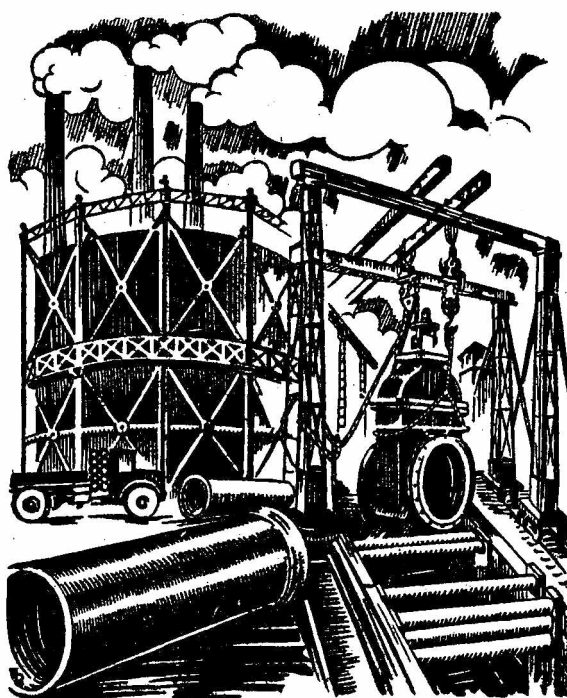


GAZ, WODA

TECHNIKA SANITARNA

— *miesięcznik* —



Nr 8

SIERPIEŃ 1954

ROK XXVIII

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA

MIESIĘCZNIK

KOMITET REDAKCYJNY:

REDAKTOR NACZELNY: MGR INŻ. HENRYK JANCZEWSKI

REDAKTOR DZIAŁU GAZOWNICTWA: MGR INŻ. ROMUALD 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 8

SIERPIEŃ 1954

ROK XXVIII

TREŚĆ

Inż. Bolesław Sperski — Problemy gazokoksowni.
Mgr inż. Janusz Girzejowski — Wymiana ciepła w gazociągach ułożonych w ziemi.
Mgr inż. Eugeniusz Górecki — Zagadnienie postępu w dziedzinie bhp przy projektowaniu wodociągów i kanalizacji.
Mgr inż. Stefan Mierzejewski — Rola i zadania energetyka w biurach projektowych budownictwa komunalnego.
W. Dziuba i J. Ostaszewicz — Sposoby określania rejonów i stopnia zagrożenia rurociągów przez prądy błądzące.

Inż. Kazimierz Bajer — Zagadnienie odprowadzenia wód powierzchniowych w miastach i osiedlach.
Mgr inż. Włodzimierz Skoraszewski — Komunalne oczyszczalnie ścieków jako fabryki nawozów humusowych.
Mgr inż. Kazimierz Skalski — Bilans tlenowy naturalnego odbiornika ścieków przemysłowych jako wskaźnik przy wyborze metody ich oczyszczania.
Z życia Organizacji
Wiadomości praktyczne
Z prasy zagranicznej
Recenzje
Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej.

СОДЕРЖАНИЕ

Инж. Б. Сперски — Проблемы газококсового завода.
Мгр инж. Я. Гиржеёвски — Теплообмен в подземных газопроводах.
Мгр инж. Э. Гурецки — Проблемы прогресса безопасности и гигиены труда при проектировании водоснабжения и канализации.
Мгр инж. С. Мержеевски — Роль и задачи энергетика в проектных конторах коммунального хозяйства.
В. Дзюба и И. Осташевич — Средства к определению районов и степени угрозы трубопроводам блуждающими токами.

Инж. К. Баер — Проблемы поверхностного водоотведения в городах и посёлках.
Мгр инж. В. Скорашевски — Коммунальные очистные станции в качестве заводов гумусных удобрений.
Мгр инж. К. Скальски — Кислородный баланс естественных приёмников промышленных сточных вод — показателем при выборе метода их очистки.
Организационная жизнь.
Практические сведения.
Из зарубежной печати.
Рецензии.
Бюллетень Института Коммунального Хозяйства.

SOMMAIRE

Ing. B. Sperski — „Problèmes de l'usine du gaz et coke”.
Mgr ing. J. Girzejowski — „Echange de la chaleur en conduites du gaz enterrées”.
Mgr ing. E. Górecki — „Progrès dans la protection du travail dans des projets des installations de l'eau et de la canalisation”.
Mgr ing. S. Mierzejewski — „Rôle et tâches d'un technicien énergétique dans des bureaux de projet de la construction communale”.
W. Dziuba et J. Ostaszewicz — „Moyens de désigner les régions et le degré de la menace des conduites par courants vagabonds”.

Ing. K. Bajer — „Comment détourner les eaux de surface dans des villes et villages”.
Mgr ing. W. Skoraszewski — „Installations communales à purifier les égouts comme fabriques des engrais humus”.
Mgr ing. K. Skalski — „Balance de l'oxygène du récepteur naturel des égouts industriels comme indicateur de la méthode de leur purification”.
Activité de l'Association.
Nouvelles pratiques.
Presse étrangère.
Critiques.
Bulletin de l'Institut de l'Administration Communale.

IN THIS ISSUE

B. Sperski, Eng. — „Gas and coke factory problems”.
J. Girzejowski, Mgr Eng. — „Heat exchange in gas pipes laid in the ground”.
E. Górecki, Mgr Eng. — „Progress in work protection when designing water supplies and canalisation”.
S. Mierzejewski, Mgr Eng. — „Tasks of an electric power technician in communal construction designing offices”.
W. Dziuba and J. Ostaszewicz — „Ways of denoting regions of piping subject to damage by stray currents”.
K. Bajer, Eng. — „Problem of turning off surface waters in towns and villages”.

W. Skoraszewski, Mgr Eng. — „Communal sewage purifying plants as humus manure factories”.
K. Skalski, Mgr Eng. — „Oxygen balance of a natural industrial sewage recipient as indicator of sewage purifying method”.
The activity of the Association
Practical news
Foreign press
Critiques
Bulletin of the Institute of Communal Administration

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

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

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego. Zam. 3503/c z dnia 21.6.54. Podpisano do druku dn. 20.7.54 r. Druk ukończono 26.7.54 r. Nakład 3750. Ark. wyd. 6,5. Form. A4. Ark. druk. 2. Pap. V kl. druk. sat. 5-B-14692

GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ę C Z N I K
O R G A N

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

Nr 8

SIERPIEŃ — 1954

ROK XXVIII

Zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy w dziedzinach gazownictwa i techniki sanitarnej



Na historycznym II Zjeździe Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej, w referacie sprawozdawczym Komitetu Centralnego PZPR, towarzysząc Bolesław Bierut stwierdził, iż w okresie ostatnich czterech lat wydatkowano na cele bezpieczeństwa i higieny pracy ponad 4115 milionów zł. W tym okresie czasu przeszkolono poważne kadry specjalistów oraz wydano cały szereg akt prawnych. Dzięki poważnym wysiłkom państwa w ciągu ostatnich czterech lat wskaźnik wypadkowości przy pracy obniżył się o ponad 37%, mimo iż w tym okresie napłynęło do przemysłu wielu robotników nowych, niedoświadczonych.

Stała troska Partii i Rządu sprawiła, że w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy możemy poszczycić się poważnymi osiągnięciami.

W interesujących nas branżach, tj. w dziedzinie gazownictwa i techniki sanitarnej ostatnie cztery lata były latami, w których poczyniliśmy b. poważne postępy.

W gazownictwie podległym Centralnemu Zarządowi Gazownictwa nakłady na bhp z 2612000 zł w roku 1951 wzrosły w 1954 do 6304000 zł, a więc o ok. 141% więcej. Równocześnie bardzo poważnie zmniejszyły się wskaźniki wypadkowości. Jeśli za 100% przyjmujemy wypadki zanotowane w 1951 r., to w roku 1954 wypadkowość wyniosła: dla wypadków śmiertelnych 50%, bardzo ciężkich 0%, ciężkich 16% i lekkich 23%. Przedstawione dane wskazują na bardzo poważną poprawę.

W resorcie gospodarki komunalnej nakłady na bhp w Centralnym Zarządzie Przedsiębiorstw Urządzeń Komunalnych wzrosły z 18938400 zł w roku 1953 do 28823000 zł w roku 1954, a więc ponad 35%. Należy zauważyć, że wskaźnik wypadkowości w resorcie gospodarki komunalnej na przestrzeni ostatnich pięciu lat obniżył się o ok. 30%.

W ostatnim okresie w Ministerstwie Gospodarki Komunalnej główny wysiłek został położony na szkolenie w zakresie bhp personelu inżynieryjno-technicznego. Przeszkolono ogółem 583 kandydatów na samodzielne stanowiska inżynierów i techników bhp oraz kierowników zakładów pracy w okresie od 12.X.1953 r. do 30.III.1954 r. na 9 kursach w Centralnych Ośrodkach Szkoleniowych w Bytomiu i Łodzi.

Ponadto, zgodnie z zarządzeniem Ministra Gospodarki Komunalnej z dn. 4.II.1954 r. przystąpiono w przedsiębiorstwach miejskich do szkolenia pracowników inżynieryjno-technicznych tych przedsiębiorstw na specjalnych kursach bhp. O intensywnym przebiegu szkolenia w resorcie gospodarki komunalnej świadczy fakt, że na kursach wewnątrzzakładowych w pionie CZMPRB przeszkolono 4500 pracowników w pionie CZPUK — 1500, a w pionie CZBM — 6000 osób.

Dzięki intensywnej pracy w dziedzinie wodociągów MGK przeszkolilo już cały personel inżynieryjno-techniczny łącznie z majstrami. Należy przy tym zauważyć, że nakłady na bhp w 1953 r. w dziedzinie wodociągów zostały wykorzystane w 103,7%, a w gazownictwie miejskim w 96,5%.

Mimo tych wyników stan bezpieczeństwa i higieny pracy wciąż jeszcze nie może być uznany za zadowalający. Wymaga on niestąbnących wysiłków, wymaga stałej mobilizacji załóg przedsiębiorstw, inteligencji technicznej, kierownictwa zakładów, związków zawodowych i organizacji partyjnych. Zgodnie z uchwałami II Zjazdu zostają zwiększone wydatki na nakłady finansowe na polepszenie warunków bezpieczeństwa i higieny pracy. Obowiązkiem wszystkich członków i aktywistów naszego stowarzyszenia na każdym stanowisku jest stała i nieustępliwa walka o celowe wydatkowanie tych nakładów, stała staranność i zapobiegliwość w polepszaniu warunków bezpieczeństwa pracy oraz w uświadamianiu robotników.

Zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy winny się stać, obok naszych codziennych obowiązków zawodowych, obowiązkiem społecznym każdego z nas, obowiązkiem zmierzającym do podnoszenia na wyższy poziom walki o ochronę zdrowia jak najszerszych rzesz pracowników przedsiębiorstw, w których pracujemy.

Inż. BOLESŁAW SPERSKI

Problemy gazokoksowni

1. Warunki powstania gazokoksowni

W ostatnich czasach dla pewnej kategorii zakładów przemysłowych, produkujących gaz metodą odgazowania węgla, przyjęła się nazwa gazokoksowni. Znaczenie tej nazwy nie jest jednak zupełnie wyraźnie sprecyzowane i można je rozumieć dość dowolnie. Wiadomo bowiem, że wszystkie gazownie, produkujące gaz metodą odgazowania węgla, produkują również koks i że w obecnych warunkach techniczno-ekonomicznych w przemyśle gazowniczym nie rozróżniamy już produktów głównych i ubocznych (1), jak to czyniono dawniej, gdyż wszystkie produkty mają równorzędne znaczenie w gospodarstwie narodowym, jako cenne paliwa lub surowce chemiczne. Wobec tego nazwą gazokoksowni można by objąć wszystkie tego rodzaju gazownie bez wyjątku, w odróżnieniu od gazowni produkujących gaz innymi metodami, np. metodą zgazowania pod ciśnieniem, a więc nie produkujących koksu. Taka definicja nie byłaby jednak zgodna z powszechnie przyjętym znaczeniem słowa koksownia, przez które rozumie się zakłady produkujące wysokowartościowy koks metalurgiczny i nie może być wobec tego przyjęta. Nazwy gazokoksowni nie można również przypisać wszystkim zakładom produkującym równocześnie koks metalurgiczny i gaz; musiałaby ona objąć prawie wszystkie koksownie, gdyż każda nowoczesna koksownia produkuje obok koksu również gaz, co najmniej na potrzeby własne i sąsiednich zakładów metalurgicznych. W literaturze międzynarodowej nie przyjęto jednak, by tego rodzaju zakłady nazywać gazokoksowniami (2).

Łatwiej można odpowiedzieć na pytanie, jakim zakładom przysługuje właściwie nazwa gazokoksowni, zestawiając krótki przegląd zadań gazownictwa i koksownictwa w świetle ich rozwoju historycznego. Gazownictwo i koksownictwo stanowiły przez długie lata zupełnie odrębne gałęzie przemysłu, mające mało wspólnego zarówno pod względem celu swej działalności, jak i metod pracy oraz stosowanych urządzeń. Rozwój ich szedł początkowo zupełnie odmiennymi drogami. Różnice między obu gałęziami przemysłu zaczęły się jednak stopniowo zacierać od chwili, gdy postęp techniki umożliwił wykorzystanie na szerszą skalę dla celów grzewczych najważniejszych produktów ubocznych: gazu koksowniczego i koksu gazowniczego.

Aby umożliwić zastosowanie gazu koksowniczego do zasilania sieci miejskich, musiały koksownie zastosować, praktykowane dawniej wyłącznie w gazowniach, dokładne oczyszczanie gazu i przyjąć z gazownictwa odpowiednią do tego celu aparaturę, którą następnie częściowo zmodyfikowano i dostosowano do potrzeb zakładów o dużej produkcji, jakimi są koksownie. Poza tym w celu zwiększenia ilości gazu na sprzedaż zastosowały koksownie ogrzewanie pieców gazem generatorowym, podobnie jak to było praktykowane w gazowniach.

Równocześnie wzrastało zapotrzebowanie na dobry koks opałowy, co wobec trudności zaopatrywania się w dobrze spiekający się węgiel skłoniło gazownie do przyjęcia z przemysłu koksochemicznego metod, zmierzających do polepszenia jakości produkowanego koksu: mielenia węgla i stosowania mieszanek węglowych, a w przypadku gazowni o dużej produkcji — do zastosowania pieców typu koksowniczego, opalanych gazem generatorowym, przy czym wobec okresowych wahań poboru gazu stosowano niekiedy opalanie pieców gazem mocnym.

Główne urządzenia produkcyjne tego rodzaju wielkich zakładów i ich metody pracy nie wykazują zasadniczych różnic, wobec czego wszystkie one mogą być zaliczone do gazokoksowni. Znaczna jednak ilość koksowni oczyszcza gaz tylko częściowo, wobec czego nie nadaje się on do zasilania sieci miejskiej. Również duża ilość koksowni oddaje tylko nieznaczną część swego gazu dla celów zaopatrzenia sieci miejskiej, przy czym dokładne oczyszczanie jego odbywa się często w osobnych zakładach. Ale nawet między przeciętną gazownią, opartą na produkcji gazu w piecach koksowniczych i koksownią, produkującą gaz oczyszczony w stopniu wymaganym przez normy dla gazu miejskiego, zachodzą pewne różnice. Wynikają one zarówno z nieco odmiennych wa-

runków pracy, jak i z od dawna zakorzenionych, odrębnych zwyczajów.

O różnicach tych będzie mowa niżej. Tymczasem, na podstawie powyższych rozważań, wydaje się słuszne określenie gazokoksowni jako zakładu, który produkuje gaz węglowy lub mieszany, oczyszczony w stopniu wymaganym przez normy dla gazu miejskiego, dla celów zasilania sieci miejskich lub celów przemysłowych i który stosuje do produkcji gazu surowego urządzenia i metody stosowane w koksowniach, zapewniające otrzymanie dobrego koksu opałowego lub metalurgicznego.

2. Wybór systemu pieców

Piece koksownicze weszły w użycie w gazownictwie bardzo dawno, jeszcze przed zastosowaniem pieców pionowo-komorowych. Pierwszą gazownię tego systemu wybudowano w r. 1909 w Insbrucku (3). W ostatnich dziesięcioleciach pobudowano bardzo dużo piecowni koksowniczych w gazowniach, tak że obecnie gazownie, prawie wszystkich wielkich miast Europy i znacznej części średnich, posiadają piece koksownicze, są więc gazokoksowniami. Również wszystkie wielkie gazownie, będące w budowie lub rozbudowie, albo wybudowane i uruchomione w ostatnich latach, jak np. gazownie: Berlin — Mariendorf (4), Paryż — Południe (5), Hamburg — Grasbrock (6), Stuttgart (7), Budapeszt (8) itp. są gazokoksowniami.

Wybór pieców koksowniczych dla dużych gazowni podyktowany był nie tylko koniecznością produkcji koksu dobrej jakości, o czym była mowa wyżej, decydowały tu przede wszystkim koszty ruchu, które dla tego systemu pieców przy dużej produkcji gazu kształtują się bardzo korzystnie. Jak wiadomo, koszty ruchu maleją na ogół ze wzrostem przestrzni odgazowania (9) i zależą w największym stopniu od kosztów podpału, obsługi, konserwacji i amortyzacji pieców. Jak wykazuje wieloletnie doświadczenie, wielkie piece pionowo-komorowe (koksownicze) należą do najekonomiczniejszych pod względem zużycia ciepła, gdyż wykazują najmniej wskaźnik zużycia podpału ze wszystkich pieców stosowanych w gazownictwie. Zawdzięczają to nie tylko dobrze rozwiązanej konstrukcji grzewczemu, lecz, przede wszystkim, wielkim wymiarom komór, co przyczynia się do zmniejszenia strat ciepłych. Niskie koszty obsługi pieców koksowniczych przypisać należy tylko daleko posuniętej mechanizacji, bowiem sama konstrukcja komór nie sprzyja uproszczeniu ładowania węgla i wyładowania koksu. Z tego powodu pod względem obsługi piece koksownicze tylko dorównują piecom pionowo-komorowym. Co do kosztów konserwacji i amortyzacji, to z jednej strony na zwiększenie tych kosztów wpływa w znacznym stopniu konieczność utrzymania skomplikowanych i kosztownych urządzeń mechanicznych, z drugiej zaś strony w znacznie większym stopniu przyczynia się do obniżenia kosztów ruchu trwałość pieców koksowniczych, dzięki której przy prawidłowej eksploatacji mogą one pozostawać w ruchu bez kapitalnego remontu co najmniej 20 lat (10), co przekracza przynajmniej dwukrotnie okres pracy pieców gazowniczych innych systemów. Konieczność stosowania skomplikowanych i kosztownych urządzeń mechanicznych oraz duże wymiary i, co za tym idzie, duża produkcja komór, przy której zachowanie jednakowych własności gazu możliwe jest tylko przez utrzymywanie w ruchu dużej ilości komór, albo dużych zbiorników wyrównawczych, są przyczyną tego, że piece koksownicze nie są odpowiednie dla średnich i małych gazowni o produkcji poniżej 100 000 m³/24 g. Natomiast dla wielkich miast o dużym zapotrzebowaniu gazu, które znajdują się w warunkach sprzyjających zaopatrzeniu gazowni w odpowiedni węgiel i zapewniających zbyt wysokogatunkowego koksu, gazokoksownie są prawdopodobnie najodpowiedniejszym typem gazowni. Charakterystykę liczbową pieców koksowniczych w porównaniu z piecami gazowniczymi zestawiono w tablicy 1.

Obecnie znana jest duża ilość systemów pieców koksowniczych, z których wiele ma zastosowanie praktyczne. Piece koksownicze stosowane w gazokoksowniach zasadniczo nie różnią się od pieców stosowanych w koksowniach.

Tablica 1

Rodzaj pieców	Podpał koksowy		Roboczość na 10000 m ³ gazu na 24 godz.	Użytek gazu m ³ /t	Ładunek komory ton	Produkcja ga- zu z jednej ko- mory m ³ /24 g.
	na 1 t węglu sur.	na 1000 m ³ gazu				
Retortowe z gene- ratorem wbudowa- nym	180	600	135	300	0,15	270
Pionowo-komorowe z generatorem cen- tralnym	132	260	18	470	5	4700
Koksownicze	84	240	18	350	10	7000

Jedynie pod względem wymiarów piece stosowane w gazokoksowniach nie dorównują największym piecom koksowniczym o wysokich komorach (2 str. 208). Ponieważ w gazowniach pożądana jest na ogół jak największa produkcja gazu na zbyt, powinny być stosowane oczywiście wyłącznie piece dwugrzewne, które można ogrzewać dowolnie gazem z generatorów centralnych lub gazem mocnym. Przy wyborze systemu pieców koksowniczych dla gazokoksowni kierujemy się na ogół tymi samymi wytycznymi, co przy wyborze pieców dla koksowni. Obok innych zwykłych wymagań, jakie stawia gazownictwo piecom wytwórczym, jak np. prostota konstrukcji, łatwość obsługi, korzystne wskaźniki techniczno-ekonomiczne itp., duże znaczenie dla produkcji dobrego koksu i dla prawidłowego ruchu pieców ma równomierne ogrzewanie całej masy koksu. Temu zagadnieniu poświęcili konstruktorzy dużo wysiłku, wprowadzając szereg ulepszeń systemu grzewczego pieców, pozwalających w mniejszym lub większym stopniu rozwiązać to zagadnienie.

Największym wzięciem w ostatnich czasach cieszą się piece dwugrzewne systemu Koppersa z kołowym obiegiem spalin, chociaż nie są to jedyne piece koksownicze stosowane w gazokoksowniach. Doskonałość tych pieców polega na dobrze przemyślanej konstrukcji szczegółów i prostocie budowy, a przede wszystkim na równomiernym ogrzewaniu komór wżwyż, co zawdzięcza się kołowemu obiegowi spalin. Ta ostatnia i największa zaleta ma jednak największe znaczenie przy ogrzewaniu pieców gazem mocnym, dającym krótki płomień, przy ogrzewaniu zaś gazem generatorowym, jak to zwykle się dzieje w gazowniach, schodzi na plan dalszy. Pomimo to, najnowsze piecownie w gazokoksowniach mają właśnie piece systemu Koppersa z krążącym obiegiem spalin. Na tej samej zasadzie oparte, choć nieco inne, rozwiązanie systemu grzewczego posiadają piece radzieckie nowszej konstrukcji „Giprokoks“ (11).

Jak wiadomo, prawidłowy ruch (wypychanie) pieców koksowniczych jest możliwy tylko przy stosowaniu odpowiednich, dobrze spiekających się węgli koksujących, nie odznaczających się zbyt dużym ciśnieniem rozprężania lub właściwych mieszanek, dających dobrze spieczony koks. W skład tych mieszanek wchodzi pewne ilości uszlachetniających dodatków pod postacią dobrych węgli koksujących, których regularna dostawa musi być zapewniona.

Ze względu na deficyt właściwych węgli koksujących piece powinny być przystosowane do pracy systemem ubijającym i powinny być zaopatrzone w nowoczesne urządzenia do rozdrabniania, mielenia, dozowania i mieszania różnych gatunków węgla. Już przy projektowaniu gazokoksowni musi być dokładnie przeanalizowane zagadnienie zbytu koksu oraz zaopatrzenia się we właściwe gatunki węgla. (26).

3. Produkcja gazów pomocniczych

Ogrzewanie pieców w gazokoksowniach odbywa się w odróżnieniu od koksowni zasadniczo wyłącznie przy pomocy gazu słabego. Jednak wiele koksowni, jak to już wyżej wspomniano, przechodzi również na ten system w celu uzyskania większej ilości gazu na zbyt, a gazownie w okresie zmniejszonego odbioru gazu mogą się również znaleźć wobec konieczności ogrzewania pieców gazem mocnym (12). Stąd wyżej wspomniana konieczność stosowania pieców dwugrzewnych. Jako gazu słabego do opalu pieców używa się zwykle

gazu generatorowego, otrzymywanego w generatorach centralnych z koksu drobnego 10—40 mm, jednak używane bywają do tego celu także i inne gazy, jak np.: gaz wielkopiecowy (w koksowniach), gaz wodny (gazokoksownia Paryż-Południe (5), gaz generatorowy z węgla brunatnych (gazokoksownia Budapeszt (8) itp. Stosowanie do opalu pieców gazu generatorowego z węgla nie spiekających się, węgla brunatnych lub miału koksowego, może mieć na celu zaoszczędzenie większej ilości koksu na sprzedaż. Ma to szczególne znaczenie, gdy np. tak jak w gazowni budapeszteńskiej, gaz i koks produkuje się z węgla importowanych, a gaz generatorowy do opalu pieców — z lignitów krajowych (8).

Ponieważ gaz węglowy z pieców koksowniczych ma ciepło spalania około 4500 kcal/Nm³, aby można go było użyć jako gaz miejski, należy go odpowiednio rozcieńczyć gazem słabym. Wytwarzanie gazu wodnego w komorach poziomych jest możliwe i bywa stosowane w praktyce (13). Parę wodną wprowadza się do komory albo kanalikami umieszczonymi w kształtkach dolnej części ścian komorowych, albo przy pomocy różnego kształtu i różnych wymiarów rur, wprowadzonych przez otwory w drzwiach komorowych lub pokrywach otworów zasypowych. Jednakże warunki wytwarzania gazu wodnego w komorach pieców koksowniczych są niekorzystne z powodu małej wysokości komór. Dlatego częściej dodaje się do gazu węglowego gaz wodny, wytworzony w osobnych urządzeniach. Gaz wodny bywa zwykle wytwarzany z koksu, można jednak w celu zwiększenia ilości koksu na sprzedaż zaprojektować generatory na węgiel płomienny lub brunatny. Rozcieńczanie gazu koksowniczego gazem generatorowym, jak to bywa niekiedy praktykowane, jest niewskazane ze względu na dużą zawartość gazów niepalnych i małą szybkość zapłonu gazu generatorowego.

