn — omówił zużycie energii elektrycznej i wykorzystanie $\cos \varphi$ w poszczególnych zakładach wod.-kan. i omawiając to zagadnienie, zwrócił uwagę na błędne instalowanie silników elektrycznych o większej mocy, aniżeli wymagają tego warunki pracy i urządzeń; ZZE Olsztyn dysponuje odpowiednią kadrą fachowców, którzy udzielą zakładowi pomocy przy instalowaniu silników o właściwej mocy.

Następnie kol. Marchlewicz omówił sporządzone dwa kolorowe wykresy, obrazujące zużycie energii elektrycznej w roku 1952, 1953 i 1954 przez poszczególne zakłady wod.-kan. w odniesieniu do 1.000 tonometrów pompowanej wody. Szereg zakładów wykazuje znaczną poprawę na tym odcinku, część zakładów — zużycie ma coraz wyższe.

Po dyskusji uchwalono następujące wnioski: 1) Należy ustalić czy stacja pomp wyposażona jest we właściwe agregaty: jakie agregaty potrzebne i jakie są zainstalowane. 2) Należy stwierdzić, czy zachodzi nadmierne zużycie energii elektrycznej i jakie są przyczyny tego nadmiernego zużycia. 3) Przeprowadzić analizę wyników otrzymanych z ba-

dań, o których wyżej mowa i opracować właściwe środki niezbędne dla obniżenia strat energii elektrycznej do minimum, również w drodze walki ze stratami i marnotrawstwem wody. 4) Wystąpić do właściwych władz o spiesznią organizację baz remontowych, należycie wyposażonych i gotowych do podjęcia zleconych czynności przez zakłady wod.-kan. Bazy te mogłyby udzielać wskazówek co do właściwego doboru silników do pomp. 5) Eksploatację agregatów stacyjnych należy prowadzić starannie i zgodnie z istniejącymi instrukcjami (wskazówkami). 6) Zwalczać nawet drobne uszkodzenia i nie dopuszczać do awarii agregatów. 7) Zobowiązać się do stałej walki o przedłużenie życia maszyn stacyjnych, podwyższenie jakości konserwacji i bieżących remontów tych maszyn. 8) Ustalić jednoosobową odpowiedzialność za właściwą obsługę (konserwację i remont agregatów). 9) Podnosić własne kwalifikacje drogą szkoleń i samokształcenia korzystając z literatury radzieckiej, krajowej, szkolić i przygotowywać nowe kadry dla gospodarki maszynami stacyjnymi. 10) Przy sekcji wod.-kan. WZPUK utworzyć stanowisko instruktora gospodarki energetycznej z odpowiednim sprzętem pomiarowo-kontrolnym i skoordynować akcję z działalnością Inspektoratu Zakładu Zbytu Energii. Wnioski przyjęto jednogłośnie.

Po zakończeniu narady uczestnicy zwiedzili Zakłady Wodociągów i Kanalizacji m. Olsztyna.

W dniu 28 i 29.I br. Oddział zorganizował w Ostródzie kurso-konferencję dla personelu technicznego zakładów wod.-kan., której tematem było: sprawozdanie z osiągnięć i braków Zakładu Wod.-Kan. w Ostródzie; sposób gospodarowania budżetem przez kierownika Zakładu Wod.-Kan.; organizacja poboru należności za zużytą wodę przez odbiorców; rodzaje ujęć wodociągowych i ich eksploatacja; budowa i remont studzien wierconych; zagadnienia normowania pracy w wodociągach i kanalizacji; zadania kanalizacji w miastach i osiedlach.

Na zakończenie uczestnicy zwiedzili Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Ostródzie.

W dn. 25 i 26.II br. Oddział zorganizował drugą kurso-konferencję w Giżycku, której program obejmował: sprawozdanie z osiągnięć i braków Zakładu Wod.-Kan. w Giżycku; planowanie i sprawozdawczość w Zakładzie Wod.-Kan.; systemy kanalizacji w miastach i osiedlach; zagadnienie normowania pracy w wodociągach i kanalizacji; obsługa odłazaczy zamkniętych i otwartych; budowa i eksploatacja sieci kanalizacyjnej. Po ogólnej dyskusji uczestnicy zwiedzili Zakład Wod.-Kan. w Giżycku.

Usprawnienia i racjonalizacja

Tworzywa uszczelniające zamiast ołowiu

W Centralnym Laboratorium Gazownictwa, w ramach prac racjonalizatorskich, opracowano tworzywo zastępujące ołów, przy uszczelnianiu kielichowych rur gazowych.

Przeprowadzone doświadczenia w skali laboratoryjnej oraz na naziemnym zestawie rurociągu wykazały przydatność tego tworzywa dla celów praktycznych.

Tworzywo oparte jest na masie asfaltowej oraz strużkach żeliwnych z dodatkiem składników stabilizujących. Ma ono charakter masy ziarnistej formowanej w bloki.

Jest ono zbijalne i posiada dobrą przyczepność do żelaza. Stosuje się je w postaci stałej za zimno. Uszczelnianie wykonuje się za pomocą narzędzi stosowanych przy uszczelnianiu ołowiem.

Własności uszczelniające tworzywa wynikają z jednoczesnego skruszania strużek i nagrzewania masy asfaltowej pod wpływem uderzeń mechanicznych, powodując uplastycznienie masy i przyczepność do żelaza.

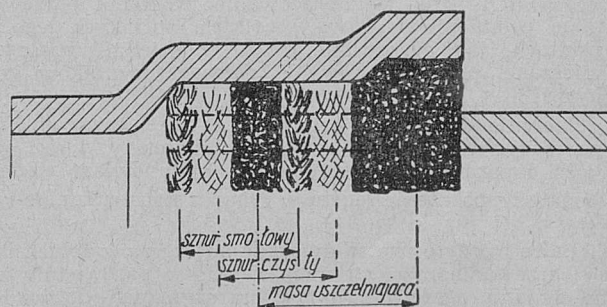
Sposób wykonania uszczelnienia polega na tym, że nakłada się w kielichu kolejno warstwę sznura smołowanego, sznura suchego i tworzywa. Każdą warstwę osobno dobrze się ubija za pomocą ubijaków i młotka. Taki układ warstw w kielichu wykonuje się dwukrotnie.

Przed wykonaniem uszczelnienia końcówki rur łączonych powinny być oczyszczone od rdzy i wilgoci.

Tworzywo, ze względu na wykorzystanie odpadów produkcyjnych, jakimi są strużki, jest bardzo tanie. Poza tym pro-

dukacja prosta, nie wymagająca żadnych specjalnych urządzeń.

W najbliższym czasie znajdzie ono już zastosowanie dla połączeń sieci niskoprężnej, uszczelnienie mogłoby również być wykorzystane przy sieci kanalizacyjnej.



Na powyższe usprawnienie Centralne Laboratorium Gazownictwa uzyskało w Urzędzie Patentowym Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej patent nr 37934.

mgr M. Fałęcki

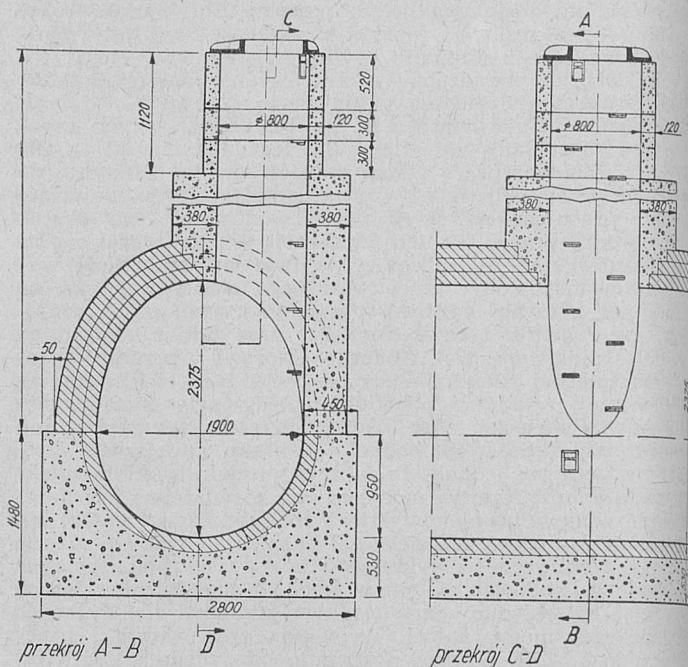
Z prasy zagranicznej

Uproszczony właz kanalizacyjny dla większych kolektorów

Włazy kanalizacyjne budujemy dziś wyłącznie typu komorowego. Inaczej mówiąc szyb włazowy, zwykle betonowy lub żelbetowy, kończy się u dołu komorą tego lub owego kształtu. Komory dolne są niezbędne i potrzebne na kanałach o wysokości poniżej 1,80 m, tj. takich, w których obsługa pracuje w postawie pochylonej. Komora podwłazowa służy jako miejsce odpoczynku, a także punkt operacyjny przy naprawach, jako miejsce na materiały oraz narzędzia. Kanały wymiarów dużych, a szczególnie burzowce, gdzie załoga obsługująca porusza się swobodnie nie wymagają stosowania włazów komorowych. Wykonanie komory dolnej formy tradycyjnej jest bardzo kosztowne, szczególnie na kanałach murowanych i wymaga personelu murarskiego o wysokich kwalifikacjach. Tymczasem, można stosować w takich przypadkach włazy typu uproszczonego, bardzo tanie i praktyczne, a nie powodujące żadnych zastrzeżeń hydraulicznych, jak to ma miejsce w komorach podwłazowych, powodujących straty spadu od kilku do kilkunastu centymetrów. Rysunek podaje konstrukcję uproszczonego włazu kanalizacyjnego na burzowcach murowanych.

Murując zostawiamy otwór w cegle stopniowany tak, jak na rysunku. Po wymurowaniu wstawiamy do otworu rdzeń drewniany i betonujemy w zwykły sposób. Skoro tylko beton zwiąże i nieco stężeje, tj. po 2—3 dniach od chwili zabetonowania, wyjmujemy rdzeń, zacieramy powierzchnię betonową i spód włazu jest gotowy. Dalej nadstawiamy komin betonowy z elementów gotowych itp.