Gazokoksownie stają często wobec problemu przystosowania swej produkcji do zmieniającego się w bardzo szerokich granicach poboru gazu i zapotrzebowania koksu w różnych porach roku. Piece gazownicze i koksownicze nie są przystosowane do zmiennej produkcji. Przeciążenie pieców odbija się bardzo niekorzystnie na ich trwałości, a niepełne obciążenie — na kosztach ruchu, okresowe zaś uruchamianie i odstawianie pieców jest w ogóle niemożliwe. Gazownie narażone na zmienny odbiór gazu, względnie koksu, radzą sobie w ten sposób, że w okresie zmniejszonego zapotrzebowania gazu lub zwiększonego zapotrzebowania koksu przechodzą na ogrzewanie pieców oraz ewentualnie i kotłów parowych gazem mocnym (12). Nie jest to ekonomiczny sposób i zalecać go można tylko w wypadkach wyjątkowych. Natomiast w okresie zwiększonego zapotrzebowania gazu przy pełnym obciążeniu piecowni, ogrzewanej gazem słabym, uzupełnia się produkcję gazu przez uruchomienie dodatkowych generatorów na gaz wodny, karburizowany lub dwugaz oraz niekiedy przez dodatek smoły lub oleju do węgla wsadowego. Przykładem daleko idącego przystosowania się gazowni do zmiennego oddania gazu może być gazownia Grasbrook w Hamburgu, która dzięki zastosowaniu wyżej podanych sposobów może z łatwością zmieniać swą dobową produkcję gazu w granicach 250 000 do 1 000 000 m³ (6 str. 490).

W naszych warunkach szczególnie odpowiednimi urządzeniami do pokrywania niedoborów gazu w okresie zwiększonego oddania są generatory na dwugaz, jako urządzenia stosunkowo proste, łatwe w obsłudze i dające się szybko uruchomić i wyłączyć z ruchu, a produkujące przy tym stosunkowo wysokokaloryczny gaz z mniej deficytowych węgli nie spiekających się.

4. Oczyszczanie gazu

Zagadnienie oczyszczania gazu jest, jak to już wyżej wspomniano, inaczej traktowane w gazokoksowniach i koksowniach. W koksowniach, nie oddających gazu do sieci miejskich i nie przesyłających go na odległość w rurociągach pod ciśnieniem, wymaga się tylko oczyszczenia gazu ze smoły, naftalenu i wody pogazowej przez kondensację w chłodniach oraz z mgły smołowej i amoniaku. Dalsza część naftalenu jest wmywana przy pomocy oleju płuczkowego przy okazji odbenzolowania gazu. Jeżeli gaz ma być używany dla celów metalurgicznych, wówczas konieczne jest jeszcze częściowe usunięcie siarkowodoru. Gazokoksownie oczyszczają gaz dokładniej i bardziej wszechstronnie, stosując oprócz wyżej wymienionych metod stosowanych w koksowniach jeszcze usuwanie naftalenu, cyjanowodoru i siarkowodoru w specjalnych urządzeniach. Górną granicę zawartości zanieczyszczeń w gazie miejskim określają normy, nieco odmienne w różnych krajach i obejmujące zwykle tylko najważniejsze zanieczyszczenia. Według literatury gazowniczej

zanieczyszczenia gazu nie powinny przekraczać następujących granic (14):

amoniak 0,005 g/m³,
siarkowodor usunięty ilościowo (w sieci wysokoprężnej 0,02 g/m³),
naftalen $\frac{0,05}{p}$ g/m³ (p — ciśnienie robocze w at.),
gazy niepalne (CO₂ + N₂) — 12% objęt.,
cyjanowodor 0,15 g/m³,
siarka organiczna 0,25 g/m³,
tlenki azotu 0,2 cm³/m³.

Gazokoksownie często nie ograniczają się do oczyszczania gazu z zanieczyszczeń podawanych zwykle w normach i w stopniu wymaganym przez te normy, względnie osiągalnym w klasycznych metodach oczyszczania gazu, lecz dążą do możliwie jak najdalej posuniętego oczyszczania z wszelkich szkodliwych zanieczyszczeń przez stosowanie specjalnych metod bardzo dokładnego oczyszczania gazu (określanego w niemieckiej literaturze słowem „Feinreinigung“).

Chłodzenie gazu w gazowniach odbywa się zasadniczo tymi samymi metodami co w koksowniach. Występują tu niekiedy pewne różnice związane z większymi ilościami gazu przerabianego zwykle w koksowniach i z przyzwyczajeniami, które z tym się łączą. Koksownie używają zwykle chłodników pionowo-rurowych, jako prostych w budowie i łatwiejszych do naprawy i oczyszczenia, albo chłodników bezpośredniego działania. W gazokoksowniach spotykamy często chłodniki intensywnego działania z rurami poziomymi. Jeżeli chodzi o zagadnienie szybkiego, czy stopniowego chłodzenia gazu, to zdaje się, że zostało już ono rozstrzygnięte całkowicie i ostatecznie na korzyść chłodzenia szybkiego (15).

Do odsmalania i przetłaczania gazu używają gazownie i koksownie na ogół tych samych urządzeń. Wybór systemu urządzeń zależy w znacznym stopniu od wielkości produkcji. Dokładne odsmalanie jest bardzo pożądane również w koksowniach, choćby ze względu na czystość otrzymywanego siarczanu amonu i oszczędność oleju płuczkowego w benzołowni.

Różnice w urządzeniach do wymywania amoniaku z gazu polegają na tym, że w koksowniach prawie zawsze produkuje się siarczan amonu metodą pośrednią, a w gazokoksowniach — częściej stężony roztwór amoniaku w wodzie. Obecnie różnice te są raczej pozostałościami z dawnych czasów, kiedy w środowiskach, w których działały gazownie, łatwiej było o zbyt stężonego roztworu amoniaku, mającego wielorakie zastosowanie (16). Do usuwania naftalenu używają gazokoksownie osobnych płuczek i urządzeń. Cyjanowodor bywa częściowo usuwany łącznie z siarkowodorem w skrzyniach lub odsiarczania lub w specjalnych płuczkach, w których gaz przemywa się roztworem siarczanu żelazowego lub wielosiarczku amonu (16, str. 220).

Dopuszczalna zawartość siarkowodoru w oczyszczonym gazie koksowniczym wynosi 7 g/m³. Jeżeli gaz ten ma być użyty dla celów metalurgicznych, wówczas konieczne jest jego częściowe oczyszczenie z siarkowodoru do zawartości siarki 1 — 3 g/m³ (16, str. 207). Ten stopień oczyszczenia gazu można z łatwością osiągnąć przy pomocy metod mokrych, stosowanych na wielką skalę w koksowniach, zwłaszcza w USA.

Praktycznie całkowite oczyszczenie gazu z siarkowodoru niezbędne jest w przypadku stosowania gazu do zasilania sieci miejskich, a więc dla celów bytowych oraz dla takich procesów i gałęzi przemysłu jak: przemysł syntetyczny, konwersja, uwodornianie, ochładzanie gazu do niskich temperatur, napęd silników, zaopatrzenie stacji tankowania itp. Dla tych celów oczyszczanie ogólnie stosowanymi metodami mokrymi nie wystarcza i gaz trzeba dodatkowo doczyszczać metodami suchymi. Jedynie niektóre, rzadko stosowane metody mokre pozwalają na dokładne oczyszczenie gazu. Między innymi zastosowano ostatnio w gazokoksowni w Moguncji nową, obiecującą metodę odsiarczania gazu w dostatecznym stopniu (0,006 g/m³) znaną pod nazwą „Perox“ (17). W Europie metody mokre są mało rozpowszechnione i gazokoksownie oczyszczają gaz w zwykłych skrzyniach do odsiarczania, prostokątnych lub okrągłych, a w przypadku produkcji ponad 300 000 m³/24 g — w oczyszczalnikach wieżowych. Metodę usuwania siarkowodoru przy pomocy węgla aktywowanego, jako zbyt kosztowną, stosuje się tylko do oczyszczania gazu dla celów specjalnych (synteza).

5. Specjalne metody dokładnego oczyszczania gazu

Wieloletnie doświadczenia w eksploatacji sieci gazowych wykazują, że oczyszczanie gazu przy pomocy metod klasycz-

nych ze smoły, naftalenu i cyjanowodoru okazuje się często niewystarczające. Poza tym metody te nie prowadzą do oczyszczenia gazu z takich zanieczyszczeń jak: para wodna, siarka organiczna i tlenki azotu. Obecność w gazie pozostałych zanieczyszczeń, względnie ich śladów, prowadzi z biegiem czasu do korozji, względnie do zanieczyszczenia i zatkania przewodów i urządzeń gazowych. Powstałe wskutek tego zaburzenia w sieci i w działaniu przyborów są bardzo dokuczliwe, a usuwanie ich — trudne i kosztowne. Dlatego niektóre gazownie i gazokoksownie starają się usunąć nawet ślady szkodliwych zanieczyszczeń przez uintensywnienie metod dotychczas stosowanych albo przez zastosowanie metod specjalnych.

Do dokładnego usuwania mgły smołowej dysponują gazownice względnie prostym i tanim, a bardzo skutecznym środkiem, jakim są elektrofiltry, stosowane coraz powszechniej zarówno w gazowniach, jak i koksowniach, zamiast dawniej używanych aparatów o działaniu mechanicznym. Urządzenia te należą do najbardziej doskonałych urządzeń oczyszczających w gazownictwie do oczyszczania gazu, gdyż pozwalają na 99,5-procentowy stopień oczyszczenia.

Dokładne usuwanie naftalenu, cyjanowodoru, pary wodnej, siarki organicznej i tlenków azotu jest typowym problemem gazowniczym. Szczególne znaczenie ma usuwanie naftalenu, zwłaszcza przy przesyłaniu gazu na odległość. Spośród szeregu opracowanych metod usuwania resztek naftalenu, najdoskonalszą pod względem stopnia oczyszczenia gazu jest metoda węgla aktywowanego. Cyjanowodor zostaje usunięty w dostatecznym stopniu w wyżej wspomnianych płuczkach specjalnych. Osuszanie gazu daje znaczne oszczędności w eksploatacji sieci i bywa uskuteczniane przy pomocy różnych urządzeń opartych na zasadzie sprężania, ochładzania (18), absorpcji (19) lub adsorpcji (20). Wielkie nadzieje pokładano niegdyś w metodzie ochładzania gazu do niskich temperatur metodą Lenzego, jako metodzie prowadzącej do doskonałego oczyszczenia gazu ze smoły, naftalenu i amoniaku. Jak się okazało, metoda ta daje wprawdzie dobre wyniki, ale nie w tym stopniu, jak przypuszczano. Natomiast do osuszania gazu metoda Lenzego bywa stosowana z zupełnym powodzeniem (18). Ochładzanie do bardzo niskich temperatur, poniżej — 190°, stosuje się wyłącznie w celu oddzielenia z gazu koksowniczego wodoru dla celów syntezy i wymaga zresztą uprzedniego oczyszczenia gazu zwykłymi metodami. Usuwanie siarki organicznej bywa rzadko praktykowane. Spośród różnych znanych metod usuwania siarki organicznej, warto wymienić nową metodę węgla aktywowanego, wymagającą zastosowania specjalnych gatunków węgla (21).

W ostatnich czasach nabrało znaczenia oczyszczanie gazu z tlenków azotu, jako zanieczyszczeń będących przyczyną powstawania w gazie ciał żywicowatych, powodujących uciążliwe zatykania wąskich przełotów różnych urządzeń i przyborów gazowych. Usuwanie tlenków azotu jest szczególnie pożądane wtedy, gdy do sieci oddaje się gaz osuszony oraz gdy regenerację masy do odsiarczania przeprowadza się wewnątrz oczyszczalników, w tych warunkach bowiem stwierdzono wzmożone wydzielanie się żywicy w sieci. Częściowe usuwanie tlenków azotu można osiągnąć w skrzyniach do odsiarczania gazu przez odpowiednie ich prowadzenie. Istnieją jednak specjalne metody usuwania tlenków azotu. Z metod tych, jako najdoskonalsza, na wzmiankę zasługuje zastosowana niedawno w Ameryce metoda elektryczna, pozwalająca na zmniejszenie w gazie zawartości tlenków azotu do 0,006 cm³/m³ gazu, czyli w 99% (16, str. 226).

Wszystkie wyżej wspomniane metody wymagają osobnych, dość skomplikowanych urządzeń i są dlatego kosztowne i kłopotliwe. Ten sam cel w stosunku do niektórych najważniejszych zanieczyszczeń można w znacznym stopniu osiągnąć stosując, oprócz zwykłych metod oczyszczania gazu, oczyszczanie przy pomocy węgla aktywowanego, które można prowadzić równocześnie z odbenzolowaniem gazu.

Metoda odbenzolowania gazu przy pomocy węgla aktywowanego nie przyjęła się w koksownictwie głównie z powodu konieczności starannego oczyszczenia gazu ze smoły, naftalenu i siarkowodoru przed poddaniem go procesowi adsorpcji. W gazokoksowniach jednak, gdzie gaz musi być jak najdokładniej oczyszczony, stosowanie metody węgla aktywowanego do odbenzolowania jest bardzo pożądane, gdyż pozwala na całkowite usunięcie z gazu pozostałych śladów naftalenu, siarkowodoru i smoły oraz w znacznym stopniu siarki organicznej (50—80%), cyjanowodoru (40—80%), amoniaku (90—100%) i tlenków azotu (30—60%) (22).

6. Postęp techniczny

Piece koksownicze nie uległy w ostatnich czasach żadnym rewelacyjnym ulepszeniom. Również w najbliższej przyszłości trudno oczekiwać jakichś istotnych zmian w ich budowie (27, str. 222). Rozwój urządzeń produkcyjnych w gazownictwie poszedł raczej w kierunku wynalezienia nowych metod produkcji gazu nie związanych z produkcją wysokowartościowego koksu (zgazowanie pod ciśnieniem w obecności tlenu (23), zgazowania paliw małowartościowych (24), metoda LR odgazowania i zgazowania (25). Postęp techniczny w produkcji gazo-koksochemicznej przejawia się w ostatnich czasach w dążeniu do jak najdalej posuniętej mechanizacji pracy, automatyzacji regulowania procesów produkcyjnych i wprowadzania ruchu ciągłego przy przeróbce produktów ubocznych tam, gdzie poprzednio był ruch przerywany (16, str. 24—28).

Spośród nowoczesnych urządzeń pomocniczych, mniej lub więcej znanych w gazownictwie a zastosowanych w gazo-koksowniach niemieckich, ostatnio rozbudowywanych i modernizowanych, wymienia literatura fachowa między innymi następujące (6, 7):

Automatyczne, elektryczne zabezpieczenie prawidłowego ustawienia wypycharki, wozu przelotowego i gaśniczego przed rozpoczęciem wypychania.

Automatyczna obsługa i zabezpieczenie ruchu taśmowych urządzeń transportowych dla węgla i koksu.

Zastosowanie rejestrujących wag na taśmach transportowych, osobno dla każdego gatunku węgla i dla koksu.

Urządzenie do automatycznego włączania rezerwowych wentylatorów w generatorni na wypadek braku prądu elektrycznego.

Zastosowanie równoczesnego napędu ssaków w aparaturowi przy pomocy silników elektrycznych i turbin parowych z tym, że turbiny pracują tylko z częściowym obciążeniem, niezbędnym dla uzyskania takiej ilości pary odlotowej, jaka jest potrzebna w sieci parowej niskoprężnej, a resztę potrzebnej mocy daje silnik elektryczny. Przy tym sposobie pracy uzyskuje się stałą gotowość do przejścia całkowicie na napęd parowy w razie braku prądu, gdyż turbiny są stale ciepłe.

Automatyczne regulowanie dodatku gazu wodnego do gazu węglowego w zależności od ciepła spalania gazu.

W naszych warunkach surowcowych postęp techniczny, zarówno w koksowniach, jak i w gazokoksowniach, powinien zmierzać przede wszystkim w kierunku wynalezienia i zastosowania metod pozwalających na otrzymywanie dobrego koksu i gazu z gorzej spiekających się, mniej deficytowych węgla (26, str. 36).

L I T E R A T U R A

1. H. Siebel. Vergleich der Kohleausnutzung für Wärmezwecke im Haushalt über die Edelenergien Gas und Elektrizität. Gas- u. Wasserfach 94, 371 (1953).
2. A. Than. Die neuzeitliche Entwicklung der Grossraumöfen zur Stadtgas erzeugung. Gas- u. Wasserfach, 85, 207 (1942).
3. Die Entwicklung der Gaswerksöfen. Gas- u. Wasserfach, 668 (1952).
4. Inbetriebnahme der Gaskokerei Berlin—Mariendorf. Gas- u. Wasserfach 94, 379 (1953).
5. P. Verret, P. Rigoulot. Die neue Kokerei Paris-Süd. Gas- u. Wasserfach 94, 457 (1953).

6. G. Düwel. Der neubau der Gaskokerei Grasbrook. Gas- u. Wasserfach, 94, 483 (1953).
7. W. Spaeth. Die Gaskokerei der technischen Werke der Stadt Stuttgart. Gas- u. Wasserfach, 94, 230 (1953).
8. Ch. Fixier. L'usine à Gaz de Budapest. Journal des Usines à Gaz, 77, 128, (1953).
9. H. Kossel. Die Wärmewirtschaft neuzeitlicher Gaswerksöfen. Gas- u. Wasserfach 82, 483—488 (1939).
10. H. Winter. Taschenbuch für Gaswerke, Kokereien, Schwelereien und Teerdestillationen, Halle 1950, str. 64.
11. A. A. Agroskin i H. P. Czyżewski. Koksowanie. Metallurgizdat 1948, str. 160.
12. K. Baum. Die Erzeugung von Gas und Koks, Wechselwirkungen der Kokerei- und Gasindustrie. Gas- u. Wasserfach 77, 596 (1934).
13. G. Lorenzen. Wassergaserzeugung in Koksöfen. Stahl u. Eisen 53, 33 (1933).
14. K. Bunte. Korrosion und Neustoffe in der Gaswirtschaft. Gas- u. Wasserfach 82, 558 (1939).
15. W. Baum i A. Stempfle. Die neue Kühlanlage der Gaskokerei Stuttgart. Gas- u. Wasserfach 94, 8—13 (1953).
16. M. S. Litwinienko. Koksochemicheskaja promyshlennost S. Sz. A. Metallurgizdat 1947, str. 54.
17. F. Lorenzen. Fortschritte in der restlosen Nassentschwefelung von Kohlendestillationsganzen, Brennstoff-Chemie 30, 393 (1949) H. Pippig. Das Perox-Verfahren zur nassen Gasentschwefelung. Gas- u. Wasserfach 94, 62—64 (1953).
18. F. Lenze i A. Rettenmeier. Gas- u. Wasserfach 74, 1169—72 (1931).
- H. Pippig. Erfahrungen über die Reinigung und Trocknung von Stadtgas mittels Tiefkühlanlage im Gaswerk Mainz. Gas- u. Wasserfach 77, 346—49 (1934).
- E. Schön. Der Neubau der Apparateanlage im Gaswerk Würzburg. Gas- u. Wasserfach 81, 789 (1938).
19. F. Steding. Jetziger Stand der Tiefkühlung und Trocknung des Gases unter besonderer Berücksichtigung des Tiefkühlverfahrens System Lenze. Gas- und Wasserfach 75, 164—169 (1932).
20. F. Schuster. Das Trocknen von Gasen. Gas- und Wasserfach 78, 82—86 (1935).
21. W. Spichal. Beitrag zur Technologie der Entschwefelung von Synthesewassergas mittels Aktivkohle. Gas- und Wasserfach 94, 683 (1953).
22. K. Blume. Feinreinigung des Gases durch Aktivkohle. Gas- und Wasserfach 78, 785, 810 (1935).
- A. Engelhardt. Verwendung aktiver Stoffe im Kokerei- und Gaswerksbetrieb. Glückauf 73, 925—933 (1937).
- A. Engelhardt, H. Rüping. Die Verbesserung der Reinheit des Leuchtgases durch die Benzolgewinnung mittels Aktivkohle. Gas- u. Wasserfach, 76, 480 (1933).
23. R. Riedl. Produktion gazu świetlnego w generatorach ciśnieniowych. Gaz, Woda i Technika San. 27, 298 (1948).
24. J. Jilek. Nowe metody zgazowania paliw w postaci pyłu. Gaz, Woda i Techn. San. 28, 89 (1954).
- J. Kłosiński. Wytwarzanie gazu i kierunki jego racjonalnego zużycia jako surowca chemicznego. Referat na zjazd PAN, Gliwice 1953, str. 12—19.
25. K. Kraenckner. Metoda LR odgazowania i zgazowania paliw stałych. Gaz, Woda i Techn. San. 28, 58 (1953).
26. J. Salcewicz. Warunki i perspektywy rozwoju przemysłu koksochemicznego. Referat na zjazd PAN, Gliwice 1953, str. 15—28.
27. W. Świętosławski. Fizykochemia węgla kamiennych i procesu koksowania. Warszawa 1953.

Mgr inż. JANUSZ GIRZEJOWSKI

Wymiana ciepła w gazociągach ułożonych w ziemi

W gazociągach ułożonych w ziemi następuje wymiana ciepła, gdy temperatura gazu różni się od temperatury otoczenia, w tym wypadku warstwy gruntu otaczającej gazociąg. Temperatura wierzchnich warstw gruntu na głębokości, w której uклада się gazociąg, zmienia się zależnie od pory roku, a roczne amplitudy wahań temperatury w naszym klimacie są dość znaczne. Wahanía temperatury w ciągu doby

na głębokości normalnego przykrycia gazociągu, tj. około 1 m, są na ogół niewielkie.

Zmiana temperatury gazu przepływającego gazociągiem ma poważne znaczenie ze względów technicznych. Temperatura gazu jest przede wszystkim jednym z parametrów pomiarowych, nieodzownych dla określenia ilości gazu. Poza tym, skutkiem obniżenia temperatury gazu w przewodach,

następuje często wykroplenie się pewnych składników. Częściowe wykroplenie tych składników następuje wtedy, gdy ich prężności par obniża się skutkiem spadku temperatury do wartości ciśnień cząstkowych w fazie gazowej. Najczęściej następuje w takich wypadkach wykroplenie części pary wodnej, o ile gaz był bliski nasycenia wilgocią. Przy transporcie gazu ziemnego gazolinowego, w wyniku spadku temperatury możemy mieć niekiedy do czynienia z wykroplami cięższych węglowodorów, tzw. gazoliny, z gazów węglowych zaś np. koksowniczych lub węglowego miejskiego z obniżeniem temperatury gazu mogą wydzielać się w rurociągach osady zestalonego naftalenu. Wydzielanie się w przewodach gazowych kondensatów, względnie stałych osadów, powoduje, jak w praktyce wiadomo, trudności w eksploatacji gazociągów, skutkiem zmniejszenia ich zdolności przepustowej. Z wymienionych wyżej względów, znajomość rozkładu temperatur w przewodach gazowych jest specjalnie pożądana.

Niniejsza praca ma na celu przeanalizowanie wymiany ciepła w gazociągach, w zależności od różnych warunków, na podstawie teoretycznych wzorów i wysnucie z otrzymanych wyników wniosków ogólnych.

Przesyłając gaz gazociągami dalekosiężnymi, przetłaczamy go przy użyciu sprężarek i gaz wchodzi do gazociągu z reguły o temperaturze wyższej od panującej w otoczeniu. Wynika to z ogrzania się gazu w sprężarce skutkiem pracy kompresji. Gaz podczas sprężania ogrzewa się tym więcej, im wyższy jest stopień sprężania. W sprężarce chłodzonej wodą wzrost temperatury następuje według równania politropy:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \quad \dots \dots \dots 1$$

gdzie P_1 i P_2 oznaczają ciśnienia absolutne przed i po sprężaniu, zaś T_1 i T_2 — odpowiadające ciśnieniom temperatury bezwzględnej gazu. W powyższym równaniu m — oznacza wykładnik politropy, który zależnie od stopnia chłodzenia sprężarki, posiada mniejszą wartość od znanego wykładnika adiabaty $K = C_p : C_v$

$$K > m > 1$$

W tablicy I podajemy wartości C_p , C_v i K dla niektórych gazów. W praktyce przyjmuje się np. wartość wykładnika politropy dla powietrza 1,3 dla metanu 1,2.

Tablica I.

Wykładnik adiabaty niektórych gazów w temperaturze 15,5°C,
 $K = C_p : C_v$ Wymiar — C_p i C_v — kcal/kg°C.

Gaz	C_p	C_v	K
powietrze	0,241	0,171	1,41
azot	0,2482	0,177	1,404
tlen	0,2188	0,156	1,401
tlenek węgla	0,2484	0,177	1,404
dwutlenek węgla	0,1991	0,153	1,30
wodór	3,408	2,42	1,41
metan	0,5258	0,4019	1,308
etylen	0,361	0,290	1,245
para wodna	0,4446	0,332	1,335
gaz koksowniczy przy 20 °C	0,685	—	—

Wprawdzie gaz po wyjściu z kompresorów poddaje się z reguły chłodzeniu w systemie chłodnic przed skierowaniem go do sieci gazociągu, niemniej jednak na początku gazociągu posiada on temperaturę wyższą od temperatury gruntu, w którym jest ułożony. Z kolei zapoznamy się z przebiegiem wymiany ciepła w gazie przepływającym rurociągiem, zaczynając na początku od ogólnych zasad wymiany ciepła.

Wymiana ciepła następuje jak wiadomo na drodze:

- przewodnictwa,
- unoszenia czyli konwekcji,
- promieniowania.