Właz opisanego typu jest bardzo łatwy do wykonania, a kosztuje wielokrotnie taniej niż komorowy, przy czym posiada doskonałe zalety hydrauliczne.



Właz ten może być stosowany wszędzie tam, gdzie komora dolna nie jest konieczna.

mgr inż. W. Skoraszewski

Recenzje

Heid H. i Kollmar K. „Ogrzewanie przez promieniowanie“

(tłumaczenie z niemieckiego). Wydanie I „Budownictwo i Architektura“ — 1954 r.

Z dużym zadowoleniem polski świat techniczny, zainteresowany dziedziną ogrzewnictwa, przyjął wydanie książki Heida i Kollmara „Ogrzewanie przez promieniowanie“. Ogromny popyt na książkę (w księgarniach warszawskich rozsprzedano otrzymane transporty w przeciągu 2—3 dni) jest w pełni uzasadniony jej technicznymi i naukowymi walorami.

Układ i opracowanie „Ogrzewania przez promieniowanie“ czyni z książki zwartą zamkniętą całość, umożliwiającą korzystanie z materiału podanego przez autorów bez potrzeby uciekania się do innych monografii czy kalendarzy. Osiągnięto to przez:

- 1) zaopatrzenie książki w wystarczająco obszerny wstęp traktujący o zagadnieniach wymiany ciepła, oparty na najnowszych zdobyczach nauki (poparty przykładami);
- 2) dogłębne i wnikliwe opracowanie problemu ogrzewania przez promieniowanie we wszelkich możliwych jego wariantach, jak ogrzewanie sufitowe, ściennie, podłogowe, mieszane, przy zastosowaniu różnych czynników grzejnych;
- 3) dołączenie do książki czterdziestu trzech różnych tablic pomocniczych zawierających wymienione w treści wielkości i parametry fizyczne, cieplne, budowlane i inne;
- 4) bogate wyposażenie tekstu w rysunki konstrukcyjne i wykresy.

Ciekawe i pożyteczne są dyskusje autorów o zaletach i wadach ogrzewania przez promieniowanie w porównaniu z innymi typami ogrzewań, oparte na wynikach doświadczeń i umotywowane przykładami. Uwagi o fizjologicznym oddziaływaniu ogrzewania tego rodzaju na organizm ludzki będą cennym przyczynkiem w pracy nad ustalaniem konieczności względnie możliwości jego stosowania w nowo wznoszonych budowlach. Sposób podawania wiadomości jest bardzo przystępny tak, że z książki z równym pożytkiem korzystać mogą studenci wyższych uczelni technicznych na wydziałach

Inżynierii Sanitarnej, jak i inżynierowie obeznani z zagadnieniem.

Wymienione zalety książki wypukła bardzo staranne wydanie: dogodny format książki, staranne i wyraźne rysunki, fotografie i wykresy, czytelnie drukowane wzory oraz bardzo dobry przekład, będący zasługą Zakładów Wydawniczych. Cenną innowacją jest pewne przystosowanie treści i danych do naszych warunków i częste używanie „przypisów redakcyjnych“, co w dużym stopniu ułatwia korzystanie z książki.

Jedyną „wadą“ książki jest jej zbyt mały nakład. 3120 egzemplarzy to stanowczo za mało, jak na potrzeby naszego stale rozwijającego się budownictwa sanitarnego.

J. W.

Jan Wierzbicki „Zaopatrzenie w wodę i kanalizację osiedli wiejskich“ Skrypt Wrocław, 1954, PWN, str. 203 zł 12,95.

Dr inż. Jan Wierzbicki, prof. Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu opracował podręcznik pod powyższym tytułem dla studentów WSR. Jest to pierwszy podręcznik tego typu, który specjalnie omawia zagadnienia wodociągów i kanalizacji dla osiedli wiejskich.

Podręcznik zawiera 11 rozdziałów, z których b. szczegółowo omawia w części o wodociągach rozdział VI „Ujęcie wody“ VIII — „Oczyszczanie wody“ (uzdatnianie), a poza tym rozdział X — „Sieć wodociągowa“ i rozdział XI — „Urządzenia wodociągowe w wiejskich budynkach i pomieszczeniach dla inwentarza“.

W części kanalizacyjnej Autor poświęca dużo uwagi oczyszczaniu ścieków gospodarczych i przemysłowych poruszonych w 6 rozdziałach. VI—XI.

Niezależnie od powyższego, dostateczna uwaga została poświęcona wszystkim innym zagadnieniom wodociągów i kanalizacji osiedli wiejskich. Książka w dużym stopniu uwzględnia i powołuje się na źródła radzieckie i oryginalne prace polskie.

Pierwszy podręcznik poświęcony osiedlom wiejskim, jeśli nie liczyć tytułu sprzed 20 lat, stanowi cenny nabytek naszej fachowej literatury.

J. L.

Dr W. WOJCIECHOWSKA
Zakład Badawczy Ochrony Wód
przed zanieczyszczeniem w Poznaniu

Oznaczanie azotynów w wodzie i ściekach

1. Wstęp

Azotyny, jako jedne ze związków azotowych, występują w wodach powierzchniowych gruntowych, opadowych i ściekowych. Nawet woda destylowana, jeżeli dłuższy czas styka się z powietrzem, zawiera małe ilości azotynów. Należy je uważać za produkt przejściowy utlenienia związków amonowych lub redukcji azotanów. Procesy utleniania lub też redukcji związków azotowych organicznych lub nieorganicznych zachodzą przeważnie pod wpływem drobnoustrojów. Utleniania dokonują „nitrobakterie”, redukcji zaś dokonują inne bakterie, np. *vibrio cholerae*, *bacterium coli commune*. Wody powierzchniowe mogą wzbogacać się także w azotyny, np. wskutek redukcji azotanów pod wpływem promieni słonecznych, wody zaś opadowe zabierają z powietrza tlenki azotu, które powstają z azotu i tlenu w czasie wyładowań elektrycznych.

Jak z powyższych danych o powstawaniu azotynów wynika, ich obecność w wodzie nie zawsze jest wskaźnikiem zanieczyszczenia fekaliami lub ściekami przemysłowymi. Dlatego też dla sanitarnej oceny wody azotyny są bardzo ważnym wskaźnikiem w zestawieniu z dokładnymi danymi o źródle wody, np. o sposobie czerpania, o otoczeniu wraz z innymi składnikami badanej wody (chlorki, amoniak, azotany, utlenialność), gdyż same azotyny w ilościach występujących w wodzie są dla zdrowia ludzkiego nieszkodliwe.

Obecność azotynów w wodach na ogół jest niepożądaną, zwłaszcza w przemyśle włókienniczym i fermentacyjnym. W przemyśle włókienniczym mogą spowodować nie tylko zmianę barwników, lecz źle wpływać na samo włókno (wełna, jedwab — żółkną). W przemyśle fermentacyjnym azotyny mogą opóźniać scukrzanie skrobi.

Azotyny w ściekach miejskich są przejściowym produktem z rozkładu substancji azotowych organicznych (głównie ciał białkowych i mocznika). Mogą one także pochodzić z procesów redukcji azotanów znajdujących się w ściekach. Wreszcie w zupełnie świeżych ściekach nieznaczne ilości azotynów mogą pochodzić z wód opadowych (zwłaszcza w okresie burz), a także ze ścieków z zakładów przetwórczych, stosujących azotyny przy produkcji (np. masarnie, bekoniarnie).

Zasadniczo w świeżych ściekach miejskich azotyny występują w ilościach minimalnych (zwykle poniżej 1 mg/l N_{NO_2} jak również w ściekach oczyszczonych biologicznie (zmineralizowanych). W ściekach gniących, gdzie następuje rozkład beztlenowy brak azotynów.

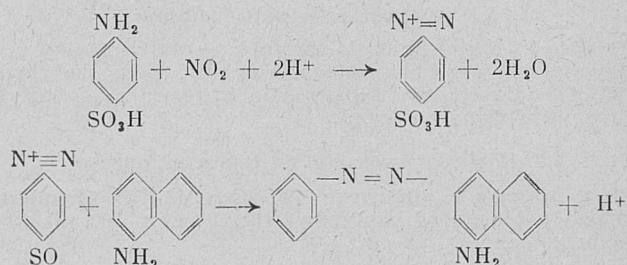
Ilości azotynów, występujące w ściekach, podobnie jak i w wodach powierzchniowych i gruntowych, nie mają większego znaczenia ani higienicznego, ani użytkowego.

Z punktu widzenia orzecznictwa, obecność azotynów w ilości ponad 1 mg/l N_{NO_2} jest dowodem będących w toku procesów mineralizacji, a w ściekach zupełnie świeżych na dopływ wód bogatszych w azotany. Równocześnie zajęto się metodami Griessa, Königa i Zambelliego. Z szeregu przeprowadzonych badań porównawczych stwierdzono, że najdokładniejszą i najdogodniejszą metodą do oznaczania azotynów w analizie seryjnej jest jednak metoda Griessa.

2. Zasada oznaczenia

Metoda Griessa stosowana do oznaczania azotynów polega na dwuazowaniu kwasu sulfanilowego (wzór).

Reakcja przebiega w dwóch etapach, w których pierwszy stanowi dwuazowanie kwasu sulfanilowego (I), drugi zaś to sprzęganie powstałego dwuazozwiązku z α — nafty-



loaminą (2). Produktem tej reakcji jest barwnik o zabarwieniu fuksynowym z odcieniem fioletowym. Metoda ta jest bardzo czuła i daje dokładne wyniki, o ile ściśle zachowane są przepisane warunki reakcji. Ważne czynniki, mające wpływ na dokładność oznaczania, to odpowiednie pH (około 3,0) i czas reakcji (1 godz.). Metoda dotąd używana nie podkreśla znaczenia pH badanego roztworu, a jako czas reakcji i dwuazowania i sprzęgania podaje 10 minut, co w badaniach seryjnych dawało wyniki niepowtarzalne, gdyż doświadczenia wykazały, że koniec reakcji ustala się po około 1 godzinie (tablica 1, 2 i 3).