Pod przewodnictwem cieplnym rozumiemy przenoszenie się ciepła w obrębie pewnego ciała z jednych cząstek do innych, o ile temperatura poszczególnych cząstek jest różna. Zjawisko to polega na wyrównywaniu się energii drgań cząstek. Np. cząsteczki gazu bardziej nagrzane, a więc o wyższej wartości energii kinetycznej, zderzając się z sąsiednimi cząstkami, powodują wzrost ich energii, co ujawnia się podniesieniem temperatury.

W cieczach i gazach, oprócz przewodnictwa cieplnego, mamy do czynienia z unoszeniem ciepła, które związane jest

z ruchem cieczy, wzgl. gazu. Energia cieplna unoszona przepływającymi strugami cieczy lub gazu może być oddana w innym miejscu. Proces konwekcji pozostający w związku z prawami określającymi ruch cieczy i gazu jest na ogół zjawiskiem dość skomplikowanym. Promieniowanie ciepła polega na zamianie energii cieplnej na energię promieniowania, czyli energię drgań elektromagnetycznych. Energia promieniowania pochłonięta przez inny ośrodek materialny ulega w nim zamianie z powrotem na energię cieplną.

W zagadnieniach technicznych mamy przeważnie do czynienia ze złożonymi zjawiskami wymiany ciepła, w których występują często równocześnie: przewodzenie, unoszenie i promieniowanie ciepła. W powyższych zagadnieniach możemy ująć zjawiska wymiany ciepła, jako:

- 1) Przewodzenie ciepła w danym układzie materialnym.
- 2) Przejmowanie ciepła czyli wymiana między powierzchnią ciała stałego a otaczającym ją gazem lub cieczą.
- 3) Przenikanie ciepła z jednego ośrodka do drugiego przez przegrodę, np. ściankę rury.
- 4) Promieniowanie, tj. wymiana ciepła między dwoma oddalonymi od siebie ciałami o różnych temperaturach.

Przewodzenie ciepła.

Dla dwóch przekrojów o powierzchni F , oddległych od siebie o Δx , ilość przechodzącego ciepła w ciągu jednej godziny jest proporcjonalna do różnicy temperatur (prawo Fouriera).

$$Q = \frac{\lambda F (T_1 - T_2)}{\Delta x} \quad \text{kcal/godz.} \dots 2$$

Analogicznie, jak dla przepływu prądu elektrycznego, używamy również pojęcia oporu cieplnego, który wyrażamy: $\frac{\Delta x}{\lambda F}$. Przepływ ciepła jest więc proporcjonalny do różnicy

temperatur podzielonej przez opór cieplny. Współczynnik λ nosi nazwę współczynnika przewodzenia ciepła, względnie przewodności cieplnej, a jego wymiar w układzie technicznym wynosi kcal/m°C godz. Jest to ilość ciepła przechodząca w ciągu jednej godziny przez powierzchnię 1 m² przy różnicy temperatur 1°C na długości 1 m. W tablicy II podajemy przewodność cieplną niektórych gazów w temperaturach 0°C i 100°C. Przewodność cieplna gazów λ wzrasta ze wzrostem temperatury, jest natomiast praktycznie niezależna od ciśnienia z wyjątkiem ciśnień bardzo wysokich (powyżej 2.000 at.) i bardzo niskich (poniżej 20 mm sł. rtęci ciśnienia absolutnego).

Przewodność cieplną mieszaniny gazów wyznacza się eksperymentalnie, gdyż nie ma tu zastosowania zasada addytywności. Dla płaskiej ścianki ilość przechodzącego ciepła w ciągu godziny wyniesie:

$$Q = \frac{\lambda \cdot F \cdot (T_1 - T_2)}{\delta} \quad \text{kcal/godz.} \dots 3$$

gdzie δ oznacza grubość ścianki w metrach. Dla ścianki cylindrycznej wzór ten przybierze postać:

$$Q = \frac{2\pi l (T_1 - T_2)}{\ln \frac{D}{d}} \quad \text{kcal/godz.} \dots 4$$

gdzie l — długość rury w m, D , d — średnice zewnętrzna i wewnętrzna.

Przejmowanie ciepła

Oprócz przewodzenia ciepła mamy w gazach (i w cieczach) do czynienia z konwekcją ciepła, gdzie przenoszenie energii

Tablica II. Przewodność cieplna niektórych gazów
 λ — kcal/m°C godz.

Gaz	0°C	100°C
powietrze	0,021	0,0276
azot	0,0209	0,0271
tlen	0,0212	0,0283
tlenek węgla	0,0185	—
dwutlenek węgla	0,0126	0,0196
wodór	0,15	0,186
metan	0,0259	—
etylen	0,0145	—
para wodna	0,0139	0,0206

cieplnej jest nierozłącznie związane z ruchem gazu. Decydującą rolę odgrywa tu unoszenie ciepła przez cząsteczki gazu znajdującego się w ruchu. Wymiana ciepła między gazem a ciałem stałym polega na równoczesnym działaniu przewodnictwa i konwekcji, a niekiedy i promieniowania. Ruch gazu może być swobodny lub wymuszony. Ruch swobodny powstaje dzięki różnicy ciężyć właściwych części gazu, wywołanych z kolei różnicą nagrzania. Ruch wymuszony powstaje na skutek różnicy ciśnień, wywołanej przez pompy, sprężarki itp. Ilość ciepła przejęta w ciągu jednej godziny przez ciało stałe od przepływającego gazu określa równanie Newtona:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (T_1 - T_2) \quad \text{kcal/godz.} \quad \dots 5$$

gdzie α — współczynnik przejmowania ciepła, stanowiący ilość ciepła przejmowaną przez powierzchnię 1 m² w ciągu 1 godziny przy różnicy temperatur 1° C. Wartość współczynnika α obejmuje całość przejętego ciepła nie tylko drogą konwekcji, lecz także przewodzenia, a nawet promieniowania.

Równanie Newtona nie daje jednak specjalnego uproszczenia dla dość skomplikowanego procesu przejmowania ciepła, gdyż wartość współczynnika przejmowania ciepła zależy od całego szeregu czynników:

$$\alpha = f(w, t_g, \lambda, C_p, \eta, \gamma, t_0, Z)$$

gdzie: w — prędkość przepływu gazu, t_g — temperatura gazu, λ — przewodność gazu, C_p — ciepło właściwe gazu, η — lepkość gazu, γ — ciężar właściwy gazu, t_0 — temperatura na powierzchni ciała, Z — forma i wymiary ciała przejmującego ciepło od gazu. Wartość współczynnika przejmowania ciepła jest przede wszystkim zależna od rodzaju przepływu gazu, tzn. zależnie od tego, czy przepływ jest spokojny (laminarny), czy burzliwy (turbulentny). Podczas przepływu gazu przez przewód mamy wtedy do czynienia z ruchem spokojnym, gdy strugi gazu nie krzyżują się ze sobą płyną jednokierunkowo, równoległe do siebie i ścian przewodu. Największa szybkość strugi gazu powstaje w osi przewodu, zmniejszając się w kierunku ścianek rury. Przy przepływie spokojnym średnia szybkość przepływu równa się połowie szybkości maksymalnej w osi rury:

$$W_{\text{sr.}} = \frac{W_{\text{max}}}{2}$$

Przy przepływie burzliwym poszczególne strugi gazu nie są do siebie równoległe, krzyżują się i wytwarzają wiry.

Ruch spokojny występuje przy małych stosunkowo prędkościach przepływu i małych przekrojach przewodów. Kryterium dla obu rodzajów przepływów jest wartość tzw. liczby Reynoldsa:

$$Re = \frac{c \cdot d}{\nu} \quad \dots 6$$

gdzie: c — prędkość przepływu (średnia) w cm/sek, d — średnica wewnętrzna przewodu w cm, ν — lepkość kinematyczna w cm²/sek.

Liczba Reynoldsa jest wielkością bezwymiarową, a gdy jej wartość przekracza 2.320, to przepływ spokojny przechodzi w burzliwy.

Dla przepływu burzliwego, z którym mamy w praktyce przeważnie do czynienia, stosujemy następujący empiryczny wzór:

$$\frac{\alpha_1 d}{\lambda} = 0,0225 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \quad \dots 7$$

we wzorze tym, oprócz znanej nam liczby Reynoldsa Re , mamy do czynienia z wyrażeniem $\frac{\alpha_1 d}{\lambda}$, zwanym parametrem Nusselta i z parametrem Prandtla (Pr).

Wyrażenia w parametrze Nusselta oznaczają:

α_1 — współczynnik przejmowania ciepła od przepływającego gazu do ścianki rury w kcal/m² °C godz.,

d — wewnętrzna średnica rury w m,

λ — współczynnik przewodności gazu w kcal/m °C godz.

Parametr Prandtla oblicza się z wzoru:

$$Pr = \frac{C_p \cdot \eta}{\lambda} \quad \dots 8$$

przy czym C_p — ciepło właściwe gazu przy stałym ciśnieniu w kcal/kg °C,

λ — współczynnik przewodności gazu (w innych jednak jednostkach) w kcal/m sek °C,

η — lepkość dynamiczna gazu w jednostkach absolutnych kg/m sek.

Liczba Reynoldsa charakteryzuje hydromechaniczne warunki przepływu gazu, liczba Prandtla określa jedynie fizyczne własności przepływającego medium.

Dla przejmowania ciepła od rury ułożonej w ziemi do otaczającej ją warstwy gruntu obliczamy współczynnik przejmowania ciepła według następującego empirycznego wzoru:

$$\alpha_2 = \frac{0,87 \cdot \lambda}{D \cdot \lg \frac{4h}{D}} \quad \text{kcal/m}^2 \text{ °C godz.} \quad \dots 9$$

gdzie α_2 — współczynnik przejmowania ciepła od rury do gruntu w kcal/m² °C godz.

λ — współczynnik przewodności gruntu w kcal/m °C godz.

h — odległość od osi przewodu do powierzchni gruntu w m.

D — średnica zewnętrzna rury w m.

Przenikanie ciepła

Zjawisko przenikania ciepła ma miejsce wtedy, gdy następuje wymiana ciepła z jednego ośrodka do drugiego przez przegrodę.

W naszym wypadku mamy do czynienia z przenikaniem ciepła z przepływającego gazociągiem gazu przez ściankę rury oraz warstwę izolacji do gruntu, w którym jest ułożony gazociąg.

$$Q = K \cdot F \cdot (T_1 - T_2) \quad \text{kcal/godz.} \quad \dots 10$$

Współczynnik K nosi nazwę współczynnika przenikania ciepła i jego wartość oblicza się z uproszczonego wzoru:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \quad \dots 11$$

Współczynnik K obejmuje przejście ciepła drogą przewodzenia, konwekcji i promieniowania. W podanym powyżej wzorze oznaczają:

K — współczynnik przenikania ciepła w kcal/m² °C godz.

α_1 — współczynnik przejmowania ciepła z gazu do ścianki rury w kcal/m² °C godz.

α_2 — współczynnik przejmowania ciepła od przewodu do gruntu w kcal/m² °C godz.

δ_1 — grubość ścianki rury w m.

λ_1 — przewodność cieplna materiału ścianki w kcal/m °C godz.

δ_2 — grubość izolacji w m.

λ_2 — przewodność cieplna izolacji w kcal/m °C godz.

Gaz posiadając na początku gazociągu pewną określoną temperaturę, wyższą od temperatury gruntu, w czasie swojego przepływu przez gazociąg ochładza się i w końcu, w pewnej odległości, przyjmuje temperaturę gruntu. Temperaturę gazu na dowolnej odległości od punktu wyjściowego określa się na podstawie wyprowadzonego poniżej wzoru. Przyjmujemy następujące oznaczenia:

T_0 — początkowa temperatura gazu w °C.

T_x — temperatura gazu w odległości x metrów od punktu wyjściowego.

t_0 — średnia temperatura gruntu na głębokości ułożonego gazociągu

D — zewnętrzna średnica gazociągu w m.

Q — przepływ gazu w N m³/godz.

γ — ciężar właściwy gazu w kg/Nm³.

X — odległość od punktu początkowego w m.

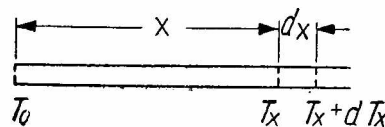
C_p — ciepło właściwe gazu przy stałym ciśnieniu w danej temperaturze w kcal/kg °C.

K — współczynnik przenikania ciepła w kcal/m² °C godz.

Na rys. 1 przedstawiliśmy schematycznie część gazociągu, przez który przepływa gaz. Weźmy w odległości X od początku gazociągu elementarny odcinek dx o temperaturze T_x . Ilość ciepła oddanego przez odcinek dx na zewnątrz w jednostce czasu wyniesie:

$$dw = K (T_x - t_0) \cdot \pi \cdot D \cdot dx \quad \dots 12$$

W tejże jednostce czasu przez ten odcinek gazociągu przejdzie ilość gazu $dQ_1 = Q \cdot \gamma$, przy czym ta ilość gazu powin-



Rys. 1

na oddać na odcinku dx ilość ciepła równą dw. Temperatura gazu w gazociągu obniży się o dT_x

$$dT_x = - \frac{dw}{dQ_1 \cdot C_p} = - \frac{K (T_x - t_0) \pi \cdot D \cdot dx}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} \quad . \quad . \quad 13$$

przekształcając to wyrażenie otrzymamy:

$$\frac{dT_x}{T_x - t_0} = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} \cdot dx \quad . \quad . \quad . \quad 14$$

W ostatnim równaniu wielkości: t_0 , K i C_p można uważać za stałe. Całkujemy to równanie:

$$\int \frac{dT_x}{T_x - t_0} = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} \int dx \quad . \quad . \quad . \quad 15$$

Po scałkowaniu otrzymujemy:

$$\ln (T_x - t_0) = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} X + C_1 \quad . \quad . \quad . \quad 16$$

przy czym C_1 jest stałą całkowania, którą wyznaczamy z wartości początkowych, mianowicie, gdy $X = 0$, wtedy $T_x = T_0$. Podstawiając te wartości do ostatniego równania otrzymujemy wartość na C_1

$$C_1 = \ln (T_0 - t_0) \quad . \quad . \quad . \quad 17$$

wstawiając wartość C_1 do równania 16 otrzymujemy:

$$\ln (T_x - t_0) = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} X + \ln (T_0 - t_0) \quad . \quad . \quad . \quad 18$$

$$\text{dalej} \quad \ln (T_x - t_0) - \ln (T_0 - t_0) = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} X \cdot$$

$$\ln \frac{T_x - t_0}{T_0 - t_0} = - \frac{K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} X$$

lub w logarytmach dziesiętnych

$$\lg \frac{T_x - t_0}{T_0 - t_0} = - \frac{0,434 \cdot K \cdot \pi \cdot D}{Q \cdot \gamma \cdot C_p} X \quad . \quad . \quad . \quad 19$$

Jest to podstawowy wzór dla obliczenia temperatury gazu w jakimkolwiek punkcie gazociągu. Wzór ten pozwala przy znanym przepływie gazu obliczyć temperaturę T_x w gazociągu, w punkcie położonym w odległości X od punktu początkowego, gdzie gaz posiadał temperaturę wyższą T_0 .

Posługując się powyższym wzorem obliczono spadki temperatur na gazociągach różnych wymiarów, dla różnych ilości przepływającego gazu. Obliczeń spadku temperatur dokonano przede wszystkim dla gazu ziemnego, przyjmując dla ułatwienia obliczeń, że gaz zawiera 100% metanu. Ponieważ spadek temperatury gazociągu może mieć specjalne znaczenie w okresie zimowym ze względu na możliwość powstawania wykroplin, przyjęto dla obliczeń warunki zimowe.

Celem uzyskania obrazu przebiegu temperatur w gazociągu w zależności od jego wymiarów i ilości przepływającego gazu, obliczeń dokonano dla następujących warunków:

1. dla nominalnych średnic gazociągu: 100, 200, 250, 300 i 500 mm.
2. dla przepływów metanu: 1500, 3000, 6000 i 12 000 Nm³/godz.

Założenia:

- Przyjęto początkową temperaturę gazu + 40° C.
 „ średnią temperaturę gazu w gazociągu + 20° C.
 „ temperaturę gruntu na głębokości osi gazociągu + 1° C,
 „ przewodność cieplną metanu w temp. 20° C — $\gamma = 0,027$ Kcal/m °C godz.
 „ ciężar właściwy metanu $\gamma = 0,718$ kg/Nm³
 „ lepkość dynamiczną w jednostkach technicznych w temp. 20° C — 0,00000112 kg sek/m².

To ostatnie wyrażenie przekształcano, zależnie od wymiaru lepkości występującego we wzorach, a mianowicie:

η — lepkość dynamiczna metanu w jedn. techn. wynosi 0,00000112 kg sek/m².

Mnożąc to wyrażenie przez 9,81 m/sek² otrzymujemy lepkość w jedn. absolutnych — 0,000011 kg/msek.

Poza tym stosujemy we wzorach lepkość kinematyczną metanu ν , która wynosi 0,1642 cm²/sek, przy czym

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, \text{ zaś } \rho = \frac{\gamma}{g}$$

Lepkości rozmaitych gazów podajemy w tablicy III.

Jako pierwszą część obliczenia wyznaczono wartości liczb Re (Reynoldsa) wg wzoru 6. Przyjmując średnią szybkość przepływu gazu w warunkach 760 mm st. rt. i 20° C, — w cm/sek, światło rury w cm i lepkość kinematyczną gazu w tych warunkach 0,1642 cm²/sek, otrzymano wartości dla liczb Re oraz Re^{0,8} dla różnych średnic rury i przepływu gazu, zaznaczone w tablicy IV. Następnie wyznaczono wartość parametru Prandla wg wzoru 8.

Tablica III. Lepkość gazów przy 20°C (η —dynamiczna w jednostkach absolutnych kg m⁻¹ sek⁻¹ · 10⁻⁴)

G a z	lepkość gazu
metan	0,110
etan	0,0855
etylen	0,0933
wodór	0,0848
tlen	0,1927
azot	0,1673
tlenek węgla	0,1656
dwutlenek węgla	0,1405
para wodna	0,0904
powietrze	0,1728
gaz koksowniczy	0,1304
gaz generatorowy	0,1712

Jako ciepło właściwe gazu przyjęto wartość $C_p = 0,52$ kcal/kg °C. Wartość parametru Prandla, charakteryzującego fizykochemiczne własności przetłaczanego gazu, obliczona dla metanu wynosi 0,763, zaś $Pr^{0,4} = 0,8974$. Lepkość dynamiczna metanu w jedn. absolutnych wynosi 0,000011 kg/m sek.

Na podstawie wartości liczb Re i parametru Pr. obliczono wg wzoru 7 wartości α_1 , tj. współczynnika przejmowania ciepła od przepływającego gazu do ścianki rury w kcal/m² °C godz. Wartości te dla różnych średnic i przepływów gazu podano w tablicy IV.

Wartości α_2 — współczynnika przejmowania ciepła od rury do gruntu dla różnych średnic rury obliczono wg wzoru 9.

Do wzoru przyjęto: przewodność cieplną gruntu 0,65 kcal/m °C godz., przy czym należy zaznaczyć, że przewodność gruntu waha się w dość rozległych granicach i jest zależna od jego rodzaju, zawartości wilgoci itp.

Przyjęto następujące średnice zewnętrzne rur łącznie z izolacją: 0,12, 0,222, 0,273, 0,325, 0,525 m oraz odległość osi rury od powierzchni gruntu 1 m.

Wartości współczynnika α_2 podano również w tablicy IV.

W dalszym ciągu obliczono wartości K — współczynnika przenikania ciepła w kcal/m² °C godz. wg wzoru 11, przyjmując obliczone poprzednio wartości α_1 i α_2 oraz grubości ścianki rury: 5, 6, 6,5, 7 i 8 mm.

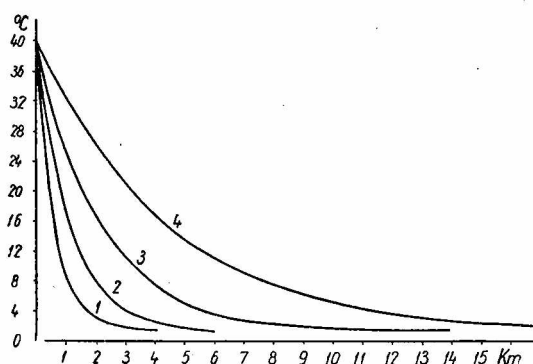
Przyjęto przewodność cieplną materiału ścianki rury $\lambda = 50$ kcal/m °C godz., grubość warstwy izolacyjnej 5 mm i jej przewodność cieplną $\lambda = 0,15$ kcal/m °C godz. Wartości współczynnika przenikania ciepła podano również w tablicy IV.

Przykłady obliczeń:

1. Obliczyć wartość α_1 dla gazociągu ϕ 500 mm i przepływu 1500 Nm³/godz. wg wzoru 7.

$$\alpha_1 = \frac{0,0225 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \lambda}{d}$$

$$\alpha_1 = \frac{0,0225 \cdot 7462 \cdot 0,8974 \cdot 0,027}{0,5} = 8,12 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C godz.}$$



Rys. 2

Tablica IV. Wartość liczb Reynoldsa oraz współczynników α_1 i α_2 i K dla przepływów 1 500, 3 000, 6 000 i 12 000 Nm³/godz. dla dymenzji gazociągów 100, 200, 250, 300 i 500 mm.

Nominalna ϕ rur mm	Przepływ w Nm ³ /godz.	Re	Re ^{0,8}	α_1	α_2	K
100	1 500	347 000	27 060	147,6	3,04	2,71
	3 000	694 000	47 110	257		2,73
	6 000	1 388 000	82 020	447,5		2,74
	12 000	2 776 000	142 700	778		2,75
200	1 500	173 100	15 510	42,1	1,97	1,77
	3 000	346 200	27 010	73,3		1,805
	6 000	692 400	47 020	127,6		1,82
	12 000	1 384 800	81 890	223,5		1,835
250	1 500	138 250	12 960	28,3	1,695	1,519
	3 000	276 500	22 560	49,25		1,55
	6 000	553 000	39 280	85,70		1,572
	12 000	1 106 000	68 390	149,30		1,588
300	1 500	115 500	11 220	20,4	1,504	1,337
	3 000	231 000	19 540	35,5		1,377
	6 000	462 000	34 020	61,9		1,40
	12 000	924 000	59 230	107,7		1,41
500	1 500	69 350	7 462	8,12	1,089	0,93
	3 000	138 700	12 990	14,12		0,976
	6 000	277 400	22 620	24,6		1,006
	12 000	554 800	39 380	42,8		1,023

2. Obliczyć α_2 dla średnicy 250 mm wg wzoru 9.

$$\alpha_2 = \frac{0,87 \cdot \lambda}{D \cdot \lg \frac{4h}{D}} = \frac{0,87 \cdot 0,65}{0,273 \lg \frac{4,54}{0,273}} = 1,695 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ godz.}$$

3. Obliczyć K dla przepływu 1500 Nm³ na godzinę metanu przez rurociąg ϕ 100 mm wg wzoru 11.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{1}{147,6} + \frac{1}{3,04} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,005}{0,15} = 2,71 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ godz.}$$

Znając wartości współczynnika K możemy już obliczyć ze wzoru 19 spadek temperatury na gazociągu o określonej średnicy, dla ściśle określonego przepływu gazu. Wykonano obliczenia temperatur gazu w gazociągu w odległościach 0,5, 1,0, 2,0, 4,0, 6,0, 10,0, 14,0, i 20,0 km od punktu liczonego jako początkowy.

W tablicy V znajdujemy wartości temperatur dla gazociągów o średnicach nominalnych 100, 200, 250, 300 i 500 mm dla przepływów 1500, 3000, 6000 i 12 000 Nm³/godz.

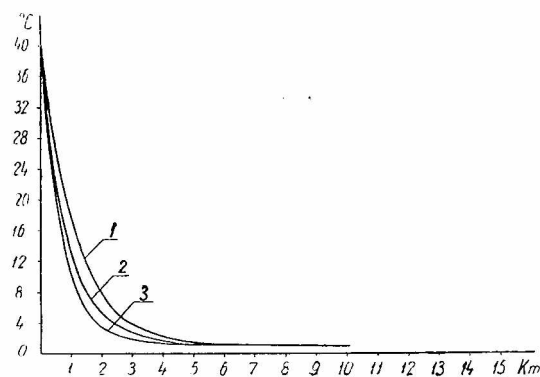
Z wartości powyższych wynika, że przy tej samej średnicy rurociągu im większy przepływ, tym wolniejszy spadek temperatury; jest to całkowicie zrozumiałe, ponieważ w tym wypadku zwiększa się ilość ciepła, którą niesie ze sobą przepływający gaz. Jeżeli dalej porównamy spadki temperatur przy jednakowym przepływie a różnych dymensjach rurociągu, to temperatura gazu spada nieco wolniej w rurach o średnicy mniejszej niż w rurach o średnicy większej. Należy zaznaczyć, że ciśnienie gazu nie odgrywa tu roli, teoretycznie biorąc, gdyż wartości głównych parametrów λ — przewodności cieplnej gazu i Re — liczby Reynoldsa nie są zależne od ciśnienia. Mówiąc praktycznie: dla spadku temperatury gazu w rurociągu jest obojętne, czy ta sama ilość gazu przepływa w jednostce czasu pod ciśnieniem np. 1, czy też 10 ata, byle jego ilość liczona w jednostkach ciężarowych była jednakowa.

Przykłady obliczeń:

Obliczyć wg wzoru 19 temperaturę przepływającego gazu w rurociągu ϕ 200 mm w odległości 1 km od punktu, gdzie gaz posiadał temperaturę + 40° C, przy przepływie 1500 Nm³/godz, gdy temperatura gruntu na głębokości zakopania rurociągu wynosi + 1° C.

$$\lg (T_x - 1) - \lg (40 - 1) = - \frac{0,434 \cdot 1,77 \cdot 0,222 \cdot 1000 \cdot \pi}{1500 \cdot 0,718 \cdot 0,52}$$

obliczono stąd $T_x = 5,3 \text{ } ^\circ\text{C}$.