Czynnikami przeszkadzającymi w tej metodzie są:
barwa wody powyżej 20 mg/l Pt
jony żelazowe w ilości powyżej 5 mg/l Fe
jony żelazawe w ilości powyżej 20 mg/l Fe.

Związki żelaza wpływają wyraźnie na zmianę powstającego zabarwienia, zwłaszcza przy dużej zawartości azotynów.

Metoda Zambelliego polega na dwuazowaniu kwasu sulfanilowego, którego dwuazozwiązek sprzęga się następnie z fenolem. Reakcję przeprowadza się w roztworze amoniakalnym, co jest niewskazane w laboratoriach wodnych.

W metodzie Königa zdwuazowany kwas sulfanilowy sprzęga się z naftolem w roztworze amoniakalnym. Metoda ta do badań seryjnych w laboratoriach wodnych została dyskwalifikowana dlatego, że badane roztwory po upływie kilku minut po zadaniu odczynników mętniały, a także zalkalizowanie amoniakiem jest niedopuszczalne w laboratoriach wodnych, gdzie równocześnie wykonuje się oznaczenia amoniaku.

Ponieważ metoda Königa nie nadaje się do badań seryjnych, dalsze próby porównawcze wykonywano już tylko nad metodami Griessa i Zambelliego. Badania wykazały, że metoda Griessa jest czulsza od metody Zambelliego (tabl. 3).

Najodpowiedniejszą metodą oznaczania azotynów w wodach jest metoda Griessa, gdyż jest czulsza od pozostałych, dogodna do badań seryjnych, gdyż barwa badanego roztworu ustalona po 1 godz. pozostaje trwała do 3 godz., a przeprowadzanie oznaczenia w roztworze kwaśnym usuwa z prac laboratoryjnych używanie tak bardzo niepożądanego amoniaku.

3. Przygotowanie odczynników

3.1. Mianowany roztwór azotynu sodowego

Rozpuścić w miarowej kolbie litrowej 0,4926 g chemicznie czystego azotynu sodowego w wodzie destylowanej i uzupełnić do kreski. 1 ml tego roztworu (I) zawiera 0,1 mg azotu w postaci azotynu (N_{NO_2}). Z tego roztworu odmierzyć 10 ml do miarowej kolby litrowej, dopełnić wodą destylowaną do kreski. 1 ml tego roztworu (II) zawiera 0,001 mg N_{NO_2} .

Z tego roztworu odmierzyć 100 ml i w miarowej kolbie litrowej uzupełnić wodą destylowaną do kreski. 1 ml roztworu (III) zawiera 0,0001 mg N_{NO_2} .

Roztwór przechowywany w chłodni nie zmienia swego koloru w ciągu 4 miesięcy.

Miano roztworu należy sprawdzić przez miareczkowanie roztworem azotynu, 1 n roztwór nadmanganianu potasowego.

3.2. Roztwór kwasu sulfanilowego

Rozpuścić 8 g chemicznie czystego kwasu sulfanilowego w około 500 ml gorącej wody, ostudzić, dolać 300 ml kwasu octowego lodowatego, uzupełnić wodą destylowaną do 1 litra i dobrze wymieszać.

3.3. Roztwór α — naftyloaminy

Rozpuścić 0,5 g chemicznie czystej α — naftyloaminy w 30 ml kwasu octowego lodowatego, uzupełnić wodą destylowaną do 100 ml. Różowe zabarwienie roztworu α — naftyloaminy nie wpływa na wynik.

3.4. Roztwór nasycony siarczanu glinowego

71 g siarczanu glinowego $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ chemicznie czystego (wolnego od azotynów) rozpuścić w 100 ml wody destylowanej.

TABLICA 1. Czas ustalania się barwy roztworu w metodzie Griessa

Lp.	N_{NO_2} mg/l	po 10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	60 min.	120 min.	U w a g i
1	0,015	0,015	0,02	0,023	0,025	0,03	0,03	Do odczytu stosowano wzorce stałe podane w Ujednoliconych Metodach Badania Wody P. Z. H.
2	0,001	0,01	0,012	0,015	0,018	0,02	0,02	
3	0,005	0,005	0,007	0,07	0,08	0,01	0,01	
4	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	

TABLICA 2.

Lp.	N_{NO_2} mg/l	0,06	0,01	0,012	0,013	0,015	0,15	U w a g i
1	0,015	0,06	0,01	0,012	0,013	0,015	0,15	Do odczytu stosowano wzorce stałe fuksynowo-gencjanowe.
2	0,01	0,003	0,005	0,006	0,007	0,01	0,01	
3	0,005	0,001	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	
4	0,001	0	0	ślady	ślady	0,001	0,001	

3.5. Roztwór wodorotlenku potasowego

68 g najczystszej wodorotlenku potasowego rozpuścić w niewielkiej ilości wody destylowanej i dopełnić do 100 ml.

Do przygotowania wszystkich roztworów należy używać świeżo przedestylowanej wody.