Rys. 3

Tablica V podaje obliczone w sposób powyżej podany wartości temperatur w gazociągach o nominalnej średnicy 100, 200, 250, 300 i 500 mm. Rys. 2 przedstawia graficznie przebieg temperatur w gazociągu ϕ 100 mm dla przepływów 1.500, 3.000, 6.000 i 12.000 Nm³/godz. Rys. 3 przedstawia przebieg temperatur w gazociągach ϕ 100, 200 i 500 mm dla przepływu 3.000 Nm³/godz.

Powyższe obliczenia nie są wolne od pewnych błędów, wynikających z przyjętych założeń i uproszczeń. Takim uproszczeniem jest przyjęcie, że przepływający gaz ziemny

Tablica V. Temperatury w gazociągu w °C zależnie od ilości przepływającego gazu ziemnego i odległości od punktu początkowego. (Temperatura początkowa + 40 °C, temperatura gruntu na głębokości osi gazociągu + 1 °C)

Nominalna ϕ rur	Odległość od punktu początkow. w km	Przepływ gazu przez gazociąg w Nm ³ /godz w °C			
		1500	3000	6000	12 000
	0,5	16,8	25,7	32	35,7
	1,0	7,3	16,6	25,6	31,9
	2,0	2,0	7,2	16,5	25,5
	4,0	1,0	2,0	7,2	16,5
	6,0	—	—	—	—
100	10,0	—	1,2	3,5	10,7
	14,0	—	1,0	1,4	4,8
	14,0	—	—	1,1	2,5
	20,0	—	—	—	1,4
	20,0	—	—	—	—
200	0,5	14,0	23,2	30,4	34,8
	1,0	5,3	13,6	23,1	30,3
	2,0	1,5	5,1	13,6	23,0
	4,0	1,0	1,4	5,0	13,5
	6,0	—	1,0	2,3	8,0
250	10,0	—	—	1,1	3,2
	14,0	—	—	—	1,7
	14,0	—	—	—	1,1
	20,0	—	—	—	—
	20,0	—	—	—	—
250	0,5	13,2	22,5	29,9	34,5
	1,0	4,8	12,9	22,4	29,8
	2,0	1,4	4,6	12,8	22,3
	4,0	1,0	1,3	4,6	12,6
	6,0	—	1,0	2,1	7,3
300	10,0	—	—	1,1	2,9
	14,0	—	—	—	1,6
	14,0	—	—	—	1,1
	20,0	—	—	—	—
	20,0	—	—	—	—
300	1,5	4,5	12,2	21,7	29,3
	2,0	1,3	4,2	12,0	21,6
	4,0	1,0	1,3	4,1	11,9
	6,0	—	1,0	1,9	6,7
	10,0	—	—	1,1	2,6
500	14,0	—	—	—	1,4
	20,0	—	—	—	1,1
	20,0	—	—	—	—
	20,0	—	—	—	—
	20,0	—	—	—	—
500	0,5	10,8	20,0	27,9	33,3
	1,0	3,5	10,3	19,6	27,8
	2,0	1,2	3,2	9,9	19,4
	4,0	1,0	1,1	3,0	9,7
	6,0	—	—	1,5	5,1
500	10,0	—	—	1,0	1,9
	14,0	—	—	—	1,2
	14,0	—	—	—	1,2
	20,0	—	—	—	1,0
	20,0	—	—	—	—

zabiera 100% metanu. Wskutek pewnego spadku ciśnienia w gazociągu nie są zachowane ściśle warunki dla przyjęcia, jako ciepła właściwego, wartości C_p . Poza tym znajdujemy w technicznej literaturze dość rozbieżne wartości dla przewodnictwa cieplnego gruntu, a przyjęcie jako wartości $\lambda_{20} = 0,65$ jest dość dowolne. Również trudno jest dokładnie ustalić panującą w danej chwili temperaturę gruntu na głębokości osi gazociągu. W znacznym stopniu zmieniają się również warunki dla współczynnika α w wypadku wydzielania się jakichkolwiek kondensatów w rurociągu.

Mimo wspomnianych możliwych błędów, wynikających z pewnych założeń i przyjętych uproszczeń, należy stwierdzić, że dla celów praktycznych teoretyczne obliczenie spadku temperatur daje wystarczająco dokładny obraz przebiegu temperatur w gazociągu.

Przeprowadzono następnie obliczenie spadku temperatur dla gazu koksowniczego w rurociągu ϕ 500 mm, dla przepływu 12.000 Nm³/godz., przyjmując: temperaturę początkową + 40° C, temperaturę na głębokości gazociągu w gruncie + 1° C, przewodność cieplną gazu $\lambda_{20} = 0,084$ Kcal/m °C godz., $\gamma = 0,535$ kg/Nm³, lepkość dynamiczną w jednostkach absolutnych $\eta = 0,0001304$ kg/m sek.

Wyniki obliczenia podaje tablica VI.

Przykład obliczenia:

Obliczyć dla gazu koksowniczego przepływającego przez rurociąg ϕ 500 mm w ilości 12.000 Nm³/godz. — temperaturę w odległości 10 km od punktu, gdzie posiadał temperaturę + 40° C.

$$\lg(T_x - 1) - \lg(40 - 1) = - \frac{0,434 \cdot \pi \cdot 1,0216 \cdot 0,526 \cdot 10000}{12.000 \cdot 0,535 \cdot 0,685}$$

po obliczeniu $T_x = 1,6^\circ \text{C}$.

Z porównania przebiegu temperatur dla przepływów 12.000 Nm³/godz. metanu i gazu koksowniczego w rurociągu ϕ 500 mm wynika, że przy różnych gazach nie ma zbyt wielkich różnic w przebiegu temperatur, przy czym, gaz koksowniczy nieco szybciej chłodzi się w ziemi niż metan.

Jakie jest praktyczne znaczenie możliwości teoretycznego obliczenia temperatury gazu w każdym punkcie gazociągu, według wzoru 19? Gaz sprężony w tłoczni gazu jest zwykle nasycony parą wodną, a w wypadku gazu węglowego zawie-

Tablica VI. Temperatura gazu koksowniczego w gazociągu ϕ 500 mm przy przepływie 12000 Nm³/godz (temperatura początkowa + 40° C, temperatura gruntu na głębokości osi gazociągu + 1° C).

Odległość od punktu początkowego Km	Temperatura °C
0,5	32,7
1	26,7
2	17,9
4	8,4
6	4,2
10	1,6
14	1,11

ra pewną ilość par naftalenu. Gaz ten posiada temperaturę przeważnie znacznie wyższą od temperatury gruntu, w którym przebiega gazociąg. W miarę oddalania się gazu od tłoczni, zachodzą w rurociągu dwa rodzaje zjawisk: przez oziębianie się gazu wydzielają się ciekłe kondensaty tych składników, których zawartość przekracza stan nasycenia w danej temperaturze. W takich warunkach mogą wydzieląć się również, niekiedy, osady stałego naftalenu. Z drugiej znowu strony, skutkiem spadku ciśnienia spowodowanego oporami przepływu, gaz rozszerzając się przestaje być nasycony wspomnianymi składnikami.

Znając zawartość w gazie owych wydzielających się składników (w postaci ciekłej lub stałej), ciśnienie w gazociągu oraz przebieg temperatur obliczony w powyżej podany sposób, można przewidzieć, czy, gdzie i w jakiej ilości, będą się wydzielać wykropliny, lub stałe osady. Dokładna teoretyczna znajomość tych zjawisk, poparta ewentualnie praktycznymi doświadczeniami, pozwoli zabezpieczyć gazociąg przed niepożądanymi skutkami powstawania wykroplin lub stałych osadów.

Literatura

1. M. A. Michiejew „Osnowy Tiepiopieriedaczi“.
2. Prof. inż. Z. Wilk „Gaz ziemny“.
3. W. A. Prituła „Transport Niefti i Gaza“.
4. Inż. J. Girzejowski „Własności fizyczne lekkich węglowodorów oraz niektórych innych gazów i związków chem.“ (Wydawn. Gł. Instytutu Naft.).
5. Prof. dr inż. Stefanowski „Termodynamika Techniczna“.

Mgr inż. EUGENIUSZ GÓRECKI

Zagadnienie postępu w dziedzinie BHP przy projektowaniu wodociągów i kanalizacji

Tematem artykułu jest zagadnienie ochrony pracy, uwzględnienie wszystkich wymagań bhp w projektach wodociągów i kanalizacji.

I. Sprawa uwzględnienia zagadnień bhp w dokumentacji technicznej.

Ustawa o planie 6-letnim wysunęła zadanie zapewnienia postępu w dziedzinie bhp, postanawiając, że w okresie planu należy:

„Poprawić warunki zdrowotne mas pracujących, poprawić warunki bezpieczeństwa i higieny pracy“.

W rezultacie planowego działania nie tylko zahamowano wzrost wypadkowości, który zwykle towarzyszy szybkiemu uprzemysłowieniu kraju, ale również, ucząc się na doświadczeniach i osiągnięciach radzieckiego systemu bezpieczeństwa i higieny pracy, uzyskano dość znaczne postępy w dziedzinie bhp, wyrażające się w skali całej gospodarki spadkiem wskaźnika wypadkowości (ilość wypadków w stosunku do ilości zatrudnionych) w ciągu ostatnich 4 lat o 37%¹⁾.

Mimo dotychczasowych osiągnięć, walka o poprawę warunków bhp oraz o zmniejszenie wypadkowości nie osiągnęła dotąd należytego rozmachu, gdyż liczne grupy świata tech-

nicznego, między innymi — biura projektowe, nie zostały w sposób dostateczny wciągnięte do rozwiązywania zagadnień ochrony pracy.

Wyrazem troski o dalsze polepszanie warunków bhp jest specjalna uchwała Prezydium Rządu z dnia 1.VIII.1953 r. (Monitor Polski A-83 z dn. 19.IX.1953, poz. 979) w sprawie zapewnienia postępu w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy.

Na podstawie analizy przyczyn obecnego stanu ochrony pracy i stwierdzenia szeregu trudności, wynikających jeszcze z niedoceniania zagadnień bhp z punktu widzenia politycznego, gospodarczego i społecznego, uchwała zobowiązuje również biura projektowe do włączenia się wraz z całym światem technicznym do prac przy rozwiązywaniu zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy. W ustawie o planie 6-letnim przewidziano wyraźnie, że:

„Nowowytbudowane i rozbudowane zakłady pracy zaopatrzone będą w niezbędne urządzenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy; w starych zakładach należy przedsięwziąć środki w celu dalszej poprawy warunków pracy (urządzenia ochronne, wentylacja, oświetlenie)“.

A więc, aby nowe i rozbudowywane zakłady wodociągów i kanalizacji odpowiadały wymaganiom bhp, Biura Projektów Budownictwa Komunalnego, opracowujące projekty

¹⁾ Patrz: „Trybuna Ludu“ Nr 104 (1893) z dn. 14.IV.1954 r.

wodociągów i kanalizacji, powinny uwzględniać w projektach wszelkie urządzenia higieniczno-sanitarne, zapewniać odpowiednie oświetlenie, wentylację itd., przewidywać wszelkiego rodzaju zabezpieczenia przed wypadkami, jednym słowem — dostosować projekty do wymagań bhp.

Uchwała Prezydium Rządu zobowiązuje również ministra Gospodarki Komunalnej do utworzenia samodzielnego stanowiska głównego inspektora bhp, do zakresu działania którego należy m. in. opiniowanie dla KOPI przy MGK projektów, opracowywanych przez Biura Projektów Budownictwa Komunalnego, z punktu widzenia wymagań bhp; stanowisko gł. inspektora bhp zostało w Min. Gosp. Kom. zresztą już utworzone i obsadzone.

Uchwała przewiduje, że:

„Osoby winne naruszenia przepisów o bezpieczeństwie i higienie pracy, stosowania niebezpiecznych metod pracy... albo niewykonania innych obowiązków ustalonych przepisami wydanymi w wykonaniu uchwały, powinny być — niezależnie od odpowiedzialności, wynikającej z przepisów prawnych — pozbawione na okres do 3 miesięcy premii, przypadających na podstawie regulaminów premiowania“.

Na podstawie powyższej uchwały, Przewodniczący PKPG wydał zarządzenie z dn. 16.IX.1953 r. w sprawie organizacji i zakresu działania służby bhp w zakładach pracy, w których nakłada się obowiązek na służbę bhp opiniowania na piśmie założeń do projektowanej budowy lub przebudowy zakładów pracy i urządzeń w zakresie technicznego bhp oraz udział w KOPI.

Oprócz założeń, również projekty budowy lub przebudowy zakładów przemysłowych, zgodnie z pismem okólnym PKPG nr 2 z dn. 13.I.1954 r. winny być opiniowane przez właściwego inspektora pracy przed rozpatrzeniem na KOPI centralnego zarządu przemysłu, wzgl. ministerstwa.

II. Ogniska i przyczyny wypadków oraz chorób zawodowych w zakładach wodociągów i kanalizacji.

Osiągnięcia w walce z wypadkami przy pracy i chorobami zawodowymi zależą od uwzględnienia wymagań bhp przy projektowaniu i budowie wodociągów i kanalizacji oraz od stosowania bezpiecznych metod pracy przy eksploatacji wodociągów i kanalizacji.

Istniejące jeszcze niedomagania w zakresie bhp przy projektowaniu nowych i rozbudowie starych zakładów wodociągowo-kanalizacyjnych można w znacznej mierze usunąć, stosując się do wydanych ustaw, rozporządzeń, przepisów, instrukcji itd.³⁾

Układ zbiorowy pracy w przedsiębiorstwach komunalnych (Dz. Urz. M. A. P. Nr 46 z dn. 17.XII.1948 r. zał. Nr 9) ustalił kategorie prac eksploatacyjnych w wodociągach i kanalizacji, s p e c j a l n i e niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia, a w szczególności:

- w kanałach czynnych przy konserwacji kanałów, urządzeniach kanałowych i studniach ściekowych,
- na czynnych stacjach przepompowań ścieków (przy czyszczeniu krat, osadników i urządzeń),
- na stacjach oczyszczania ścieków,
- w chlorowniach.

Oprócz wymienionych prac, istnieje jeszcze szereg innych prac, przy których obsługa jest narażona na następujące niebezpieczeństwa, np.:

- szkodliwe działanie wilgoci na organizm,
- możliwość porażenia prądem z powodu uszkodzenia lub złego stanu urządzeń elektrycznych na skutek działania wilgoci,
- choroby płucne z powodu pracy w zmiennych temperaturach,
- choroby skórne i inne wskutek styczności ze ściekami itd.,
- możliwość upadku lub utonięcia wskutek złego zabezpieczenia lub niedostatecznego oświetlenia zbiorników wody, osadników ścieków itd.,
- różne, zależnie od rodzaju istniejących urządzeń, miejscowych warunków i stosowanych metod pracy.

Na podstawie analizy przyczyn wypadków przy pracy i chorób zawodowych można ustalić miejsca pracy, będące najczęściej ogniskami wypadków, przyczynę i rodzaju gro-

żącego niebezpieczeństwa w tych miejscach pracy, dzięki czemu można zwrócić specjalną uwagę na pełne uwzględnienie wszelkich wymagań przy opracowywaniu dokumentacji technicznej dla wodociągów i kanalizacji.

W szczególności należy zwrócić uwagę na niektóre braki, niedociągnięcia i usterki, spotykane nie tylko w dokumentacji technicznej, ale w istniejących zakładach wodociągowo-kanalizacyjnych.

A. Wodociągi

1. Pomieszczenia, w których może się znajdować chlor (chlorownia, składy butli z chlorem), winny być tak zaprojektowane, aby zdrowie pracowników, mających styczność z obsługą tych urządzeń, nie było narażone na szwank. Niestety, zdarza się, że chlorowanie wody do picia nie zawsze odbywa się w oddzielnym pomieszczeniu, lecz urządzenie dozujące z butlą chloru znajduje się razem z silnikami i pompami w jednym pomieszczeniu, zagłębionym nawet ok. 3 m poniżej terenu i bez żadnego przewietrzania (rys. 1). Wskutek przewlekłego działania chloru, jakie przeważnie spotyka się przy złe wykonanych pomieszczeniach i urządzeniach chlorowni, może wystąpić u obsługi łzawienie, pieczenie i ból oczu, suchy, męczący uporczywy kaszel, duszność, przyspieszony oddech do 40—50 na minutę oraz — czasami — stan zapalny skóry (tzw. trądzik chlorowy) na twarzy i tułowiu.

W normach radzieckich GOST 1324—47 określono dopuszczalne stężenie chloru w powietrzu pomieszczenia jako 0,01 mg/l.

W zasadzie pomieszczenie chlorowni winno być oddzielone ścianą od innych pomieszczeń w budynku stacji pomp, a przy używaniu znacznych ilości chloru, winien być zaprojektowany specjalny w tym celu budynek w pewnej odległości (min. 12 m) od budynków przeznaczonych na pobyt ludzi. Wentylator chlorowni winien zapewniać 5—12-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. Odpływ powietrza winien być około poziomu podłogi, zaś dopływ — ok. 2 m nad podłogą. Urządzenie do uruchomienia wentylatora i wyłącznik do światła winny być umieszczone na zewnątrz, przy wejściu do chlorowni, zaś dzwonek alarmowy — wewnątrz chlorowni.

Pomieszczenie chlorowni winno być odpowiednio oświetlone i ogrzane, zaopatrzone w 2 hermetycznych drzwi, z których jedno winno prowadzić bezpośrednio na zewnątrz.

Skład butli z chlorem winien, w miarę możliwości, znajdować się w najniższym miejscu terenu lub w sztucznym zagłębieniu, w pewnej odległości (ok. 25 m) od budynków przeznaczonych na pobyt ludzi.

Okna składu winny być umieszczone wysoko, możliwie — na północ, drzwi winny być zaopatrzone w próg wysokości 1 m³⁾.

2. Pomieszczenia, w których może się znajdować gaz świetlny (studzienki zasuwowe i inne na sieci wodociągowej), powinny być wybudowane ze szczególną dbałością o dokładne uszczelnienie ścian. Gaz świetlny, o ile przewod gazowy leży w ulicy w pobliżu przewodu wodociągowego, może łatwo przenikać poprzez złe wykonane ściany studzien murowanych, w wypadku ulatniania się gazu z nieszczelnych połączeń na gazociągu lub odgałęzieniach domowych. W tych warunkach, studzienki winny być zaprojektowane odpowiednio szczelne i izolowane, zaś przejścia rurociągami przez ściany studzienki powinny być opracowane w sposób zabezpieczający przed przenikaniem gazu. Jest to ważne przy rurociągach o większych średnicach, kiedy otwieranie zasuw przez pracownika wymaga dłuższego przebywania (np. 1/2 godz.) wewnątrz studzienki.

Gaz świetlny zawiera ok. 11% tlenku węgla CO, który już w objętości 0,02% w stosunku do powietrza daje najwyższe stężenie, jakie przebywający w studzienie zagazowanej może znieść przez godzinę bez większych uszkodzeń, a zanieczyszczenie tlenkiem węgla w ilości 0,2% w powietrzu już po upływie 1/2 godz. może spowodować ciężkie zatrucie lub śmierć⁴⁾.

Tlenek węgla występuje, choć rzadziej, przy przejściach tunelowych dla magistrali wodociągowych (np. przy przekraczaniu dłuższym tunelem torów stacyjnych).

Odpowiednia wentylacja przejścia tunelowego, rozcieńczająca zbierający się w nim tlenek węgla do stężenia bezpiecznego (dopuszczalnego) jest w tych warunkach konieczna.

³⁾ Patrz: „Gaz, Woda i Technika Sanitarna“ nr 9 z 1952 r.

⁴⁾ Dr Feliks Sekuracki. „O chorobach zawodowych“. Biblioteczka Higieny Pracy. PZWL. 1954.

³⁾ „Przepisy“ o bezpieczeństwie i higienie pracy z okresu od 6.XI.1946 do 29.II.1952 r. „Biblioteka Ochrony Pracy“ — P. W. T. 1952.

W normach radzieckich GOST. 1324—47 określono dopuszczalne stężenie tlenku węgla w powietrzu, jako 0,02 mg/litr⁵).

3. Pomieszczenia, w których stale znajduje się woda (zbiorniki terenowe, zbiorniki w wieżach ciśnień, osadniki, filtry itd.), panuje duża wilgotność i często niska temperatura w stosunku do temperatury na zewnątrz, winny mieć odpowiednio zaprojektowane urządzenia, aby w wypadku przebywania w nich obsługi, wilgotność i temperatura powietrza nie działały szkodliwie na organizm ludzki. Również wykonywane prace (np. czyszczenie filtrów, transport ręczny) winny być w projekcie opracowane, jako zmechanizowane lub tak ułatwione, aby ograniczyć do minimum czas przebywania pracowników w tych pomieszczeniach.

Według M. L. Szewielewa, za normalną uważa się wilgotność względną 40—60%. (Wilgotnością względną nazywa się stosunek ilości pary rzeczywiście zawartej w danej objętości powietrza do ilości maksymalnie możliwej).

Według normy GOST 1324—47 przy pracy ciężkiej w temperaturze średniej 12°—15° C, wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu nie może wynosić więcej niż 80%, gdyż znaczne wydzielanie ciepła przez organizm może wywołać różne choroby na tle przeziębienia.

Przykrycie pomieszczeń wilgotnych (np. zbiornik w wieży ciśnień) — w zakresie możliwości — powinno być zaprojektowane, jako konstrukcja żelbetowa, a nie z drzewa lub żelaza, gdyż prace konserwacyjne i remonty przykrycia wskutek szybkiego gnienia drzewa lub korozji żelaza oraz konieczności wykonywania tych prac bez przerwy w działaniu urządzeń wodociagowych są utrudnione, a często niebezpieczne.

Podłogi pomieszczeń wilgotnych, jeżeli na nich może gromadzić się woda, winny być zaprojektowane z właściwym spadkiem do studzienki zbiorczej, odpowiednio przykrytej celem zabezpieczenia pracownika przed potknięciem się i upadkiem.

4. Pomieszczenia tego rodzaju jak stacje pomp, hydrofony, zbiorniki wody, osadniki, filtry, studnie itd. winny posiadać odpowiednio zaprojektowane oświetlenie (naturalne, sztuczne), którego brak lub niedostateczność może spowodować wypadki przy pracach eksploatacyjnych, a co najmniej obniżyć wydajność i jakość pracy.

Stopień jasności oświetlenia pomieszczeń światłem naturalnym określa norma GOST 3291—46, zaś światłem sztucznym — norma GOST 3825—47.

O ile oświetlenie naturalne wewnętrzne jest mniejsze niż 5% oświetlenia dziennego zewnętrznego, należy przewidzieć włączanie oświetlenia sztucznego; w pomieszczeniach produkcyjnych i składowych (np. zbiornik wody), ważniejszych korytarzach i przejściach, jako współczynnik minimalnej jasności może być jednak przyjęty współczynnik oświetlenia dziennego, $e_{gr} = 3\%$, zaś w zwykłych korytarzach, składach, szatniach, ustępach, natryskach itd. $e_{gr} = 2\%$.

Przy projektowaniu oświetlenia elektrycznego można przyjąć jasność na stanowisku roboczym min. 30 lx (przy oświetleniu ogólnym), ale zwykle — 50 lx, zresztą w zależności od wykonywanej pracy lub przeznaczenia pomieszczenia (przy oświetleniu mieszanym, tzn. łącznie z oświetleniem miejscowym dla danego stanowiska roboczego⁶).

W razie trudności przy zastosowaniu oświetlenia naturalnego przez okna w ścianach zewnętrznych lub świetliki, umieszczone w pokryciu budowli, wskazane jest czasem (np. przy studniach zbiorczych) zapewnić dopływ światła naturalnego przy zastosowaniu cegieł szklanych, jako elementu ścian lub pokrycia, niezależnie od zaprojektowania oświetlenia sztucznego.

Wszelkiego rodzaju wejścia prowadzące do pomieszczeń, które ze względów produkcyjnych mogą nie mieć oświetlenia naturalnego (np. terenowy zbiornik wody), należy projektować jako podwójne tzn. stałe — dla zamknięcia oraz przenośne (z rzadkiej siatki) — dla umożliwienia minimalnego dopływu światła naturalnego (na wypadek wyłączenia oświetlenia elektrycznego) przy zabezpieczeniu przed wejściem osób postronnych do pomieszczenia i uchronienie ich przed wypadkiem.

Niedostateczny dopływ światła naturalnego za pomocą okien do stacji pomp może mieć miejsce np. przy dostoso-

waniu projektu elewacji budynku stacji pomp do pobliskiego otoczenia klasztornego; w tym przypadku należy stosować oświetlenie naturalne z 4 stron pomieszczenia lub świetliki w przykryciu budynku, o ile oświetlenie boczne okaże się niewystarczające (zwykle stosunek powierzchni okien bocznych do powierzchni podłogi winien być 1:4).

W normalnych warunkach odległość parapetu okiennego od podłogi przy oświetleniu bocznym nie powinna być większa niż 1,2 m, zaś szerokość ścian między oknami — niż 2,5 m.

Wszystkie okna i oszklone części dachu powinny być w sposób łatwy i bezpieczny dostępne do mycia i otwierania (w całości lub w części) celem należytego przewietrzania pomieszczenia (wentylację mechaniczną należy przewidywać tylko dla podziemnych pomieszczeń stacji pomp wodociagowych).

5. Pomieszczenia zagłębione poniżej terenu lub podłogi (np. studnie zbiorcze, studzienki z urządzeniami na sieci wodociągowej, komory zasuw na stacjach pomp, zbiorniki itp.) powinny być zaprojektowane w ten sposób, aby wejście do nich i wyjście było bezpieczne i możliwie ułatwione.