4. Wykonanie oznaczenia

4.1. W wodach

Do niskich cylindrów Nesslera na 100 ml wlać 100 ml wody badanej lub mniejszą ilość rozcieńczoną do 100 ml wodą destylowaną. Jeżeli barwa wody wynosi więcej niż 20, należy ją odbarwiać za pomocą przygotowanego uprzednio wodorotlenku glinowego, lub wytworzonego w reakcji siarczanem glinowym. Niewskazane jest odbarwienie za pomocą węgla aktywnego, gdyż wtedy często wyniki są od 20—60% niższe. Równocześnie należy przygotować w takich samych cylindrach Nesslera skalę wzorców.

W tym celu odmierzyć do cylindrów:

0,0; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 ml mianowanego roztworu azotynu (III),

1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 5,0; 8,0 mianowanego roztworu azotynu II i dopełnić do kreski.

Otrzymana skala wzorców odpowiada następującym ilościom mg azotu azotynowego (N_{NO_2}) w 1 litrze wody:

0,00; 0,001; 0,003; 0,005; 0,007; 0,015; 0,01; 0,02; 0,03; 0,05; 0,08.

Następnie do cylindrów z wodą badaną i wzorcami dodać po 1 ml roztworu kwasu sulfanilowego (2) i bezpośrednio potem po 1 ml roztworu alfa-naftyloaminy (3). Zawartość cylindrów należy dobrze wymieszać i po 1 godzinie porównać zabarwienie w cylindrach z wodą badaną z cylindrami wzorcowymi.

Odczytane wyniki wyrażają ilość azotu azotynowego w 1 litrze wody badanej (mg/l N_{NO_2}).

W próbach rozcieńczanych wynik należy odpowiednio pomnożyć. Przy większych ilościach oznaczeń używa się do wzorców stałych.

4.2. W ściekach

Sporządzić 5% roztwór ścieków rozcieńczając go świeżą wodą destylowaną (przy ściekach mniej stężonych — roztwór 10%). Skoagulować 200—400 ml rozcieńczonych ścieków, dodając na każde 100 ml 3 krople roztworu siarczanu glinowego (4) i 1 kroplę KOH (5). Silnie skłócić, po upływie 15 minut (lub więcej) przesączyć. 100 ml klarownego przesączu wlać do cylindra Nesslera na 100 ml.

Dalsze czynności są takie same, jak przy oznaczaniu azotynów w wodach.

5. Przygotowanie wzorców stałych

Zamiast każdorazowego przygotowywania wzorców z mianowanego roztworu azotynu, można przygotować wzorce, które są trwałe w ciągu kilku tygodni. Dotąd stosowane wzorce stałe sporządzano z roztworów chlorku kobaltowego i chlorku miedziowego. Wzorce te różniły się barwą i wzorców naturalnych, więc sporządzono je z roztworu fuksyny zasadowej i gencjany fioletowej otrzymując wzorce sztuczne, bardzo zbliżone zabarwieniem do wzorców naturalnych.

5.1. Roztwór fuksyny zasadowej

Rozpuścić 0,1 g fuksyny zasadowej w 1 litrze wody destylowanej. Z tego roztworu odpipetować 100 ml i rozcień-

TABLICA 3. Sprawdzenie czułości metod Griessa i Zambelliego

Lp.	N_{NO_2} mg/l	N_{NO_2} mg/l o- znaczono- metoda Griessa	N_{NO_2} oznaczo- ne meto- dą Zam- belliego
1	0,015	0,015	0,15
2	0,01	0,01	0,01
3	0,005	0,005	0,005
4	0,001	0,001	ślady

czyć wodą destylowaną do 1 litra. Roztwór fuksyny zasadowej powinien być przezroczysty, gdyż mętność jest wskazywaniem psucia się roztworu.

5.2. Roztwór gencjany fioletowej

Rozpuścić 0,1 g gencjany w 1 litrze wody destylowanej. Z tego roztworu odmierzyć 100 ml i uzupełnić wodą destylowaną do 1 litra.

Roztwory te w temperaturze pokojowej są trwałe około 10 tygodni. Do 11 cylindrów Nesslera na 100 ml odmierzyć wg załączonej tabelki podane ilości roztworów fuksyny zasadowej i gencjany fioletowej i dopełnić do 100 ml wodą destylowaną. Tak przygotowaną skalę wzorców stałych należy porównać ze skalą wzorców naturalnych i ewentualnie wprowadzić poprawki w ilościach fuksyny zasadowej i gencjany fioletowej.

Lp.	mg/l N_{NO_2}	Ilość ml fuksyny zasadowej	Ilość ml gencjany fioletowej
1	0,000	0	0
2	0,001	0,3	0
3	0,003	0,55	0
4	0,005	0,80	0,15
5	0,007	1,10	0,20
6	0,01	0,40	0,45
7	0,015	2,20	0,60
8	0,02	2,80	0,70
9	0,03	3,80	1,20
10	0,05	5,80	1,70
11	0,08	8,50	2,20

Ponieważ przy $pH > 6$ zabarwienie wzorców stałych zaczyna ulegać zmianie, należy do każdego cylindra z gotowym wzorcem dodać pipetą 1 kroplę stężonego kwasu octowego (p.a.).

(dokończenie na okładce)

(d. c. artykułu ze str. 128)

Intensywność zabarwienia wzorców, nie zakwaszonych w cylindrach ze zwykłego szkła, już po kilku dniach może ulec wybitnemu osłabieniu wskutek zalkalizowania cieczy przez działanie szkła. Dla zabezpieczenia wzorców stałych przed ujemnym działaniem drobnoustrojów, mogących także spowodować zmianę intensywności zabarwienia, do każdego cylindra należy dodać parę kryształków sublimatu. Wzor- ce w ten sposób przygotowane należy sprawdzać co 6 ty- godni z wzorcami stałymi.

Wzorcy należy chronić od kurzu i światła. Oznaczanie azo- tynów wykonuje się w takich samych cylindrach Nesslera, w jakich przygotowane są wzorce stałe. Cylindry Nesslera z badaną wodą po wywołaniu zabarwienia umieszcza się w komparatorze drewnianym nad białą płytą i porównuje

zabarwienie z wzorcami w świetle rozproszonym. Badanie może być dokonywane przy świetle dziennym i sztucznym.

Literatura:

1. Z. f. Untersuchung d. Nahrungs u. Genussmittel H. 9/10, B. 40, s. 225—243, 15.XI.1920.
2. Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition Vo- lume 18, No. 2, str. 96, February 1946.
3. J. Leik — Das Wasser in der Industrie und im Haushalt.
4. J. Just — Ujednolajone metody badania wody P.Z.H.
5. H. Klut — Untersuchung d. Wassers an Ort u. Stelle.

Instytut Gospodarki Komunalnej wydaje drukiem „prace badaw- cze” obejmujące tematykę z zakresu gospodarki komunalnej. W 1954 roku ukazały się 2 zeszyty „Prac Instytutu Gospodarki Ko- munalnej”, które można nabywać drogą prenumeraty w „Domu Książki” (Warszawa, Bracka 20), na zamówienia stałe, ważne do odwołania. Zeszyty są dostarczane abonentom za zaliczeniem pocz- towym.

PRZEGŁĄD TECHNICZNY — organ główny Naczelnej Organizacji Technicznej.

Nr 3/55 zawiera następujące artykuły:

- Apel do inżynierów i techników świata.
- Ocena i wytyczne naszej pracy — *prof. dr inż. W. Wierzbicki*.
- Węglowe zadania ruchu stowarzyszeń naukowo-technicznych na rok 1955 — *min. inż. B. Rumiński*.
- Tworzywa węglowe w budowie urządzeń przemysłowych — *inż. J. Synowiec*.
- Elektroniczne maszyny liczące z lampami dekatronowymi — *W. K.*
- Sytuacja i perspektywy gospodarki przemysłowymi surowcami wtórnymi, II — *inż. W. Kłopotowski, mgr L. Dobrowolski*.
- Elektryfikacja Chin Ludowych — *prof. dr inż. J. L. Jakubowski*.
- Rola Przeglądu Technicznego w rozwoju polskiej techniki, II — *dr J. Pazdur*.

Oprócz tego zeszyt zawiera: Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — Wolną Trybunę. — Sprawy organi- zacyjne NOT i stowarzyszeń. — Krytykę i bibliografię. — Kronikę. — Biuletyn CIDNT. — Przegląd Do- kumentacyjny Zagadnień Dokumentacji. — Przegląd Dokumentacyjny Metrologii.

W lipcu br. ukaże się pierwszy zeszyt czasopisma technicznego pt.
„POMIARY, AUTOMATYKA, KONTROLA”.

Czasopismo to jako jeden z organów Naczelnej Organizacji Technicznej będzie miało cha- rakter międzybranżowy i poświęcone będzie zagadnieniom metrologii technicznej, mechaniki precyzyjnej, konstrukcji drobnych, optyki, automatyki i kontroli technicznej oraz tematyce postępu technicznego, unowocześnieniu naszego przemysłu i walce o wyższą jakość produkcji.

Sposób zamawiania prenumeraty miesięcznika „POMIARY, AUTOMATYKA, KONTRO- LA” — analogiczny jak innych czasopism wydawanych przez NOT.

Prenumerata normalna półroczna wynosi	zł	54.—
„ „ „ kwartalna „ „	„	27.—
„ „ „ ulgowa półroczna „ „	„	27.—
„ „ „ kwartalna „ „	„	13,50

Cena normalna jednego egzemplarza zł 9.—, cena ulgowa zł 4,50.