Przy głębszych studniach należy przewidzieć schody ew. drabiny oraz pomosty pośrednie, przynajmniej co 3 m dla odpoczynku lub co najmniej — stałe drabiny i klamry z tylnymi zabezpieczeniami co pewien odstęp, które umożliwiają robotnikowi oparcie pleców dla odpoczynku.

Klamry żelazne ϕ 20 mm winny być odpowiednio osadzone w murze w odległości pionowej co 30—35 cm, zaś w planie — w odległości 15 cm między klamrami.

Studzienki wodociągowe na sieci wodociągowej mogą mieć zaprojektowane wejście o szerokości użytkowej wjazdu, co najmniej ϕ 0,60 m. Natomiast pomieszczenia podziemne dla urządzeń wodociagowych (hydrofony, pompy itd.) powinny mieć 2 wejścia, z których jedno — dla stałej obsługi — może być normalnym włazem, natomiast drugie wejście (zapasowe) musi mieć odpowiednie wymiary i być tak urządzone, aby — w razie wypadku — ułatwić wyniesienie chorego lub porażonego prądem pracownika; przy projektowaniu drugiego wejścia należy przewidzieć możliwość wymiany urządzeń wodociagowych (zbiorniczka hydroforowa, pompa itd.). W przypadku, gdy pomieszczenie ma zapewnić dostateczną wentylację naturalną lub sztuczną oraz odpowiednie oświetlenie (naturalne, sztuczne), można pominąć urządzenie drugiego wejścia z normalnym włazem, przystosowując wejście montażowe dla stałego użytku.

6. Stała komunikacja i ew. transport w pomieszczeniach pracy oraz wszelkiego rodzaju przejścia między pomieszczeniami lub stanowiskami roboczymi, znajdującymi się na tych samych lub różnych poziomach, powinny być odpowiednio zaprojektowane na wypadek niebezpieczeństwa wybuchu pożaru itd. lub dla zabezpieczenia pracownika od upadku.

W pomieszczeniu stacji pomp, gdzie projektuje się rezerwowe źródło zasilania w energię elektryczną (np. silnik Diesla, generator) winno być 2 drzwi lub więcej o wymiarach co najmniej 1,20 × 2,0 m otwierające się na zewnątrz. Przejścia pomiędzy maszynami i innymi urządzeniami lub ścianami, włączając ogrodzenia i zabezpieczenia winny mieć szerokość i co najmniej 1,0 m przy silnikach Diesla lub elektrycznych niskiego napięcia, zaś 0,75 m — dla innych maszyn lub urządzeń, o ile specjalne przepisy nie stanowią inaczej (np. odstępy między silnikami wysokiego napięcia co najmniej 1,50 m).

Przejścia dla stałej komunikacji winny mieć szerokość co najmniej 2 m, zaś dla transportu — 1,2 m lub więcej, zależnie od rodzaju transportu.

Zagłębienia, otwory podłogowe lub w terenie, kładki, mostki itd. wewnątrz pomieszczeń lub na podwórzu powinny być ogrodzone mocnymi barierkami o wysokości co najmniej 1,1 m posiadającymi w dole krawężniki wysokości co najmniej 0,15 m. Dostęp do części urządzeń wodociagowych, których obsługa z poziomu podłogi jest niedogodna lub niebezpieczna, należy umożliwić stosując schodki, drabiny i pomosty, z odpowiednimi barierkami i krawężnikami. Szerokość użytkowa schodów, drabin, pomostów roboczych itd., przeznaczonych wyłącznie dla obsługi maszyn i urządzeń, może być 0,5 m, dla stałej komunikacji szerokość schodów powinna wynosić co najmniej 1,2 m, zaś szerokość schodów rezerwowych — 0,75 do 0,80 m.

7. W zakresie bezpieczeństwa pracy w pomieszczeniach, w których znajduje się woda (np. otwarte zbiorniki), lub w których może się zbierać woda z przesączania lub skraplania pary wodnej, należy stosować przy projektowaniu instalacji i urządzeń elektrycznych odpowiednie przepisy

⁵) M. L. Szewielew (tłum.) „Technika bezpieczeństwa w przemyśle maszynowym“, P. W. T. 1953.

⁶) Natężenie oświetlenia (jasność) równe 1 lx (lux) powstaje, gdy strumień świetlny o wartości 1 lm (lumen) oświetla równomiernie powierzchnię 1 m². Ilość potrzebnej energii elektrycznej można przyjąć 0,2—0,35 watów na 1 m² i 1 lux.

budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego „PNE/10” Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego.

W niekorzystnych warunkach pracy, z podłogą dobrze przewodzącą prąd, jako bezpieczne uważa się praktycznie tylko napięcie nie przekraczające 12 V (w suchych warunkach — maks. 36 V), przy którym przeciętny człowiek może jeszcze samodzielnie oderwać się od przewodu.

B. Kanalizacja

Warunki pracy i rodzaje niebezpieczeństw w kanalizacji różnią się przeważnie dla poszczególnych miast i systemów kanalizacji:

a) W miastach posiadających sieć gazową zachodzi niebezpieczeństwo przenikania gazu świetlnego do studzienek rewizyjnych. Biorąc pod uwagę zasadę, że przewody gazowe niskiego ciśnienia układa się nie bliżej linii zabudowy niż 3 m, średniego ciśnienia — niż 5 m, zaś wysokiego ciśnienia — nie bliżej 10 m, byłoby wskazane — w miarę możliwości — stosować tę samą zasadę w stosunku do odległości przewodów gazowych od kanałów i studzienek kanałowych⁷⁾.

W razie konieczności, odległość (w planie) między zewnętrzzną ścianką kanału i gazociągu może być mniejsza, lecz musi wynosić minimum 0,5 m, ze względu na możliwość konserwacji lub napraw przewodów.

b) W miastach posiadających rozwinięty przemysł zachodzi często niebezpieczeństwo tworzenia się gazów duszących, trujących i wybuchowych w kanalizacji podziemnej, zależnie od rodzaju przemysłu. Również — w pewnych wypadkach — przy ściekach z niektórych rodzajów przemysłu, z instytutów naukowo-badawczych itd. powstaje dla obsługi niebezpieczeństwo zakażeń odzwierzęcych, wywołanych przez swoje bakterie chorobotwórcze lub pasożyty (np. pryszczycza, rózycza, wąglik, itd.).

c) Niebezpieczeństwa, wymienione w p. 1 i 2, mogą występować w różnym natężeniu, zależnie od systemu kanalizacji, przewietrzania kanałów oraz od stopnia wstępnego unieszkodliwiania przez użytkowników ścieków przed wpuszczaniem ich do miejskiej kanalizacji.

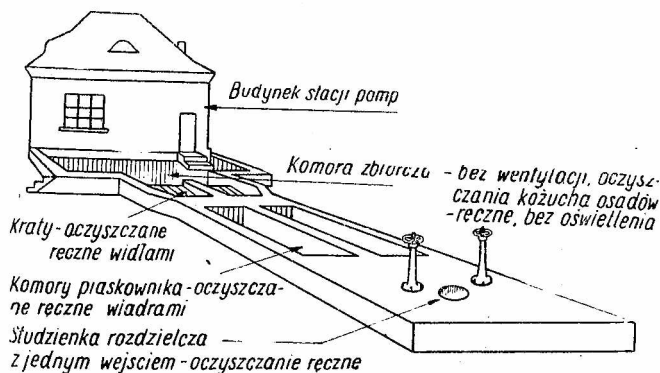
Wobec braków odpowiednich szczegółowych przepisów o projektowaniu kanalizacji, uwzględniających punkt widzenia dla prac eksploatacyjnych, jest wskazane omówić w krótkości zasady projektowania zapobiegawczego kanalizacji.

Pomieszczenia, w których może się znajdować chlor (chlorownie, składy butli z chlorem), winny odpowiadać tym wymaganiom, co i pomieszczenia w wodociągach⁸⁾.

W przypadku stosowania wapna chlorowego, zamiast ciekłego chloru, należy stosować instrukcję OST. 3987.

Pomieszczenia, w których może się znajdować gaz świetlny (studzienki rewizyjne, kanały) winny odpowiadać również tym samym wymaganiom, co i w wodociągach.

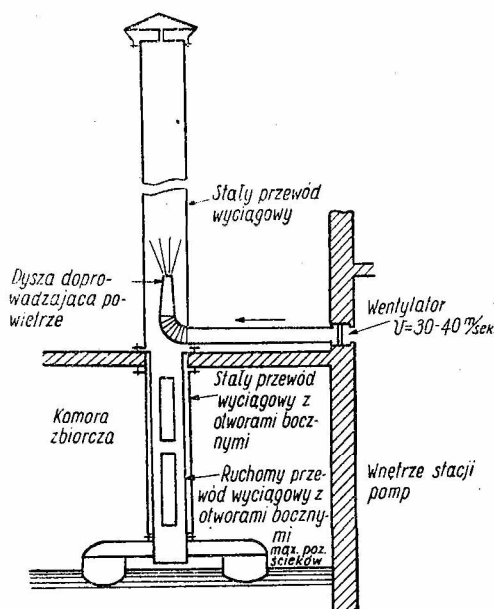
Pomieszczenia, w których mogą się znajdować lub tworzyć gazy duszące, trujące i wybuchowe jak: siarkowodór, chlor, metan, tlenek węgla, amoniak, pary benzyny i inne (w kanałach i studzienkach rewizyjnych, piaskownikach, komorach zbiorczych, studniach osadowo-gnilnych itp.) winny



Rys. 1. Stacja pomp ściekowych (projekt f. Ulen)

⁷⁾ I. A. Koliada. *Technika bezpieczeństwa w gazowym choźajstwie* zawoda, Moskwa, 1951.

⁸⁾ W. F. Kożinow. „Wodosnabżenie” Moskwa 1948.
Z. N. Szyszkin. „Kanalizacja”. Moskwa 1951.



Rys. 2. Urządzenie pływakowe dla stałej wentylacji z dodatkowym urządzeniem eżekcyjnym.

posiadać starannie zaprojektowaną wentylację sztuczną z punktu widzenia wymagań, szczególnie wtedy, gdy projektuje się te pomieszczenia, jako kryte lub gdy istnieją warunki utrudniające wentylację naturalną. Sieć kanałowa jest zwykle dostatecznie wentylowana przez pionowe domowych urządzeń kanalizacyjnych, szczególnie w dzielnicach o wysokiej zabudowie. W przeciętnych warunkach, nie jest konieczne projektowanie dopływu świeżego powietrza do kanalizacji, chyba że z góry przewiduje się w niektórych miejscach sieci skupienia większej ilości gazów. Zwykle jednak projektuje się wpusty świeżego powietrza dopiero po pewnym czasie od uruchomienia sieci kanalizacyjnej, tj. podczas eksploatacji po zlokalizowaniu niebezpiecznych odcinków sieci.

Ruch powietrza nad powierzchnią ścieków, wzbudzony prądem przepływu ścieków, ma z nim jednakowy kierunek i jest intensywniejszy niż ruch powietrza w górnej części kanału, które może mieć kierunek ruchu powietrza odwrotny, zależnie zresztą również i od pory roku⁹⁾. Dlatego też skupienie gazów może być niebezpieczne w dolnej części głównego kolektora, studzienki zasurowej rozdzielczej, piaskownikach, komorach zbiorczych ssawnych itp., w których należy przewidzieć szybkość wymiany powietrza $V_{min} = 0,7-1,25$ m/sek.

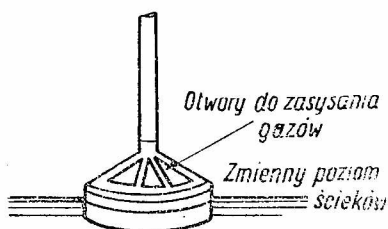
Jak wynika z doświadczenia przy eksploatacji kanalizacji sanitarnej w miastach Ulenowskich, najniebezpieczniejszym miejscem pracy jest komora zbiorcza ssawna, znajdująca się przed stacją przepompowań, z kolei — studzienka zasurowa rozdzielcza, piaskownik i osadniki różnego rodzaju (rys. 1).

Dla bezpieczeństwa pracy w komorze zbiorczej należy stosować przed rozpoczęciem i w czasie pracy wentylację sztuczną z wymianą powietrza co najmniej 30 m³/godz. na 1 robotnika, gdyż wentylacja naturalna (np. przez otworenie włazów) wystarczyć może tylko dla usunięcia metanu. Ze względu na szkodliwe działanie gazów na wentylatory, wskazane jest stosowanie eżektorów, zapewniających stały ciąg powietrza w przewodzie wyciągowym (rys. 2).

W razie projektowania wentylatorów, należy przewidzieć umocowanie końca rury ssącej z otworem na pływaku celem usunięcia najcięższych gazów skupionych tuż nad powierzchnią ścieków w komorze zbiorczej (rys. 3).

Ze względu na ewent. niebezpieczeństwa, towarzyszące pracy w komorze zbiorczej, należy w projekcie przewidzieć 2 zejścia do komory, z których jedno — dla stałej obsługi — może być zwykłym włazem o normalnych wymiarach, natomiast drugie (zapasowe) winno być większe i tak urządzone, aby — w razie wypadku — ułatwiało drużynie ratowniczej wyniesienie zemdlonego lub zatrutego pracownika.

⁹⁾ S. N. Stroganow i D. J. Galcow. „Problem wodosnabżenia i oczyszki stocznych wod g. Moskwy”. 1948.



Rys. 3. Urządzenie pływakowe dla przenośnego wentylatora

Czyszczenie piaskowników przeważnie odbywa się dotąd ręcznie przy pomocy wiader (czepaków), lecz właśnie w tym pomieszczeniu powinno się przewidzieć odsunięcie ludzi od bezpośrednich manipulacji wpływających szkodliwie na zdrowie pracowników i wprowadzić do projektu w możliwie szerokim zakresie mechanizację oczyszczania piaskowników z osadów różnego rodzaju.

Praca ręczna w piaskowniku, znajdującym się w najniższym punkcie sieci, ze względu na gazy, rozpylanie się ścieków w powietrzu przy pracy wiadrami itd., jest niezdrowa, wywołująca różne choroby skórne, wrzody itd., a nawet omdlenia, mimo zdejmowania przykrycia piaskownika na okres pracy przy oczyszczaniu.

Również i czyszczenie krat, znajdujących się między piaskownikiem i komorą zbiorczą ssawną, należy przewidzieć jako zmechanizowane, co zresztą jest stosowane już w niektórych miastach (np. w Częstochowie).

Studzienka zasurowa rozdzielcza również powinna posiadać 2 wejścia i być zwentylowana, podobnie jak komora zbiorcza ssawna. Ponieważ praca w niej odbywa się stosunkowo rzadko, można w projekcie przewidzieć przewietrzanie przy pomocy nie stałego, lecz przenośnego wentylatora z węzłem ssawnym na pływaku (rys. 4).

Dopuszczalne stężenia poszczególnych gazów, wynikające z normy radzieckiej GOST, mogących się znaleźć w pomieszczeniach kanalizacyjnych, należy jeszcze więcej zaostrzyć w wypadku możliwości utworzenia się mieszaniny tych gazów, mogących się skupiać w niektórych miejscach sieci i pomieszczeniach kanalizacyjnych, przy których projektowaniu należy wziąć pod specjalną uwagę możliwość większej koncentracji tych gazów.

Pomieszczenia otwarte i kryte, w których znajdują się ścieki, powinny być dobrze oświetlone (GOST 3291—46 i GOST 3825—47) i starannie ogrodzone.

Pomieszczenie stacji pomp kanałowych (przepompowni ścieków) zwykle projektuje się, nie zwracając większej uwagi na dostateczność oświetlenia niż to ma miejsce przy stacjach pomp wodociagowych (stosunek powierzchni okien bocznych do powierzchni podłogi winien być 1:4).

W rzeczywistości, praca obsługi przy przepompowniach ścieków odbywa się przeważnie w gorszych warunkach (ciasnota miejsca, niedostateczna wentylacja, możliwość stykania się rąk i ciała z nieczystościami itp.), niż przy stacjach pomp wodociagowych, i z tego względu jasność oświetlenia na stanowiskach roboczych (miejscach pracy) należy przewidzieć min. 100 lx, jak to wskazuje praktyka.

Pomieszczenia i urządzenia kanalizacyjne, zagłębione poniżej terenu lub podłogi (np. studzienki rewizyjne, komory zasuw, zbiorniki ścieków, osadniki wszelkiego rodzaju itd.) powinny być również zaprojektowane według zasad podanych w p. 5 cz. A dla wodociągów.

Stała komunikacja i ew. transport na stacjach pomp kanałowych (przepompowniach ścieków), oczyszczalniach ścieków, w kanałach przełazowych itd. winny być zaprojektowane odpowiednio dla zabezpieczenia obsługi przed wypadkami.

Niezależnie od zasad podanych w p. 6 cz. A dla wodociągów, wskazane jest uwzględnić następujące wskazówki:¹⁰⁾

„Kanały wymagające wchodzenia do nich ludzi nie powinny mieć spadku bardziej stromego jak 1:10. Zdarzające się krótkie odcinki o spadku bardziej stromym muszą posiadać na swym górnym końcu zamknięcie za pomocą drążka żelaznego lub kraty, które wolno otwierać tylko przejściowo na czas czyszczenia kanału i to tylko wtedy, gdy bez utworzenia nie można wykonać tej czynności. W odcinkach

takich należy umieścić o ile możliwości poręczę do trzymania się lub ułożyć chodnik w postaci schodów.

W miejscach opadania kanału wprost w dół, należy umieścić studzienkę zabezpieczoną od strony kanału drążkiem żelaznym lub kratą, których czasowe usuwanie jest dozwolone tylko w celu czyszczenia kanału i w razie koniecznej potrzeby.

Urządzenia kanalizacyjne założone w różnych poziomach, jak np. przelewy burzowe, powinny być połączone ze sobą schodami komunikacyjnymi dla obsługi, zaopatrzonymi w silne poręczę albo żelaznymi drabinami lub wmurowanymi klamrami¹¹⁾.

Dostęp do miejsc dla otwierania zasuw kanałowych przy studniach osadowo-gnilnych itp. winien być tak zaprojektowany, aby wykluczyć np. stawanie dla otwarcia zasuw na ścianie koryta obwodowego lub w innym miejscu, nie zabezpieczającym przed wypadkiem.

Pomieszczenia (np. studzienki przepadowe na kanałach) i urządzenia oczyszczalni (filtry zraszane, studzienki kaskadowe na odpływie ze studzien Imhoffa itp.) winny być tak zaprojektowane, aby przy robotach eksploatacyjnych i konserwacyjnych można było ograniczyć do minimum wpływ rozpylonych w powietrzu kropelek ścieków na zdrowie obsługi.

Studzienki przepadowe winny być zaprojektowane w ten sposób, aby ścieki nie spadały z pewnej wysokości, lecz były odprowadzane przewodem aż do dna studzienki.

Niezależnie od środków ochrony i higieny osobistej, w której każdy zakład pracy ma obowiązek zaopatrzyć pracowników¹²⁾, na terenie oczyszczalni ścieków ze względu na stałą styczność ze ściekami, gazami, nieczystościami przy pracy w piaskownikach i kratkach, osadami ze studzien osadowo-gnilnych, przy zbieraniu kożucha z osadników z różnych urządzeń kanalizacyjnych oraz osadów z poletek do suszenia osadów, przy pracy w powietrzu z rozpylonymi kroplami ścieków itd. — obsługa oczyszczalni ścieków winna mieć przewidziane w projekcie odpowiednie pomieszczenia z niezbędnymi urządzeniami dla obsługi, jako zatrudnionej przy pracach szczególnie brudzących i niebezpiecznych np.

1. Przy polach zraszanych — budki z miejscem na umywalnię, zbiorniczek na wodę do picia (o ile nie ma przewodów wodociagowych), miejsce dla podgrzewania i zjedzenia posiłku oraz dla schronienia się przed opadami atmosferycznymi.

2. Przy różnych osadnikach, kratkach, komorach zbiorczych, poletkach do suszenia osadów oraz przy filtrach zraszanych (przemycanie materiałów) — pomieszczenia-schroniska w budynku laboratorium, stacji pomp itd. blisko miejsc pracy z możliwością podgrzewania i zjedzenia posiłku, umywalnie z gorącą wodą, klozety, łaźnia lub ciepły natrysk, miejsce dla suszenia odzieży zawodowej, szatnię itp.

3. Przy innych urządzeniach oczyszczalni ścieków i stacjach pomp itp. — co najmniej pomieszczenie dla podgrzewania i zjedzenia posiłku, umywalnia, klozety, szatnia itd.

W zasadzie, w projekcie należy dążyć do pełnej lub częściowej mechanizacji oraz — w pewnym zakresie — automatyzacji, przewidując jednocześnie możliwość obsługi ręcznej tych urządzeń i stosownie do tego przewidzieć na wszelki wypadek urządzenie sanitarno-socjalne w większym co najmniej zakresie niż wynikałoby to z liczby obsługi przy pełnej lub częściowej mechanizacji i centralizacji procesu technologicznego w zakładzie pracy.

Dotychczas w resorcie gospodarki komunalnej nie wydano szczególnych przepisów dla branży wodociągów i kanalizacji, gdyż ramowe rozporządzenie ministrów z dn. 6.XI.46 r. o ogólnych przepisach dotyczących bhp nasuwa często biurom projektowym trudności przy projektach dotyczących budowy lub przebudowy zakładów wodociagowo-kanalizacyjnych, np. sprawa projektowania umywalk przy jadalni oraz ich ilości, kabin higienicznych itd.¹³⁾

Nowe przedsiębiorstwa w ZSRR budowane są z uwzględnieniem wszystkich wymogów bhp. Biurom projektowym zabroniono dopuszczania do najmniejszych choćby odchyśleń od zatwierdzonych przez rząd przepisów i norm sanitarnych. Związki zawodowe czuwają bacznie nad tym, aby przy projektowaniu i budowie nowych zakładów oraz przy rozszerzaniu starych przedsiębiorstw przestrzegano ściśle wszystkich przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

¹¹⁾ Rozporządzenie z dn. 6.XI.1946 r. (Dz. U. R. P. Nr 62, poz. 344, rozdział IV).

¹²⁾ „Wytyczne dla urządzenia kabin higieny osobistej dla kobiet”. Wydawn. Państwowej Inspekcji Sanitarnej Min. Zdrowia.

¹⁰⁾ „Wodociągi i kanalizacja”. Broszura nr 25 z serii Ochrony Pracy, wydanej przez Min. Pracy i Op. Społecznej. 1948 r.

III. Sposoby zapewnienia postępu technicznego w dziedzinie BHP w projektach wodociągów i kanalizacji

Ciągły związek postępu technicznego i techniki bezpieczeństwa, możliwy tylko w krajach socjalistycznych, zabezpiecza prawidłowe rozwiązanie zagadnień BHP przy projektowaniu i budowie nowych, jak i przy przebudowie starych zakładów i urządzeń w zakresie wodociągów i kanalizacji.

Prawidłowe ustawienie maszyn i urządzeń, zapewniające bezpieczeństwo ich obsłudze, mechanizacja pracy ręcznej zle odbijającej się na zdrowiu pracujących, staranna wentylacja oraz naturalne wzgl. sztuczne oświetlenie pomieszczeń i stanowisk roboczych, urządzenia sanitarno-socjalne (umywalki, ustępy, łazienki, szatnie, suszarnia mokrej odzieży zawodowej, jadalnie itd.) tworzą warunki dla pracy bezpiecznej i wysokowydajnej.

Konieczne jest, aby zagadnienia BHP były rozwiązywane przy opracowywaniu przez projektantów procesu technologicznego, urządzeń elektrycznych i mechanicznych, budynków itp. i były uważane, jako podstawowe zagadnienia przy projektowaniu wodociągów i kanalizacji.

Należy przy opracowywaniu projektu zająć się zbadaniem sposobów zapobiegania, osłabienia lub usunięcia szkodliwych czynników i nieprzyjanych warunków, znajdujących się w środowisku otaczającym człowieka przy pracy w zakładzie wodociągowo-kanalizacyjnym.

W miarę możliwości, opracowywania projektu pod względem wymagań BHP nie należy dokonywać pojedynczo, w ramach poszczególnych branż, lecz przede wszystkim w ramach całego zespołu wielobranżowego, ze specjalnym nastawieniem na cele BHP, co ma wielką wartość dydaktyczną (dla całego zespołu) i praktyczną (łatwiejsze spostrzeżenie braków i nieprawidłowości).

Z powyższego wynika, że zagadnienia wodociągowe i kanalizacyjne ze względu na znaczną ilość branż towarzyszących, z którymi trzeba będzie wspólnie omawiać i uzgadniać rozwiązania problemów związanych z wymaganiami BHP będą czasem napotykały na trudności, wywołane dość szerokim choć dotąd nie ustalonym zakresem tych uzgodnień.

W wyniku współpracy przy projekcie nad wymaganiami BHP każda część branżowego projektu wstępnego powinna zawierać krótką charakterystykę rozwiązania swych zagadnień z punktu widzenia BHP, oddzielnie dla poszczególnych części: architektoniczno-budowlanej, energetycznej, mechanicznej, konstrukcyjnej itd.

Projektant części technologicznej z zakresu techniki sanitarnej, który najlepiej zna zagadnienia eksploatacji i niebezpieczeństwa, grożące pracownikom produkcyjnym wodociągów i kanalizacji, powinien nie tylko opracować część technologiczną z uwzględnieniem punktu widzenia BHP, ale również winien wskazać na miejsca i rodzaj niebezpieczeństw oraz współpracować z branżami towarzyszącymi przy ustalaniu środków zapobiegających, poprawiających lub usuwających szkodliwe warunki pracy, które każdy projektant winien szczegółowo rozpracowywać w zakresie swej branży.