Termin zgłaszania prenumeraty ulgowej na II półrocze i III kwartał 55 r. upływa dnia 1.VI.55 r., prenumeraty normalnej dnia 10.VI.55 r.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- ALBIŃSKI K.: Elektroerozyjna obróbka metali. S. 104, zł 7.50
- BARAN I.: Sztuczne oświetlenie pomieszczeń pracy. Biblioteka Ochrony Pracy. Wyd. 2. S. 107, zł 8.50
- BATRAKOW A. W., KŁOPOW A. J.: Poznaj odbiornik telewizyjny. Tłum. z ros. W. Rabęcki. Biblioteka Radiomechanika. S. 59, zł 2.50
- BIELECKI S.: Przyrządy do pomiaru ciśnienia i temperatury. Obsługa i konserwacja. Seria „Będę Fachowcem”. S. 80, zł 3.—
- KAWĘCKI F.: Frezowanie. Najprostsze roboty. Seria „Będę Fachowcem”. S. 90, zł 3.50
- KUKULSKI Z., STRZELCZYK J.: Automatyzacja generatorów gazowych. S. 76, zł 5.50
- MAZURKIEWICZ A.: Metodyka badania stanu bezpieczeństwa i higieny pracy. Biblioteczka Wykładowcy BHP. S. 56, zł 2.50
- MICHAJŁOW W. W.: Projektowanie aparatów elektrycznych wysokiego napięcia. Wyd. 2. Tłum. z ros. J. Elbaum i P. Głowacki. S. 240, zł 11.50 (opraw.)
- MISIUREWICZ E., MYSTKOWSKI A.: Napęd i sterowanie elektryczne obrabiarek. S. 265, zł 28.50 (opraw.)
- PARASZCZAK A.: Maszyny i urządzenia produkcyjne przemysłu gumowego. S. 364, zł 31.50 (opraw.)
- PIWOŃSKI T.: Formowanie za pomocą modeli uproszczonych. S. 155, zł 7.50
- RAMM W. M.: Procesy absorpcyjne w przemyśle chemicznym. Tłum. z ros. E. Górecki. S. 344, zł 36.— (opraw.)
- SIWICKI J.: Siaraczan glinowy i aluny. Produkcja i zastosowanie. S. 48, zł 2.50
- SIERGIEJEW M. A., NIKITIN P. S.: Organizacja tokarskiego stanowiska roboczego. Tłum. z ros. S. Pietkiewicz. Biblioteka Ochrony Pracy. S. 43, zł 2.—
- SZORNEL I.: Rozwalcowywanie rur kotłowych. S. 72, zł 2.50
- WIESIOŁOWSKI W. S., SZMANIENKOW I. W., NOSA-CZIEW E. W.: Urządzenia grzejne w praktyce laboratoryjnej. Tłum. z ros. F. Owidzki. S. 199, zł 16.50 (opraw.)
- ŻUKOW I. I., CHOJCHIN A. I.: Produkcja i naprawa obuwia gumowego oraz innych wyrobów gumowych. Tłum. z ros. W. Małeńczyk. S. 308, zł 17.—

Do nabycia w księgarniach technicznych DOMU KSIĄŻKI
i u kolporterów zakładowych

Wydawnictwo „Budownictwo i Architektura”

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- BALATJEW P. K.: Współczesna mechanizacja robót żelbetowych. Tłum. z ros. S. Janiszewicz. 1955, s. 74, zł 5.—
- Chemiczna ochrona budowli. Opracowali: E. Janczewski, M. Czajnik, J. Pecelik, A. Rusiecki. 1955, s. 93, zł 6.—
- CZYŻ E.: Wzory i przykłady liczbowe obliczeń statycznych. Tom 3. Instytut Techniki Budowlanej. 1955, s. 306, zł 36.—
- CZYŻ E.: Wzory i przykłady liczbowe obliczeń statycznych. Zeszyt XVI. Uzupełnił R. Czarnota-Bojarski. 1955, s. 74, zł 6.—
- DOBEK J.: Cegła wapienno-piaskowa. Surowce i proces technologiczny. 1955, s. 130, zł 12.—
- KAMLER J., KAMLER W.: Pralnie. Wyd. 2 przejrane i uzupełnione. 1955, s. 180, zł 15.50
- KAWA F.: Montaż kotłów centralnego ogrzewania. 1955, s. 84, zł 4.—
- KOJTYCH P.: Tynkowanie. 1955, s. 48, zł 2.— Seria „Będę Fachowcem”
- OBALSKI T.: Maszyny budowlane i do prefabrykacji. Część 1. Maszyny budowlane. 1955, s. 291, zł 16.—
- POGORZELSKI J.: Konstrukcje przemysłowe. Część 1. Konstrukcje drewniane. 1954, s. 215, zł 10.—
- POGORZELSKI J.: Konstrukcje przemysłowe. Część 2. Konstrukcje stalowe. 1955, s. 198, zł 12.50
- POGORZELSKI J.: Montaż konstrukcji przemysłowych. Część 1. 1955, s. 231, zł 11.—
- POGORZELSKI J.: Montaż konstrukcji przemysłowych. Część 2. 1955, s. 148, zł 8.—
- SIMAKIN B. N.: Wydobywanie gliny koparkami wieloczerpakowymi. Tłum. z ros. T. Kostecki. 1955, s. 147, zł 9.—
- SOBAŃSKI H.: Technologia materiałów podstawowych dla prefabrykacji. 1955, s. 366, zł 20.50

Do nabycia w księgarniach technicznych
DOMU KSIĄŻKI
i u kolporterów zakładowych