Dla ułatwienia pracy głównego projektanta, który również ma obowiązek czuwać nad kompleksowym rozwiązaniem zagadnień BHP w kierowanym przezeń projekcie, można orientacyjnie ustalić pewną kolejność zagadnień przy prowadzeniu przeglądu opracowywanej dokumentacji technicznej z punktu widzenia BHP, a mianowicie:

Teren i otoczenie budynków

1. Ogólny układ terenu i budynków. Rodzaj zabudowy terenu, odpowiednie odległości między budynkami. Pomieszczenia na paliwo, smary, gazy techniczne, materiały łatwopalne itd. Pomieszczenia sanitarno-socjalne. Ogrodzenie rowów, zagłębień i nierówności terenu oraz zabezpieczenie zajęć, schodów, ramp, pomostów do ładowania itd. Swoboda ruchu i pracy w terenie.

Otoczenie budynków. Właściwa nawierzchnia podwórza, zabezpieczenie odprowadzenia wód opadowych, dogodne dojazd do budynków, garażów, składów itd., chodniki dla ruchu pieszego, dostateczne odstępy dróg od ścian budynków itd., zapewnienie naturalnego przewietrzania i oświetlenia (naturalnego, sztucznego) podwórza, właściwe położenie budynków w stosunku do stron świata i kierunku panujących wiatrów, strefy ochronne (izolacyjne), dobór zadrzewienia, zakrzewienia itp.

Budynki i urządzenia

1. Budynki zasadnicze i pomocnicze; właściwe ich położenie na terenie zakładu, odpowiednie zabezpieczenia na wypadek pożaru itd. Dogodne wejścia i wyjścia, wyjścia zapasowe (drzwi, schody, drabiny). Dostateczność budynków i ich rozmieszczenie. Ogrzewanie w zimie, wentylacja, oświetlenie itd. Dostateczność pomieszczeń i urządzeń higieniczno-sanitarnych.

2. Urządzenie budynków i pomieszczeń.

a. Schody, przejścia, pomosty, kładki. Bezpieczne wejście i wyjście, zabezpieczenie wewnętrznych przejść, pomostów itp., bezpieczne kładki i przykrycia osadników itp., zapasowe schody, drabiny, pomosty, kładki itp., zabezpieczenie otworów w podłodze itd.

b. Oświetlenie. Naturalne: dostateczne wymiary i kształt otworów okiennych, świetlików, użycie cegiełek szklanych, krat, siatek itd., łatwy i bezpieczny dostęp do mycia okien i świetlików, umożliwienie przewietrzania przez okna, świetliki, siatki itd.

Sztuczne: dostateczność i właściwość oświetlenia powierzchni, stanowisk roboczych, wszelkiego rodzaju przejść, pomostów, kładek itd.

c. Przewietrzanie. Wentylacja naturalna niezorganizowana (infiltracja) i jej dostateczność. Wentylacja naturalna zorganizowana (aeracja, deflektory).

Dostateczność wentylacji sztucznej (wentylatory, eżektory).

d. Piorunochrony. Zabezpieczenie budynków i urządzeń.

e. Urządzenia elektryczne. Zabezpieczenie przewodów i urządzeń elektrycznych przed wpływem wilgoci, uszkodzeniami mechanicznymi itp., ogrodzenia silników i urządzeń elektrycznych, przyrządy automatyczne do wyłączania prądu (bezpieczniki), urządzenia rozdzielcze i wyłączniki, uziemienia ochronne i zerowanie, stosowanie niskich napięć (12.V. do 36—40 V).

f. Urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne właściwe rozmieszczenie, bezpieczny i dogodny dostęp do zasuw, przewidzenie tabliczek orientacyjnych dla zasuw, hydrantów itd., doprowadzenie wodociągu do miejsc pracy szczególnie brudzącej lub niebezpiecznej, właściwe rozmieszczenie umywalk, ustępów, natrysków itp.

g. Urządzenia mechaniczne. Ogrodzenie ruchomych części mechanizmów, zabezpieczenie ich przed przypadkowym uruchomieniem, sygnalizacja i automatyzacja dla zapobiegania wypadkom, dogodność przejść między maszynami, odpowiednie oświetlenie miejsc pracy itd.

h. Urządzenia chlorujące i podobne. Dogodne i bezpieczne rozmieszczenia chloratorów, butli z chlorem, aparatów i urządzeń dozujących chlor, wapno chlorowe i inne chemikalia, odrębne przewietrzanie tych pomieszczeń lub miejsc, wyjście awaryjne, sygnalizacja alarmowa.

i. Urządzenia pod ciśnieniem. Odpowiednie zabezpieczenie aparatów i przewodów, oddzielne pomieszczenia przy większych kompresorach, dmuchawach itd., odpowiednie pomieszczenia, wyjście awaryjne, sygnalizacja alarmowa.

j. Transport wewnętrzny. Zastosowanie bezpiecznego ręcznego przenoszenia ciężarów i innych robót transportowocuciągowych (złocza, wielokrążki różnicowe, wciągarki i podnośniki ręczne, wózki wszelkiego rodzaju itp.), obciążenie transportu mechanicznego (wózki mechaniczne, różne mechanizmy wyciągowe). Wytrzymałość urządzeń uchwytowych (łańcuchy, liny).

Urządzenia na sieci wodociągowej

1. Studzienki. Odpowiednie zabezpieczenie dla zejścia i wyjścia w studzienkach zasuwowych, z odpowietrznikami, spustami itp., zabezpieczenie przed przenikaniem gazu świetlnego, użycie właściwych włazów itd., tabliczki orientacyjne dla zasuw, hydrantów itd.

2. Hydrofornie podziemne, studnie zbiorcze, przejścia tunelowe. Odpowiednie zejście i wyjście, dostateczne oświetlenie, odpowiednia wentylacja (naturalna, sztuczna), ogrodzenia zabezpieczające.

Urządzenia na sieci kanalizacyjnej

1. Kanały. Dokładne przewietrzanie naturalne, szczególnie dolnych odcinków sieci, zabezpieczenia komunikacyjne przy kanałach przełazowych i o dużych spadkach (schody, poręcze, kraty itd.).

2. Studzienki. Odpowiednie zabezpieczenie przy zejściu i wyjściu w studzienkach rewizyjnych, węzłowych i przepadawowych, zabezpieczenia przed przenikaniem gazu świetlnego,

ochrona przed rozpryskiwaniem ścieków w studzienkach przepadawych, użycie właściwych włazów itd.

Wymienione zagadnienia nie obejmują wszystkich zagadnień, na które należy zwrócić uwagę, przy rozpatrywaniu projektu wodociągów i kanalizacji, lecz praktyka na pewno wskaże drogę i kierunek dla najlepszych rozwiązań projektowych, w pełni uwzględniających wysunięte przez Partię i Rząd zadanie likwidowania wypadków przy pracy, jako niechlubnej pozostałości kapitalistycznego zacofania.

Mgr inż. STEFAN MIERZEJEWSKI

Rola i zadania energetyka w biurach projektowych budownictwa komunalnego

Zagadnienia energetyczne stanowią bardzo ważny, a często niedostatecznie doceniany problem przy sporządzaniu dokumentacji technicznych, opracowywanych przez Biura Projektowe Budownictwa Komunalnego.

Zarówno inwestor, jak i projektanci urządzeń sanitarno-wodociagowych i innych urządzeń branżowych, które wymagają zastosowania urządzeń i napędów elektrycznych, są na ogół z zagadnieniami energetycznymi mało obeznani.

Należyte rozwiązanie zagadnień energetycznych, należyty dobór urządzeń napędowych, dostosowanie ich do wymogów i postępu techniki, stanowią podstawę i gwarancję bezpieczeństwa ruchu urządzeń i racjonalnej ich eksploatacji.

Opracowanie dokumentacji urządzeń elektrycznych może się odbywać dopiero po zakończeniu opracowania założeń projektowych i projektu wstępnego urządzeń sanitarno-wodociagowych itp. i opiera się na rozpracowanym przez pracownię branżowe procesie technologicznym.

Niedostateczne uwzględnienie przy opracowaniu dokumentacji branżowej w pierwszym stadium jej opracowania zagadnień energetycznych odbija się w bardzo niekorzystny sposób na racjonalnym rozwiązaniu dokumentacji energetycznej i niejednokrotnie stawia projektanta tych urządzeń w położeniu przymusowym, gdy zmuszony jest on do przyjęcia rozwiązań nienależycie dobranych z tego jedynie powodu, że dokumentacja branżowa takie rozwiązania przyjęła.

Niejednokrotnie inwestor, dążąc do skrócenia lub dotrzymania terminów wykonania inwestycji, opiera się niejednokrotnie na bardzo problematycznych danych zawartych w dokumentacji branżowej i zamawia na ich podstawie urządzenia energetyczne, całkowicie niedostosowane do właściwych rozwiązań. Inwestor żąda od projektanta przyjęcia tych urządzeń przy opracowaniu dokumentacji energetycznej, ponieważ urządzenia te zostały już zamówione lub dostarczone.

Zagadnienie mechanizacji i automatyzacji poszczególnych urządzeń wymaga stałej współpracy energetyka z pracownikami branżowymi i czuwania nad dostosowaniem rozwiązań branżowych do wymogów nowoczesnej energetyki od pierwszego okresu opracowywania dokumentacji.

Na podstawie mojej dotychczasowej współpracy z biurami projektowymi stwierdziłem, że pomiędzy wytwórniami pomp, wentylatorów, turbodmuchaw itp., które to urządzenia mechaniczne wymagają napędów elektrycznych, a wytwórniami silników elektrycznych na ogół brak jest należytej współpracy. Dobór zatem należytego napędu elektrycznego, tak pod względem elektrycznym, jak i mechanicznym, należyte dostosowanie tego napędu do warunków lokalnych i procesu technologicznego, jest zagadnieniem specjalnym i niejednokrotnie skomplikowanym, którego bez udziału energetyka nie da się należyście i racjonalnie rozwiązać.

Z tych zatem powodów przy biurach projektowych konieczne jest utworzenie stanowiska głównego energetyka, który powinien mieć, niezależnie od działalności projektowej pracowni elektrycznej, następujące zadania:

1) Utrzymywanie łączności pomiędzy poszczególnymi działami branżowymi w zakresie zagadnień energetycznych.

2) Konsultacje i pomoc przy zestawianiu i opracowywaniu danych wyjściowych przez poszczególne działy branżowe, koniecznych dla zaszeregowania i rozpoczęcia pracy przy dokumentacji urządzeń energetycznych.

Związek projektowania z praktyką, zasada wzajemnego sprawdzania teorii praktyką i praktyki teorią, stanowią fundament rozwoju i postępu przede wszystkim dla rozwiązywania zagadnień BHP.

Pełne i właściwe wykonanie uchwały Prezydium Rządu przez wszystkich biorących udział w opracowywaniu dokumentacji technicznej pozwoli na polepszenie i usprawnienie walki z wypadkami i chorobami zawodowymi oraz dopomoże klasie robotniczej w jej walce o postęp techniczny.

3) Pomoc i udział w konferencjach przy ustalaniu kategorii odbioru urządzeń elektrycznych przez inwestora, zgodnie z wymogami procesu technologicznego opracowanego przez działy branżowe.

4) Pomoc przy uzgadnianiu wybranych kategorii odbioru urządzeń elektrycznych z Państwową Inspekcją Energetyczną, wzgl. z Zakładami Zbytu Energii.

5) Pomoc przy uzgadnianiu opracowywanej dokumentacji z wymogami i przepisami TOPL.

6) Dobór i kontrola typów i rodzajów napędów elektrycznych dla urządzeń energetycznych, wchodzących w zakres dokumentacji branżowej (agregaty pompowe, wentylatory, turbodmuchawy itp.).

7) Czuwanie nad należytym zaopatrzeniem działów branżowych w konieczne i aktualne katalogi energetyczne.

8) Udział w obradach Narad Technicznych przy rozpatrywaniu projektów energetycznych.

9) Inicjowanie zastosowania mechanizacji i automatyzacji przy rozwijaniu procesów technologicznych, wchodzących w zakres dokumentacji branżowych.

10) Współpraca z Działem Weryfikacji i opiniowanie poszczególnych bardziej skomplikowanych zagadnień, wchodzących w zakres opracowania dokumentacji energetycznej, przed oddaniem takowej pod obrady Narady Technicznej.

11) Łączność i współpraca z nac. specjalistą energetyki centrali.

12) Konsultowanie i opieka nad opracowaniem projektów specjalnie ważnych i priorytetowych.

13) Śledzenie nad postępem technicznym i sygnalizowanie pracownikom branżowym o nowych metodach pracy projektowej i nowych rozwiązaniach technicznych.

14) Opieka nad biblioteką naukowo-techniczną.

15) Ewentualna współpraca przy wydawaniu Biuletynu Technicznego, zawierającego krótkie recenzje nowych wydawnictw technicznych tak krajowych, jak i zagranicznych oraz wzmianki o ważniejszych artykułach. W przypadku ukazania się wydawnictw specjalnie ważnych i interesujących, ew. dyskusowanie takowych z pracownikami zainteresowanymi działów branżowych i tłumaczenie ich na język polski.

Niezależnie od zagadnień omówionych powyżej, jednym z bardzo ważnych zagadnień wchodzących w zakres pracy gl. energetyka jest zagadnienie wprowadzenia do większych agregatów pompowych i innych urządzeń z napędem elektrycznym silników synchronicznych.

Silniki tego typu są produkowane w kraju, poczynając od mocy 22 do 2100 kW.

Silniki synchroniczne dają możliwość kompensowania prądów bezwzględnych i poprawy współczynnika mocy ($\cos \varphi$) w urządzeniach rozdzielnych, na skutek czego osiągnąć można lepsze wykorzystanie tych urządzeń i niejednokrotnie korzystniejsze taryfy za zużycie energii elektrycznej. Rozruch silników synchronicznych przy zastosowaniu dodatkowego uzwojenia klatkowego nie następuje żadnych trudności, ponieważ silnik rusza jako silnik asynchroniczny, krótkozwarty, a synchronizacja następuje przez włączenie prądu wzbudającego.

Rozwijany przez silniki synchroniczne moment synchronizacji wynosi ok. 50% momentu znamionowego, moment poaciagowy równy jest 100% momentu znamionowego, a prąd rozruchu wynosi ok. 400—500% prądu znamionowego, co jest

zupełnie dopuszczalne przy urządzeniach rozdzielczych w obrębie zakładu przemysłowego i wystarczające dla uruchomienia agregatu pompowego przy zaworach zamkniętych.

Jest rzeczą znaną, że pomimo wielkich zalet i korzyści, wynikających z zastosowania silników synchronicznych w urządzeniach energetycznych, silniki tego typu są na ogół mało stosowane do napędów agregatów pompowych przy instalacjach wodociągowo-sanitarnych.

W. DZIUBA, J. OSTASZEWICZ

Sposoby określania rejonów i stopnia zagrożenia rurociągów przez prądy błądzące

Tory tramwajów lub kolei elektrycznych, stosujące szyny jako jeden z przewodników prądu, nie dają się nigdy całkowicie izolować od ziemi, wskutek czego część prądu trakcyjnego odgałęzia się z szyn i płynie przez ziemię oraz ułożone w niej metalowe rury wodociągowe, gazociągowe, powłoki kabli itp. Te prądy odgałęzione, zwane „błądzącymi“, gdyż trudno przewidzieć ich rozptyw, opuszczają urządzenia podziemne, by znów powrócić do szyn i ujemnego bieguna podstacji (rys. 1).

W miejscu upływu z rur prądy błądzące zabierają wskutek zachodzącej elektrolizy cząsteczki metalu, powodując osłabienie ścianek, a w końcu uszkodzenie danego urządzenia. Ponieważ w zachodzącym tu procesie elektrolizy, podziemne rurociągi spełniają w rejonach upływu prądu rolę anody, więc strefy, w których zachodzi zabieranie cząstek metalu nazywają się strefami anodowymi urządzeń podziemnych.

Trudno jest ująć liczbowe straty wynikające wskutek korozji od prądów błądzących. Istniejące statystyki w poszczególnych krajach oceniają zawsze sumaryczne straty od wszelkich rodzajów korozji i podają tylko orientacyjne, niezbyt dokładne dane.

Według niektórych autorów roczne straty żelaza w ZSRR wynoszą do 10 milionów ton. Źródła amerykańskie szacują straty wywołane korozją w USA na kilka miliardów dolarów rocznie. Ogólnie ocenia się, że korozja niszczy ok. 2% żelaza znajdującego się w użyciu.

Skutek działania prądów błądzących stanowi oczywiście tylko pewien procent przytoczonych liczb. W miastach posiadających sieci tramwajowe prądu stałego procent ten jest znaczny i obejmuje zwykle większość wszystkich uszkodzeń korozyjnych, natomiast w rejonach pozbawionych źródeł prądów błądzących — spada do zera.

Nie wiadomo, jak wielkie straty powodują prądy błądzące w Polsce. Brak jest odpowiednich statystyk, a oprócz tego personel przedsiębiorstw eksploatujących urządzenia podziemne nie zawsze potrafi odróżnić uszkodzenia wywołane działaniem prądów błądzących od uszkodzeń spowodowanych korozją ziemną. Pomimo to wiadomo, że liczba uszkodzeń wywołanych korozją elektrolityczną jest bardzo znaczna i ciągle wzrasta. O występowaniu licznych uszkodzeń sygnalizują przedsiębiorstwa wodociągowe, gazociągowe, energetyczne i telekomunikacyjne w największych miastach Polski, mianowicie w Warszawie, Łodzi, Poznaniu, Wrocławiu oraz na terenie Śląska. Duże straty wskutek korozji elektrolitycznej zanotowano również w Bydgoszczy i Elblągu.

Istnienie bardzo poważnego zagrożenia wielu urządzeń podziemnych stwierdziły także badania Zakładu Trakcji Elektrycznej Instytutu Elektrotechniki, centralnej placówki naukowo-badawczej zajmującej się zagadnieniem prądów błądzących. Pomiary przeprowadzone przez Zakład Trakcji I. El. w Bydgoszczy, Poznaniu, Warszawie i Elblągu ujawniły, że przyczyną szkodliwych prądów błądzących jest zły stan tramwajowych sieci powrotnych. Oprócz tego na terenie Bydgoszczy i Poznania zasadniczym źródłem prądów błądzących jest kablowa sieć energetyczna prądu stałego niewłaściwie utrzymywana i powodująca odgałęzienie od ziemi prądów o bardzo dużych natężeniach. Np. w jednej z rur wodociągowych na terenie Poznania stwierdzono przepływ prądów błądzących o natężeniu ok. 200 A, pochodzących z sieci energetycznej. W tych warunkach zrozumiałe jest występowanie częstych i poważnych uszkodzeń.

Obecny stan rzeczy jest niezawodnie wynikiem konserwatywności zarówno wśród projektantów urządzeń sanitarno-wodociągowych, jak i wśród inwestorów.

Ze względu na to, że stosowanie silników synchronicznych daje poważne korzyści gospodarcze i że w innych krajach uprzemysłowionych, w pierwszej linii na terenie Związku Radzieckiego, znalazły one szerokie zastosowanie, należałoby i u nas zastosowanie silników synchronicznych znacznie rozszerzyć.

W Warszawie prądy błądzące utrudniały uruchomienie gazociągu na jednym z mostów, stwarzając niebezpieczeństwo powstania iskry i zapłonu gazu. Badania przeprowadzone przez Zakład Trakcji I. El. ujawniły, że przez rurociąg przepływa prąd o wartości dochodzącej do 120 A. Po zainstalowaniu w gazociągu złączy izolujących zmniejszyło się natężenie prądów błądzących, tak że można było oddać rurociąg do eksploatacji w przewidzianym terminie. Oprócz sieci tramwajowej, w Warszawie istnieje jeszcze drugie źródło poważnych prądów błądzących, a mianowicie zelektryfikowana linia średnicowa PKP.

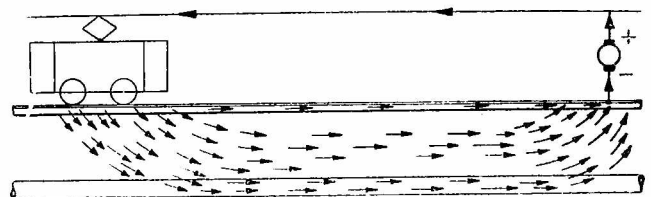
Dalszy szybki rozwój sieci tramwajowych, elektryfikacja kolei oraz jednoczesna rozbudowa sieci urządzeń podziemnych w miastach, sprzyjają powstawaniu coraz większej liczby uszkodzeń korozyjnych, tak że zagadnienie walki z prądami błądzącymi staje się bardzo ważne dla gospodarki narodowej.

Dowodem konieczności energicznej walki z korozją elektrolityczną jest wydanie przez PKPG „Instrukcji o zapobieganiu i zwalczaniu korozji elektrolitycznej powodowanej prądami błądzącymi“, stanowiącej załącznik do Zarządzenia Przewodniczącego PKPG nr 8 z dn. 12.1.1953 r. (Biuletyn PKPG nr 2 z dnia 23 stycznia 1953 r.). Do chwili ukazania się nowych przepisów Instrukcja PKPG posiadała moc obowiązującą i zalecenia w niej podane powinny być ściśle przestrzegane zarówno przez przedsiębiorstwa trakcji elektrycznej, jak i użytkowników urządzeń podziemnych, a więc m. in. przedsiębiorstwa wodociągowe, gazociągowe itp. Celem i zasadniczym zadaniem Instrukcji jest zmniejszenie liczby uszkodzeń elektrolitycznych tak przez odpowiednie projektowanie i utrzymywanie trakcyjnych sieci powrotnych jako źródeł prądów błądzących, jak również i przez stosowanie zaleconych metod ochrony, włącznie z najnowszymi, dotychczas w Polsce nie wprowadzonymi metodami elektrycznymi, jak drenaż elektryczny czy ochrona katodowa.

Zagrożenie uszkodzeń podziemnych

Przed przystąpieniem do projektowania ochrony jakiegokolwiek urządzenia podziemnego trzeba zdać sobie sprawę z tego, czy i w jakim stopniu urządzenie to jest zagrożone korozją elektrolityczną oraz jak wielka jest strefa tego zagrożenia. Określenie rejonu, a tym bardziej stopnia zagrożenia rurociągu przez prądy błądzące, jest dość trudne. Jednoznaczna odpowiedź daje wystąpienie uszkodzenia na podziemnym obiekcie — wtedy jest rzeczą jasną, że dane urządzenie winno być chronione, ażeby zapobiec dalszym stratom.

Ponieważ jest to jednak stwierdzenie post factum, należy starać się o określenie rejonu i stopnia zagrożenia oraz o zastosowanie metod ochronnych jeszcze przed wystąpieniem uszkodzeń, a przy projektowaniu nowych rurociągów — jeszcze przed ich ułożeniem.



Rys. 1. Powstawanie i rozptyw w ziemi prądów błądzących

Każde przedsiębiorstwo eksploatujące urządzenia podziemne w mieście posiadającym sieć tramwajową, powinno znać rejon, w których ułożone rurociągi lub kable narażone są na uszkodzenia przez prądy błędzące. Znajomość tych rejonów ułatwi projektowanie tras nowych urządzeń oraz eksploatację istniejących. Tak więc poszczególne przedsiębiorstwa wodociągowe i gazociągowe powinny we własnym zakresie przeprowadzić badanie stopnia zagrożenia eksploatowanych rurociągów i wyznaczyć strefy niebezpieczne na terenie miasta, a w przypadkach, gdzie konieczne jest zastosowanie ochrony przed korozją, zwracać się do odpowiedniej placówki, która zaprojektuje urządzenie ochronne.

Istnieje kilka sposobów określenia rejonów i stopnia zagrożenia, przy czym zawsze jako podstawową wskazówkę przyjmuje się, że uszkodzenia występują najczęściej:

- w pobliżu miejsc przyłączenia kabli powrotnych do szyn tramwajowych,
- w pobliżu torów tramwajowych w miejscach o silnym i stałym zawilgoceniu oraz w miejscach zawierających sole, kwasy i zasady,
- przy skrzyżowaniach rurociągów z torami tramwajowymi,
- w miejscach zbliżenia rurociągu do szyn, jeśli rurociąg biegnie na dłuższej trasie wzdłuż torów.

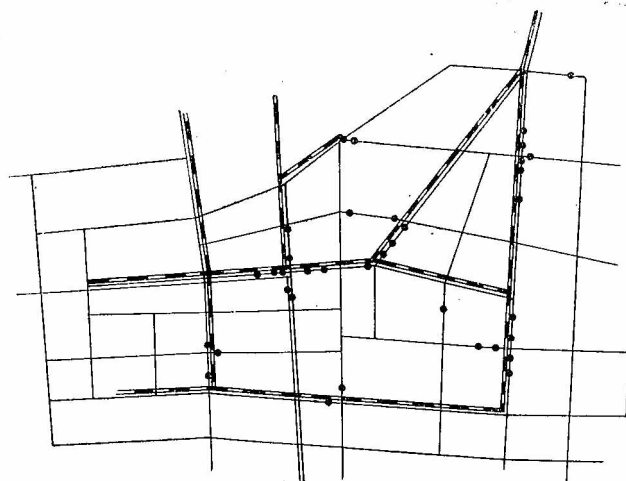
Oczywiście podane przypadki nie wyczerpują wszystkich ewentualności. Rozpływ i natężenie prądów w ziemi są niemożliwe do ścisłego określenia, a wskutek tego trudne jest przewidzenie wszystkich miejsc, w których wystąpią uszkodzenia. Jedynie pomiary i wieloletnia obserwacja pracy sieci urządzeń podziemnych pozwalają na dokładne określenie rejonów zagrożenia. Stąd też wynikają dwie metody pozwalające na wykrycie miejsc i stopnia niebezpieczeństwa korozji.

Metoda statystyczna określania rejonów zagrożenia

Wyznaczenie rejonów zagrożenia oparte jest w tym przypadku na statystykach uszkodzeń rurociągów. Statystyki takie są prowadzone przez przedsiębiorstwa gazociągowe i wodociągowe zwykle w formie mało przejrzystej. Jednakże takie dane o urządzeniach można wykorzystać w celu określenia rejonów niebezpiecznych, szczególnie jeśli są zebrane z okresu kilkuletniego.

Sposób jest bardzo prosty i nie wymaga właściwie prawie wcale nakładu pracy. Chodzi o to, ażeby każde stwierdzone uszkodzenie wywołane prądami błędzącymi prócz zanotowania w prowadzonym zeszycie czy rejestrze, zaznaczyć również na wykonanym w skali planie urządzeń podziemnych w danym mieście. Na plan ten należy nanieść również siatkę torów tramwajowych.

W ten sposób otrzyma się materiał, który w bardzo plastyczny sposób ujawni rejon niebezpieczny, określony przez zagęszczenie punktów oznaczających miejsce wystąpienia uszkodzeń.



— tor tramwajowe, ——— ważniejsze rurociągi,
••••• miejsca uszkodzeń elektrolitycznych.

Rys. 2. Określanie rejonów zagrożenia metodą statystyczną



Rys. 3. Odcinek rury uszkodzonej działaniem prądów błędzących

Bardzo pożyteczne jest porównywanie i uzupełnianie tego rodzaju planów przez poszczególne przedsiębiorstwa, eksploatujące urządzenia podziemne (wodociągi, gazownictwo, energetyka, łączność). Można w ten sposób na podstawie większej liczby uszkodzeń różnych obiektów podziemnych dokładniej wyznaczyć rejon niebezpieczny. Na rys. 2 podano przykładowo plan miasta z naniesieniem torów tramwajowych i sieci wodociągowej, na którym zaznaczono miejsca wystąpienia uszkodzeń od prądów błędzących.

Przy nanoszeniu na plan punktów oznaczających uszkodzenia, trzeba zwracać uwagę na to, by podawać tylko uszkodzenie wywołane oddziaływaniem prądów błędzących. Przy klasyfikacji uszkodzeń należy pamiętać, że korozja elektrolityczna charakteryzuje się szeregiem nierównomiernie rozłożonych głębokich wżerów i dziur na odcinku rury (rys. 3), podczas gdy działanie korozji ziemnej uzewnętrznia się wielką liczbą równomiernie rozłożonych małych kawern. Często oba rodzaje korozji występują równocześnie, powodując szybsze uszkodzenie podziemnego urządzenia.

Opisana metoda statystyczna określania rejonów zagrożenia posiada tę zasadniczą wadę, że oparta jest na już ujawnionych uszkodzeniach; w ten sposób dla szeregu urządzeń można zastosować środki ochronne dopiero po wystąpieniu uszkodzenia. Oprócz tego nie można uznawać wszystkich dotychczas nie uszkodzonych rurociągów za zagrożone w wyznaczonej strefie niebezpiecznej, w stopniu uzasadniającym stosowanie ochrony. Decyzja o zainstalowaniu urządzenia ochronnego musi być uzasadniona albo wynikami pomiarów określających stopień zagrożenia albo wystąpieniem uszkodzenia. Dalej należy pamiętać, że w pewnych przypadkach urządzenie podziemne nie jest zagrożone korozją w rejonie strefy niebezpiecznej, gdzie zanotowano szereg uszkodzeń sąsiednich rurociągów lub kabli. Ma to miejsce wtedy, gdy do urządzenia tego w danym rejonie wpływają prądy błędzące z pozostałych urządzeń. Przypadki takie są jednak dość rzadkie.

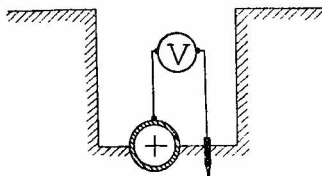
Jak z powyższego wynika, metoda statystyczna posiada dość poważne wady i nie można jej z tego względu polecać jako sposobu jedynego, jednoznacznie określającego strefę niebezpieczną. Znacznie dokładniejsze wyniki można natomiast otrzymać stosując metodę statystyczną, jako uzupełnienie do dokładnej metody pomiarowej.

Metoda pomiarowa określania rejonów i stopnia zagrożenia

Jak wiadomo, uszkodzenia elektrolityczne występują w tych miejscach, gdzie prądy błędzące, wypływając z urządzenia podziemnego, unoszą cząsteczki metalu. Tak więc określenie strefy niebezpiecznej dla każdego urządzenia podziemnego sprowadza się do ustalenia tych rejonów, w których ma się do czynienia z upływem prądu do ziemi.

Upływ prądu z podziemnego rurociągu można stwierdzić na drodze pomiarowej, wyznaczając potencjał badanego urządzenia względem najbliższych warstw ziemi. Jeżeli potencjał rurociągu jest dodatni w stosunku do otoczenia, oznacza to, że prąd płynie z badanego obiektu do ziemi; natomiast jeżeli potencjał rurociągu względem ziemi jest ujemny, to mamy strefę bezpieczną, w której prąd wpływa do urządzenia podziemnego.

Pomiar potencjału rurociągu względem ziemi można wykonać w prostym układzie pomiarowym (rys. 4), przyłączając woltomierz między badane urządzenie, a sondę żelazną, wbija w ziemię w odległości kilkudziesięciu cm od rurociągu. Dla uzyskania dokładnych wyników należy stosować woltomierz o dużej oporności wewnętrznej (przynajmniej 1 000 omów na 1 V skali przyrządu). Zmniejsza się wtedy błąd wynikający z dużej oporności styku między ziemią a sondą pomiarową. Oprócz tego przyrząd powinien mieć zero pośrodku skali oraz kilka przełączalnych zakresów, np. 0—0,25 V — 0,5 V — 1 V — 2 V — 5 V — 10 V.



Rys. 4. Pomiar potencjału rurociągu względem ziemi

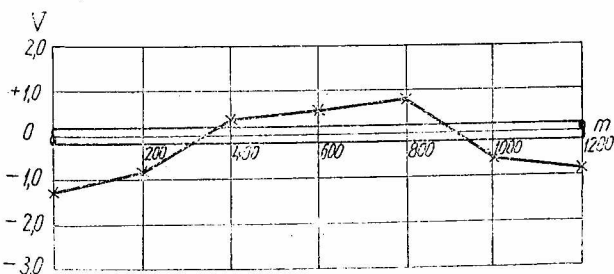
Ponieważ mierzony potencjał jest wywołany prądem pochodzenia trakcyjnego, którego wartość zmienia się wskutek ruchu pociągów tramwajowych na liniach, więc i wskazania woltomierza ulegają częstym wahaniom. Zmienia się nie tylko wartość, ale niekiedy i znak potencjału. Stąd jako wynik należy notować wartość średnią ocenioną w przybliżeniu w ciągu 15-minutowej obserwacji przyrządu, albo, co jest dokładniejsze, wartość średnią obliczoną z szeregu odczytów woltomierza, wykonywanych np. co 10 sek. w ciągu 15 minut. Należy zwracać uwagę na to, ażeby w czasie trwania pomiaru w pobliżu miejsca badań przejechał przynajmniej jeden pociąg. Jeżeli potencjał zmienia znak, należy obliczyć średnią oddzielnie dla wartości dodatnich i oddzielnie dla ujemnych, dzieląc tak sumę wartości dodatnich, jak i sumę wartości ujemnych przez liczbę wszystkich odczytów.

Ze względu na to, że wartość i znak potencjału zmienia się wzdłuż trasy urządzenia, pomiar należy wykonywać w punktach co 150... 250 m. Strefa zagrożenia będzie obejmować te punkty, gdzie stwierdzono dodatni potencjał rurociągu względem ziemi. Jeżeli w punkcie pomiarowym potencjał zmienił znak, a obliczona wartość średniego potencjału dodatniego była większa niż ujemnego, należy uznać, że urządzenie w tym punkcie również jest zagrożone.

Ponieważ mierzone wartości zależą od obciążenia sieci tramwajowej, które w godzinach szczytu rannego i popołudniowego jest największe, a w południe i wieczorem znacznie spada, należy dążyć do wyznaczenia dla każdego punktu pomiarowego średniej dobowej wartości potencjału. Można przyjąć z dość dobrym przybliżeniem, że wartość średnia dobowa będzie równa średniej z trzech pomiarów 15-minutowych, wykonanych w godzinach: 7⁰⁰—8⁰⁰; 14⁰⁰—15⁰⁰; 21⁰⁰—22⁰⁰.

Wyniki pomiaru należy notować dla każdego obiektu podziemnego oddzielnie, podając obliczone wartości średnie dobowe potencjałów, znak potencjału oraz odległości punktów pomiarowych. Odcinek rurociągu, na którym występują dodatnie wartości potencjału, a więc strefa zagrożenia, należy zaznaczyć na wykonanej w skali mapie urządzeń podziemnych kolorowym ołówkiem. Oprócz tego korzystne jest wykonanie dla każdego badanego obiektu wykresu potencjału w funkcji drogi. Linie rurociągu traktuje się jako oś odciętych i nanosi obliczone wartości średnie potencjałów dla poszczególnych punktów pomiaru. Linia łącząca otrzymane na wykresie wartości potencjału daje przebieg potencjału wzdłuż trasy danego urządzenia (rys. 5).

W celu wyznaczenia strefy niebezpiecznej można zamiast pomiarów potencjału względem ziemi wykonać pomiar potencjału rurociągów względem szyn tramwajowych. Opracowanie wyników jest analogiczne jak poprzednio, lecz wyciągnięte wnioski co do granic strefy niebezpiecznej mogą być niekiedy błędne, a to z tego powodu, że uszkodzenia rurociągów mogą występować czasem w dość znacznej odległości od szyn oraz przy upływie prądu z jednego urządzenia podziemnego do sąsiednich rur czy kabli. W tym ostatnim przypadku, pomimo zagrożenia pomiar może wykazać ujemny potencjał względem szyn, jeżeli prąd płynie z szyn do jednego rurociągu, a potem wpływa do sąsiednich. Natomiast



Rys. 5. Przebieg potencjału wzdłuż trasy rurociągu

pomiar potencjału względem ziemi da zawsze jednoznaczną odpowiedź.

Chociaż każdy z opisanych pomiarów pozwala na wykrycie stref zagrożenia podziemnych urządzeń metalowych, to jednakże nie daje on jeszcze dostatecznego materiału do opracowania projektu ochrony, a nawet nie uzasadnia konieczności stosowania ochrony. Przy niewielkim stopniu zagrożenia rurociągi mogą pracować bez uszkodzeń przez bardzo długi okres czasu i stosowanie drogich owinięć ochronnych lub innych kłopotliwych metod zabezpieczenia jest ekonomicznie nieuzasadnione.

Konieczność stosowania ochrony uzasadnia nie tyle samo istnienie, co stopień niebezpieczeństwa korozji, grożącej dość szybkim powstawaniem uszkodzenia. Określenie stopnia zagrożenia urządzeń podziemnych jest bardzo trudne. Jednoznaczną odpowiedź daje pomiar gęstości prądu upływu z urządzeń podziemnych. Zgodnie z Instrukcją PKPG urządzenia należy uznać za zagrożone korozją w stopniu wymagającym zastosowania ochrony, jeśli gęstość prądu upływu, wzięta jako wartość średnia roczna, przekracza 1 m A/dcm² zewnętrznej powierzchni rurociągu.

Jednakże pomiar gęstości prądu upływu jest obarczony tak dużymi błędami i to najczęściej w kierunku zmniejszającym, że utrzymanie wartości mniejszych od 1 m A/dcm² nie upoważnia do bezkrytycznego uznania danego urządzenia za zagrożone w nieznacznym stopniu, lecz zmusza do przeprowadzenia innych, uzupełniających pomiarów. Pomiary te i właściwa interpretacja ich wyników są rzeczą trudną i wymagającą dużej praktyki, a zatem winny być wykonywane w zasadzie przez specjalistów. Niemniej jednak w wielu przypadkach przedsiębiorstwa eksploatujące urządzenia podziemne mogą we własnym zakresie podjąć uzasadnioną decyzję co do celowości stosowania środków zabezpieczających dla poszczególnych obiektów.

Punktem wyjścia przy ocenie stopnia zagrożenia badanego rurociągu mogą być już wyniki pomiaru potencjału względem ziemi. Zagrożenie urządzenia wzrasta wraz z wielkością potencjału i chociaż nie ma tutaj żadnych wartości granicznych podanych przez przepisy, to jednak na podstawie praktyki można powiedzieć, że stwierdzenie dodatnich potencjałów rurociągu względem ziemi o wartości średniej dobowej rzędu 1,0... 1,5 V świadczy o konieczności zastosowania ochrony.

Ze względu jednak na to, że potencjał urządzenia zależy od rodzaju badanego obiektu, składu i wilgotności gruntu oraz innych czynników, wartość jego nie określa nigdy jednoznacznie stopnia niebezpieczeństwa korozji. Znane są np. przypadki ujawnienia poważnych uszkodzeń przy wartościach potencjału około 0,4 V.

Toteż dla dokładniejszego określenia stopnia niebezpieczeństwa korozji należy przeprowadzić jeszcze dodatkowe pomiary, a mianowicie: pomiar potencjału rurociągu względem szyn oraz pomiar prądu upływu. Dodatni potencjał rurociągu względem szyn tramwajowych przekraczający 2 V kwalifikuje badane urządzenie do zagrożonych w poważnym stopniu korozją i uzasadnia stosowanie środków ochronnych.

Wartość prądu upływu określić można jako różnicę między natężeniami prądu płynącego w rurociągu w dwu punktach pomiarowych, oddległych o ok. 150 m. Następnie obliczyć można średnią gęstość prądu upływającego z odcinka między punktami pomiaru. Obliczanie gęstości prądu daje mniej dokładne wyniki niż bezpośredni pomiar tej wielkości. Ponieważ jednak metody pomiaru gęstości prądu są dość skomplikowane i wymagają specjalnych przyrządów, nie będziemy ich tutaj opisywać.

Natężenie prądów błądzących w rurociągu najłatwiej można wyznaczyć przez pomiar spadku napięcia na odcinku rury między punktami A i B przyłączenia miliwoltomierza (rys. 6). Natężenie prądu oblicza się wg wzoru:

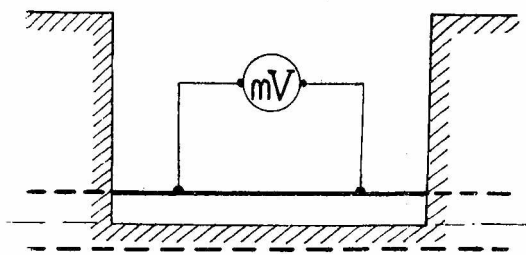
$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}}$$

gdzie: I — szukane natężenie prądu w A,

U_{AB} — spadek napięcia na odcinku AB w m V,

R_{AB} — oporność odcinka AB rury w miliomach.

Oporność R_{AB} powinna być w zasadzie zmierzona w czasie nocnej przerwy w ruchu tramwajowym, ale można ją również obliczyć, w szczególności dla rurociągów o dużej średnicy. Stosuje się w tym przypadku wzór:



Rys. 6. Pomiar prądu w rurociągu metodą spadku napięcia

$$R_{AB} = r \frac{4L_{AB}}{\pi(d_z^2 - d_w^2)} \cdot 10^3$$

gdzie: R_{AB} — oporność odcinka AB rury w miliomach,
 L_{AB} — długość odcinka AB w m,
 d_z — średnica zewnętrzna rurociągu w mm,
 d_w — średnica wewnętrzna rurociągu w mm,
 r — oporność właściwa materiału rurociągu
 w $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ dla żelaza $r = 0,11 \dots 0,14$.

Pomiar spadku napięcia dokonuje się czułym miliwoltomierzem magnetoelektrycznym, najlepiej wielozakresowym, przy czym pożądane są jak najmniejsze zakresy (1,0 mV), wobec małej oporności dużych rurociągów. Styk z urządzeniem badanym otrzymać można przez przyłutowanie przewodów lub za pośrednictwem ostrzy stalowych.

Podobnie jak przy wyznaczaniu potencjału rurociągu względem ziemi należy obliczyć wartość średnią spadku napięcia w ciągu 15 minut z odczytów wykonanych co 10 sek. Natężenie prądu oblicza się z wartości średniej dobowej spadku napięcia.

W czasie naprawy lub wymiany urządzeń podziemnych można pomierzyć prąd w rurociągu także metodą bezpośrednią, przez włączenie amperomierza w przerwę między dwoma odcinkami rurociągu (rys 7). Należy stosować w tym przypadku amperomierze i przewody łączące o możliwie małej oporności. Metoda ta ma małe zastosowanie, ponieważ jest niewielkie prawdopodobieństwo, że remont rury nastąpi w okresie przeprowadzania pomiarów. Jednakże niezależnie od właściwych badań można polecić przeprowadzenie takiego pomiaru brygadam remontowym przy okazji napraw. Dla rurociągu o średniej wielkości stwierdzenie przepływu prądu o natężeniu kilkudziesięciu amperów sygnalizować będzie wówczas konieczność wykonania dokładniejszych pomiarów i ustalenia stopnia zagrożenia danego obiektu.

Inż. KAZIMIERZ BAJER

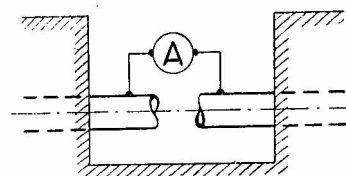
Zagadnienie odprowadzenia wód powierzchniowych w miastach i osiedlach

Temat ten powstał na tle sprzeczności między „interesami” kanalizacji i ulic — choć tworzą one nierozłączną całość, tak w projektowaniu jak i w wykonawstwie. W niektórych ośrodkach kraju zagadnienie powierzchniowego odprowadzenia wód jest przedmiotem sporów między kanalizatorami a drogowcami, co jest bezspornie wynikiem braku wnikliwej analizy ze strony projektantów kanalizacji opadowej.

Problem odprowadzenia wód opadowych w sposób najtańszy, a właściwy pod względem technicznym, jest dawny, ogólnie znany, niestety dogłębnie przez projektantów kanalizacji nieprzemyślany i niedoceniony. Zagadnienie to staje się aktualne szczególnie obecnie, kiedy wysiłek projektanta jest skierowany w równą miarę i na techniczną i na ekonomiczną stronę zagadnienia. Wyłaniają się przy tym dwie trudności:

W celu obliczenia prądu upływu między dwoma punktami pomiaru spadku napięcia w obu punktach należy wykonać jednocześnie.

Wartość średniej gęstości prądu upływu dla odcinka między punktami pomiaru prądu określa się jako iloraz natężenia prądu upływu przez powierzchnię zewnętrzną rozpatrywanego odcinka rurociągu. Jeżeli obliczona wartość przekroczy $0,1 \text{ m A/dm}^2$, to urządzenie badane można uznać za zagrożone w poważnym stopniu korozją, pomimo że Instrukcja PKPG dopuszcza dziesięciokrotnie większą gęstość prądu. Jest to uzasadnione tym, że w rzeczywistości upływ prądu jest nierównomierny i skupia się zawsze na niewielkich powierzchniach, tak że gęstość miejscowego upływu jest zwykle wielokrotnie większa od średniej, obliczonej dla odcinka o długości 150—250 m. Natomiast pomierzona gęstość prądu odnosi się do małej powierzchni urządzenia, wskutek czego jest bliska wartości rzeczywistej gęstości miejscowego upływu, której graniczną wartość ocenia Instrukcja PKPG na $1,0 \text{ m A/dm}^2$.



Rys. 7. Pomiar prądu w rurociągu metodą bezpośrednią

Jak widać z powyższych rozważań określenie stopnia zagrożenia urządzeń podziemnych przez korozję elektrolityczną jest dość trudne i wymaga przeprowadzenia szeregu pomiarów. Dopiero analiza kilku wyznaczonych wielkości i porównanie z innymi uprzednio badanymi przypadkami pozwoli ustalić, czy badane urządzenie może nadal pracować w istniejących warunkach bez zastosowania środków ochrony, czy też konieczne jest opracowanie zabezpieczenia. Duża praktyka i dokładna znajomość zagadnienia oddaje tutaj nieocenione usługi. Należy jednak pamiętać, że w razie powstania wątpliwości lepiej jest zawsze zastosować urządzenie ochronne niż stwierdzić brak niebezpieczeństwa korozji, szczególnie w przypadku badania zagrożenia ważnych obiektów, których uszkodzenie przynieść może duże straty i dotkliwą przerwę w eksploatacji.

Szczupłość artykułu nie pozwoliła na bardziej wyczerpujące omówienie poszczególnych zagadnień. Czytelników, pragnących zapoznać się bliżej z działaniem, pomiarami i sposobami ochrony przed korozją elektrolityczną odsyłamy do książki pt. „Prądy błądzące”, która ukaże się niebawem nakładem Wydawnictw Komunikacyjnych.

1. właściwego powiązania prac projektowanych kanalizacji i ulic przy zachowaniu obowiązujących normatywów i przepisów, co osiągnie się tylko przez jednoznaczne postawienie problemu,

2. słusznego wyboru odwodnienia.

Projektant kanalizacji burzowej dąży do odprowadzenia wód opadowych najkrótszą i najtańszą drogą do odbiornika, usiłując wyeliminować do minimum kanały kryte w systemie kanalizacji rozdzielczej. Rozwiązaniem idealnym dla niego, najprostszym pod względem inwestycyjnym, jest tzw. powierzchniowe odprowadzenie wód opadowych. Przez to określenie kanalizatorzy często rozumieją odprowadzenie wód na długich partiach ściekami przykrawężnikowymi, rynsztokami, czy wreszcie rowami otwartymi do odbiorników lub też choć częściowy spływ wód wymienionymi sposobami do kanałów zbiorczych krytych. W przeciwieństwie do wymienionego powierzchniowego odprowadzenia wód wprowadzają pojęcie odpływu kanalizacją krytą.

Z drogowego punktu widzenia nie ma innego sposobu odprowadzenia z nawierzchni opadów, jak właśnie powierzchniowo, wody gruntowe (względne) bowiem spływają sączkami i drenami.

Odprowadzenie powierzchniowe — ściśle definiując — polega na niezawodnym, a szybkim odprowadzeniu wód opadowych bez względu na to, czy prowadzi się je ściekami do wpustów, a poprzez nie do kanałów, czy też ściekami i rowami otwartymi do odbiorników. Określenie powierzchniowego odprowadzenia jest więc *terminem nadrzędnym*, w którym się dopiero mieszczą 3 sposoby wykonania tego odwodnienia. Nieporozumienie więc tkwi również w językowej stronie zagadnienia: *powierzchniowe odprowadzenie wód czy odprowadzenie powierzchniowych wód*.

W tych dwu określeniach — jakkolwiek zupełnie jasnych — leży wielkie niebezpieczeństwo, źródło błędnych interpretacji.

Dobrze, gdy przed zakończeniem projektów, skontrolują autorzy wzajemne poprzednie założenia, a rozbieżności usuną przez przeprojektowanie, gorzej zaś, gdy projekty wykonane zostaną odesłane na budowę w mniemaniu obu projektantów, że sprawa poprzednio była jednoznacznie określona i uzgodniona.

Wydaje się być rzeczą jasną i bezsporną, że odwadniając ulice musimy dać przede wszystkim pierwszeństwo postulatowi i wymaganiom drogowym. Zasadniczą częścią ulic, bo bezpośrednio użytkową, jest warstwa ścieralna, czyli nawierzchnia. Ponieważ jest ona narażona na zmienne działania atmosferyczne, konieczne jest, by nie nasiąkała ona wodą, to bowiem może przyspieszyć jej zniszczenie. Oczywiście, że i podłoże musi być zabezpieczone przed wodami opadowymi. Dąży się przeto do szybkiego odprowadzenia wody powierzchniowej po nawierzchni, praktyka bowiem wskazuje, że najczęstsze uszkodzenia są tam, gdzie woda nie spływa z niej należycie, szczególnie w miejscach nasilonego ruchu.

Odprowadzenie powierzchniowych wód z nawierzchni może być wykonane różnymi sposobami, które się jednak ostatecznie sprowadzają do 3 zasadniczych systemów:

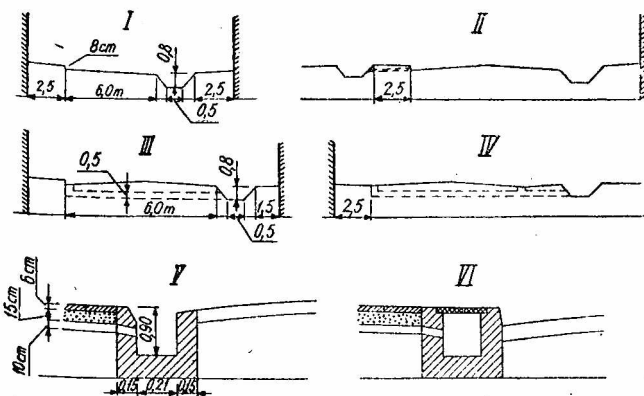
1. spływ wód opadowych rowami otwartymi lub przykrytymi do odbiorników,
2. spływ wód opadowych ściekami (rynsztokami) brukowanymi lub betonowanymi do naturalnych ścieków lub zagłębień terenu,
3. spływ wód ściekami przykrawężnikowymi do kanałów krytych.

Rozpatrzmy więc wady i zalety powyższych rozważań.

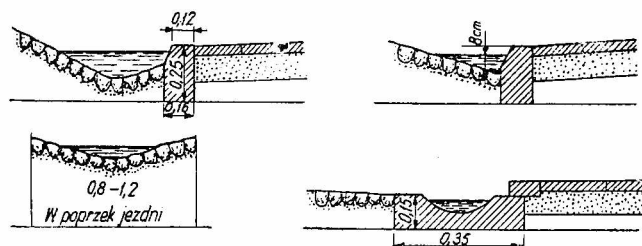
Pierwszy system, jak wyżej zaznaczono, polega na odwodnieniu rowami wykonanymi sposobem drogowym (rys. 1). Zależnie od ilości wody projektuje się rów po jednej, lub po dwóch stronach ulicy. Rowy wykazują szereg wad:

- a) zabierają miejsce, projektuje się je bowiem pomiędzy poboczem drogi a chodnikiem,
- b) zatrzymuje się w nich woda wskutek małych spadków (rowu) związanych z profilem podłużnym ulicy,
- c) pogarszają warunki higieniczne z powodu gromadzenia się w nich śmieci i odpadków,
- d) szpecą okolice przez prowadzenie koniecznych mostków do poszczególnych parcel i domów,
- e) są inwestycją drogą ze względu na roboty ziemne i umocnienie dna i skarp,
- f) stwarzają konieczność odprowadzenia wód z dachów otwartymi ściekami.

Zalet brak.



Rys. 1



Rys. 2

W wypadku drugiego systemu stosuje się ścieki, które stanowią już integralną część nawierzchni i winny tworzyć system skierowujący powierzchniowy spływ do odprowadzających rynsztoków lub rowów otwartych (rys. 2).

Wady tego sposobu:

- a) strata stosunkowo dużej powierzchni ruchowej jezdni wskutek bezużyteczności ścieków dla ruchu kołowego,
- b) ograniczona długość ścieków bez ciągłego odprowadzania wody do naturalnych ścieków lub odbiorników, ponieważ ścieki nie mogą posiadać zbyt dużych głębokości dla większych ilości wody ze względu na ruch i bezpieczeństwo; a więc konieczna mała zlewnia,
- c) podobnie jak w rowach, możliwość częstych stagnacji wody,
- d) wątpliwa higiena.

Zalety: łatwość wykonawstwa przy stosunkowo niedużych kosztach.

Trzeci wreszcie system posiada wszystkie zalety, które stanowiły wady poprzednich rozwiązań. Wadą jest uciążliwe wykonawstwo i duży koszt.

Zastosowanie systemów odwodnienia:

I. Typ ten można stosować tylko:

1. w osiedlach z niedużą powierzchnią zabudowy,
2. w parkowych dzielnicach osiedli lub na nie zabudowanych planowo przedmieściach średnich miast lub miast starych,
3. w nowobudujących się lub przebudowujących się osiedlach i miasteczkach do czasu budowy kanalizacji opadowej krytej,
4. w wypadku zwykłych nawierzchni bitych.

II. System ten traktuje się jako zło konieczne, ale tylko w warunkach określonych dla poprzedniego typu lub jako typ mieszany; polega on na tym, że dla uniknięcia kłopotliwego i uciążliwego, częstokroć ze względów terenowych, odprowadzania wód ze ścieków ulicznych do naturalnych odbiorników, wprowadza się wody z tych terenów do kanalizacji centrum miasta.

III. Rodzaj ten stosuje się w nowoczesnych osiedlach i miastach.

Wg Stramentowa orientacyjny wybór systemu odprowadzenia wód opadowych w zależności od ilości mieszkańców przedstawia się, jak poniżej:

Rodzaj zabudowy	Ilość mieszk. w tysiącach	System odwodnienia
Osiedla	do 10	rowami
Małe miasta	„ 100	mieszany
Średnie miasta	„ 300	
Duże miasta	300 i więcej	kryty

Ten schematyczny i formalny podział nie zawsze może stanowić kryterium dla wyboru systemu. Najczęściej i najwłaściwiej doboru dokonuje się w zależności od funkcjonalności i ważności ośrodka odwadnianego, na co składa się wiele czynników jak np.: nasilenie ruchu, higiena, estetyka itp. Takimi ośrodkami są np.: uzdrowiska, nowe osiedla mieszkaniowe, główne ulice i place miast itp.

Wnioski:

- I. W nowych miastach i osiedlach typu miejskiego odprowadza się powierzchniową wodę ściekami przykrawężnikowymi do wpustów kanałowych, przez co spełnia się wszystkie postulaty nowoczesnie pojętej higieny.

- II. Stosowanie rowów i ścieków bez okresowego ujęcia z nich wody do kanałów można dopuścić tylko wyjątkowo w osiedlach i miastach na okres powstawania zabudowy, ale przed ostatecznym wykonaniem utrwalonej nawierzchni.
- III. Wody opadowe można w sposób technicznie właściwy odprowadzić za pomocą rowów lub rynsztoków tylko przy drogach, poza obrębem zabudowanej części miast i osiedli.
- IV. Dla utrzymania pełnej higieny w wypadku stosowania systemu I należy dążyć do odprowadzenia do ścieków przykrawężnikowych wody opadowej tylko z jezdni i chodników, a nie z przyległych terenów.

- V. Projekt odprowadzenia powierzchniowych wód winien być każdorazowo uzgodniony z projektantem ulic, szczególnie w wypadku stosowania II systemu odwodnienia, które winno być rozwiązywane przez drogowca.

L i t e r a t u r a :

- Buszma E. — Odwodnienie dróg.
 Kühnel A. — Ulice.
 Przewirski Fr. — Nawierzchnia dróg, ulic i placów.
 Stramentow A. E. — Gorodskie dorogi.

Inż. WŁODZIMIERZ SKORASZEWSKI

Komunalne oczyszczalnie ścieków jako fabryki nawozów humusowych

Przyrost ludności na całym świecie jest bardzo pokaźny. Wynosi ok. 1,5% rocznie, co w przeliczeniu na liczby absolutne daje ok. 30 miln. nowych obywateli. Rozlokowanie mas ludzkich na kuli ziemskiej jest bardzo nierównomierne, ponieważ tylko drobna część jej powierzchni nadaje się, przy dzisiejszym stanie techniki, do stałego zamieszkiwania i gospodarki. Sytuacja wytworzona przez czynniki przyrodnicze pociąga za sobą ogromną koncentrację ludności na stosunkowo niewielkich powierzchniach. Zagęszczenie mieszkańców pociąga za sobą inne skutki natury gospodarczo-technicznej, mianowicie wzrasta lawinowo intensywność gospodarki krajowej, co wyraża się praktycznie w uprzemysłowieniu oraz w nieodłącznej od tego objawu urbanizacji.

Ilość miast lub osiedli typu miejskiego mnoży się jeszcze prędzej niż ludność, gdyż rozwój przemysłu oraz podniesienie sprawności rolnictwa działają tutaj zbieżnie, potęgując przebiegi urbanizacyjne. Stan tego rodzaju nabiera szczególnej ostrości w krajach o gospodarce bardzo rozwiniętej.

Co się tam bowiem dzieje? — Mieszkańcy kraju gęsto zaludnionego i prowadzącego rozwiniętą gospodarkę wydajną lokują się na swych obszarach bardzo nierównomierne. Około 75% z nich zapełnia miasta i miasteczka, a tylko ok. 25% przypada na wieśniaków. Życie kompleksów ludzkich, rozpatrywane z punktu widzenia przemysłowego, polega na konsumpcji ogromnej masy towarowej służącej do jego podtrzymywania. Mieszkańcy kraju zużywają stale i bez przerwy prawie całą masę produkcji dóbr użytkowych. Eksport pokrywa się w dużym stopniu z importem. Masa towarowa, obejmująca tak żywność, jak i inne jej rodzaje użytkowe, zmienia się w rezultacie spożycia lub zużycia na odpadki zwykle zbyteczne, a zawsze uciążliwe. Na obszarach miejskich, stanowiących ok. jednej setnej powierzchni kraju, otrzymujemy ok. 80% odpadków z całości produkcji społeczeństwa. Potężna produkcja odpadków w miastach powoduje tu ich koncentrację setki razy większą, niż to ma miejsce na wsi i stanowi największą plagę życia miejskiego. Czarne ospy, wielkie pomory, dżumy i cholery tu właśnie miały swą kolebkę w wiekach nie rozporządzających naszymi środkami sanitarnymi. Jeden mieszkaniec rocznie produkuje kilkakrotnie więcej odpadków niż sam waży. Skutki takiego stanu rzeczy widzimy w dzielnicach starych, gdzie pozornie zapadnięte domy utonęły w pokładach śmieci wyrzucanych wprost na ulicę. Konkludujemy: śmieci i ścieki stanowią produkt finalny życia ludzkiego.

Ten stan rzeczy ma również drugie oblicze, jeszcze groźniejsze. Produkty organiczne, służące do podtrzymywania życia ludzkiego, są pochodzenia wiejskiego bezpośrednio lub jako surowce. Wytworzenie ich wymaga zużycia znacznych ilości substancji zasadniczych jak: węgiel, azot, wodór, tlen, potas, sód itp., czerpanych bezpośrednio z ziemi lub z atmosfery. Tylko drobna część spożycia tych produktów zamienia się w procesach biologicznych na energię, reszta przechodzi w odpadki. Dzieli się one na dwie wyraźne kategorie pod względem konsystencji:

1. ścieki, czyli odpadki płynne,
2. śmieci, czyli odpadki stałe.

Miasta produkują olbrzymie ilości tych odpadków. Masa ich roczna przeliczona na jednego mieszkańca wynosi przeciętnie w stanie surowym bto:

1. ścieków — ok. 70 m³, co równa się ok. 70 ton¹⁾,
2. śmieci — ok. 0,5 m³, co równa się ok. 0,2 tony²⁾.

Nieproporcjonalność tych dwóch liczb wynika z wielkiej różnicy rozcieńczenia, w jakiej one występują w stanie surowym. Natomiast w przeliczeniu na suchą substancję są to wielkości dość podobne. Naturalnie liczby nasze noszą charakter z grubsza orientacyjny, gdyż koncentracja ścieków oraz ich ilość, a także ilość śmieci zależy od poziomu życiowego społeczeństwa. Im bogatszy kraj, tym więcej odpadków produkuje.

T a b l i c a 1. Zawartość tylko w ściekach miejskich głównych substancji nawozowych obliczona dla okresu jednego roku wg A. Kreuza³⁾.

L.p.	Rodzaj składnika	Azot N (około)	Kwas fosforowy P ₂ O ₅ (około)	Potas K ₂ O (około)	Razem (około)
1	Jeden mieszkaniec produkuje rocznie w kg	2,90	0,75	2,20	5,85
2	Jeden milion mieszkańców produkuje rocznie ton	2900	750	2200	5850

Drugie tyle mniej więcej mogą dać śmieci, czyli miasto liczące milion mieszkańców odrzuca rocznie około 12.000 ton mineralnych substancji nawozowych. Nawozy sztuczne zawierają przeciętnie mniej więcej ok. 20% tego, o czym tu mówiliśmy, więc ilość nieorganicznych głównych czynników nawozowych zawartych w rocznej masie odpadków miejskich odpowiada produkcji 50.000 — 60.000 ton sztucznych nawozów mineralnych. Ale to nie jest jeszcze wszystko. Odpadki miejskie zawierają wielkie ilości substancji organicznych, które w toku rozkładu dają lub mogą dać masy humusowe, stanowiące zasadnicze podłoże biologii rolnej⁴⁾, bez udziału których nawozy mineralne nie miałyby znaczenia praktycznego. Ilości tych nadzwyczaj cennych surowców przemysłu rolnego zawartych w odpadkach miejskich podane są w tablicy 2.

Badania uczonych z ostatnich dziesiątków lat dowodzą, że drobne ilości takich pierwiastków jak: mangan, nikiel, miedź, bor i cynk odgrywają dużą rolę w biologii rolniczej, jakkolwiek występują w bardzo małych ilościach. Są to tak zwane mikroelementy, których działanie jest niewątpliwe, ale niezupełnie dziś wyjaśnione⁵⁾.

¹⁾ W przybliżeniu razem ze ściekami przemysłowymi.

²⁾ Komunalna higiena. — A. W. Marziejew, Miedgiz 1951.

³⁾ A. Kreuz, Handbuch der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung, Berlin, 1938.

⁴⁾ Wykorzystanie nawozów ściekowych jako nawozu. Komitet do spraw działalności zakładów kanalizacyjnych Federacji Związków Zakładów Kanalizacyjnych USA, 1945. Mikrobiologia przemysłowa. S. Prescott i Dunn, 1949.

⁵⁾ W. Skoraszewski, Miasto, nr 6, 1951.

T a b l i c a 2 Ilości orientacyjne substancji humusowych zawartych w ściekach oraz śmieciami produkowanych rocznie przez miasto milionowe w przeliczeniu na równoważnik obornika.

Ilość mieszkańców	Można otrzymać substancji humusowych	
	dziennie	rocznie
1 000 000	ok. 400 m ³	ok. 1,45 mln m ³

Odpadki miejskie są szczególnie bogate w te pierwiastki, co nadaje im znaczenie szczególne dla rolnictwa intensywnego, gdyż uzupełniają one szczęśliwie braki wiejskich nawozów organicznych.

Co się dalej dzieje z tą masą substancji cennych, zawartych w odpadkach miejskich?

Miasto traktuje swe odpadki, jako materię obrzydliwą i niebezpieczną w wysokim stopniu pod względem sanitarnym i niewątpliwie ma rację. Ale wnioski stąd wyciągane są przeważnie gospodarczo szkodliwe. Władze miejskie starają się jak najszybciej zlikwidować odpadki w sposób możliwie najtańszy i najszybszy i stosują do realizacji tych wytycznych różne metody praktyczne, zestawione w tab. 3.

Przedsiębiorstwa miejskie, powołane do likwidacji nieczystości komunalnych, starają się jak najszybciej ich pozbyć, a do unieszkodliwiania stosują przeważnie metody destrukcyjne. Ścieki, po jakim takim oczyszczeniu lub bez, spuszczają do najbliższych odbiorników, a śmieci spalają bądź zwalają na pustkowiach, gdzie wygniwa one wiekami, np. warszawska Gnojowa Góra, zatruwając otoczenie i wodoność płytsze. Z rzadka, szczególnie u nas, znajdują one pewne zastosowanie w rolnictwie, przyjmującym je niechętnie ze względu na postać, w której mogą być otrzymane. Taki stan rzeczy powoduje, że ogromne ilości substancji niezbędnych w gospodarce rolnej są tracone bezpowrotnie. Rzeki odnoszą znaczną ich część do morza i poprzez epoki geologiczne wracają one znowu do obiegu gospodarczego w postaci pokładów soli potasowych lub fosforowych, ale w drodze naturalnej może to nastąpić w tak odległej przyszłości, że rozważania na ten temat są bezprzedmiotowe.

Jakiż jest wynik ostateczny takiego postępowania? Rzeki i wody otwarte zanieczyszczają się coraz bardziej. Ludność miejska korzystająca z wodociągów rzecznych pije właściwie

oczyszczone ścieki, które ujmowane w dolnym biegu cieków przeszły przez kilkakrotną drogę — poprzez przewód pokarmowy i oczyszczalnie.

Warszawa pije ścieki, bardzo rozcieńczone, Krakowa, a za to Płock już więcej skoncentrowane — Warszawy. Wszystko to razem wzięte powoduje, że bilans nawozowy pól uprawnych kształtuje się wyraźnie na ich niekorzyść. Dziedzina substancji mineralnych daje sobie z tym faktem łatwo radę, lecz przy bardzo dużych nakładach na fabryki nawozów sztucznych. Ale gorzej z humusem. Produkcja humusu na sposób fabryczny metodami syntetycznymi jest dotychczas niemożliwa. Dopóki rolnictwo było główną domeną działalności gospodarczej, społeczeństwo stosowało metody prymitywne, sytuacja nie wymagała interwencji planowej. Wielka ilość bydła i koni produkowała nawozy humusowe w ilościach dostatecznych. Dopiero skoncentrowanie i zmechanizowanie uprawy kultur rolnych spowodowało wystąpienie ostrych braków w tej dziedzinie. Traktory nie dają nawozu.

Dlaczego tak się stało? Świadomość ujemnego kształtowania się bilansu podstawowych surowców biologicznych w krajach gęsto zaludnionych powstała już bardzo dawno (np. Chiny, Egipt). Jednakże podstawy naukowe zyskała ona dopiero w Europie, gdzie rozwój przemysłu i ogromna urbanizacja zaostriżyła szczególnie problemy przez nas poruszane. Jednakże wnioski praktyczne nie mogły być łatwo zrealizowane, gdyż na przeszkodzie temu stały dwie poważne zapory, mianowicie: główna — chaotyczna gospodarka indywidualna i wtórna — brak do niedawna metod wielkoprzemysłowych, pozwalających na gospodrcze wykorzystanie odpadków.

Rola decydująca przypada tutaj ogromnie zindywidualizowanej gospodarce kapitalistycznej. Poszczególne zarządy miejskie nawet leżące obok prowadziły swe interesy zupełnie niezależnie, a często tylko z punktu widzenia potrzeb własnego podwórka. Renta gruntowa własności miejskiej zmuszała do preferowania interesów bogatego centrum i zaniebdywania potrzeb peryferyjnych. Ścieki i śmieci usuwano jak najspieszniej na krańce, pozostawiając je tam własnemu losowi bez jakichkolwiek względów na interesy najbliższego sąsiada. W ten sposób na obszarach jednego kompleksu miejskiego, np. Stalinogród — Chorzów — Królewska Huta powstawało kilka miejskich oczyszczalni ścieków, budowanych bez szerszej perspektywy, dla zafatwiania najpilniejszych potrzeb dzielnic zamożnych. To samo miało miejsce w Warszawie, która od 50 lat ciągle tylko projektuje oczyszczalnie

T a b l i c a 3. Metody zasadnicze, stosowane przez gospodarkę komunalną do usuwania ścieków sanitarnych i śmieci

Lp.	Proces technologiczny	Produkt końcowy	Sposób dalszej utylizacji	Rentowność
1	Ścieki sanitarne	A. Ścieki pozabawione do 90% zawiesin B. Osady (szlam) C. Gaz palny	a) Spuszczanie do odbiornika b) Spuszczanie na pola filtracji c) Mineralizowanie na polach irygowanych d) Irygacja rozbryzgowa w rolnictwie e) Stawy rybne a) Przepompowywanie na pustkowie b) Nawóz dla rolnictwa c) Kokosowanie i produkcja pochodnych, jak: bitumy, benzyna i wiele innych d) Spalanie Ogrzewanie urządzeń miejscowych i sprzedaż na zewnątrz bądź do sieci miejskiej, bądź dla samochodów itp.	deficyt wątpliwa „ deficyt wątpliwa w stadium badań deficyt
2	Oczyszczenie pełne, tj. mechaniczne i biologiczne	D. Ścieki sanitarne nieszkodliwe E. Osady i szlamy	a) spuszczenie do najbliższego odbiornika b) zraszanie w rolnictwie c) stawy rybne Jak przy oczyszczaniu mechanicznym poza tym: c) produkcja pasz treściwych (białko) f) produkcja mas plastycznych	dochód deficyt wątpliwa wątpliwa
3	Śmieci wywózka na zwaliska	kompost	a) minimalna w rolnictwie	deficyt
4	Spalanie	żużel	a) budownictwo — pustaki, wyroby betonowe i drogi	wątpliwe
5	Wygniwanie termofilowe	kompost	a) nawozy dla rolnictwa	
6	Ścieki i śmieci. Wygniwanie osadów kanalizacyjnych razem ze śmieciami. Proces termofilowy	kompost	a) nawozy dla rolnictwa	możliwa

dla swych ścieków, praktycznie pozostawiając troskę o nie przyrodzie uosobionej przez Wisłę.

Oczywiście przyczyna druga odegrała także rolę niepoślednią. Destrukcyjne metody likwidacji nieczystości miejskich są bardzo nieekonomiczne, jak każda gospodarka ekstensywna. Inaczej mówiąc, procesy technologiczne pociągają za sobą tylko wydatki, nie dając nic innego poza poprawą stanu zdrowotnego osiedla lub jego okolicy, a to znowu trudno wyrazić w bilansie przedsiębiorstwa.

Deficytowość zasadnicza tradycyjnych oczyszczalni ścieków i śmieciarni komunalnych traktowanych niezależnie zniechęcała miasta do ponoszenia wielkich nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych na te urządzenia wszędzie tam, gdzie warunki lokalne pozwalały na pozbycie się masy nieczystości miejskich prostszym sposobem bez względu na stan sanitarny sąsiadów.

Na obszarach gęsto zaludnionych i uprzemysłowionych, a przeto bardzo zurbanizowanych, powstają olbrzymie ilości nieczystości płynnych i stałych, tj. ścieków i śmieci, których likwidacja i unieszkodliwianie stają się problemem niezwykle trudnym do rozwiązania ze względu na deficytowość zasadniczą technologii tradycyjnej.

Co możemy na to poradzić?

Zagadnienie brzmi tak: czy można zmienić technologie oczyszczania ścieków i unieszkodliwiania śmieci, aby proces ten zaczął przynosić nadwyżki albo nie wymagał dopłat stałych?

Wydaje się, że tak. Jak powiedzieliśmy, w krajach zindustrializowanych następuje równocześnie mechanizacja rolnictwa i niedosyt nawozów humusowych. Kraje demokracji ludowej stosują na wielką skalę rolnictwo szalkowane, dyrgowane z jednego ośrodka i wg jednego planu. Rolnictwo to odczuwa wyraźny brak i może być wielkim konsumentem substancji humusowych. Miasta znowu posiadają na swych obszarach masy nieczystości, będące dobrym surowcem do wytwarzania nawozów organicznych.

Czy posiadamy już metody technologiczne do przerabiania ścieków i śmieci na nawozy?

Zagadnienie utylizacji odpadków miejskich, w szczególności ścieków, jest stare jak same miasta. Dopóki miasta były niewielkie dawało się ono rozwiązywać nieraz udatnie, jak tego dowodzi wspomniana praca Kreutza. Gdy zaś kompleksy miejskie osiągnęły ogromne rozmiary, a rozcieńczenie ścieków wzrastało, to sprawa ta zaczęła nabierać innego wyrazu. Oczywiście można zawsze zużyć do celów rolniczych w sposób niezależny, tak osady kanalizacyjne jak ścieki oczyszczone całkowicie lub częściowo, a także śmieci. Jednakże tabl. 3 dowodzi, iż wszystkie metody niezależne są w zasadzie deficytowe, co ogromnie utrudnia budowę zarówno oczyszczalni, jak i śmieciarni centralnych.

Wszyscy uznają konieczność inwestycji tego rodzaju, jednakże gdy dochodzi do konkretyzowania nakładów, wtedy znajdują się zawsze budowy bardziej efektywne gospodarczo i sprawa oczyszczalni zostaje odłożona do tzw. lepszych czasów, czyli w przyszłość nieokreśloną. Ma to miejsce szczególnie wyraźnie w krajach kapitalistycznych, gdzie maksimum zysku jest imperatywem kategorycznym inwestycji kapitałowych. Ale brak nawozów organicznych i zły stan sanitarny okolic podmiejskich zmusiły już dawno kraje wielkoprzemysłowe do zwrócenia pilnej uwagi na możliwość wykorzystania odpadków miejskich w rolnictwie. Ruch w tym kierunku rozpoczął się w Niemczech i Anglii już w końcu ubiegłego stulecia⁶⁾. U nas wspomina o tym J. Polak⁷⁾, jakkolwiek wówczas w 1908 r. sprawa braku nawozów organicznych nie miała w Polsce praktycznego znaczenia. Dopiero po pierwszej wojnie światowej, a szczególnie podczas jej biegu, gdy ogromny spadek pogłowia bydła wywołał powszechny głód nawozowy, zajęto się energicznie poszukiwaniem metod skutecznego i gospodarczego wykorzystania odpadków miejskich do uzupełnienia braków obornika.

Kraje zachodnie, a szczególnie Niemcy, Holandia i Dania, zgłaszają w latach 1920—39 wiele patentów na produkcję nawozów z odpadków miejskich⁸⁾. Kombinacja wygniwania

termofilowego śmieci i osadów okazuje się przemysłem rentownym i liczne zakłady tego rodzaju prosperują zupełnie poprawnie⁹⁾. W tym czasie ZSRR mechanizuje swe ustoje i łącznie rolnictwo oraz buduje liczne kanalizacje komunalne. Toteż uczeni radzieccy zaczynają się coraz więcej interesować zagadnieniami będącymi tematem tej pracy, ponieważ brak dostatecznej ilości nawozów organicznych szczególnie w okolicach podmiejskich i tu daje się odczuwać. Jednocześnie zagadnienie rentowności sanitarnych urządzeń komunalnych nabiera właściwego wyrazu¹⁰⁾.

Prace uczonych radzieckich tej miary, co: Stroganow, Iwanow, Czerkies i Sziszkin są znane ogółowi techników sanitarnych. Również specjalne instytuty naukowe, szczególnie Akademia Nauk ZSRR, przyczyniły się w dużej mierze do praktycznej realizacji tego zagadnienia¹¹⁾.

Nasze rozważania oparte na cytowanych źródłach doprowadzają do wniosku, że zużytkowanie płynnych i stałych odpadków i nieczystości miejskich na sposób wielkoprzemysłowy, a poprawny higienicznie do potrzeb rolnictwa, jest zupełnie możliwe, ale tylko przy bardzo ścisłej współpracy z rolnictwem będącym dziś właściwie jedynym odbiorcą, wchodzącym w rachubę.

Technologiczny przebieg przemysłowy takiego zakładu wyglądałby jak następuje:

1. oczyszczanie ścieków mechaniczne lub pełne,
2. wygniwanie osadów kanalizacyjnych łącznie ze śmieciami, a być może i z dodatkami poprawiającymi wartość nawozową produktów finalnych,
3. wytwarzanie nawozów rolniczych na podstawie kompostów, otrzymywanych w rezultacie wygniwania,
4. wykorzystanie ścieków oczyszczonych do zraszania kultur rolnych albo leśnych.

Metoda naszkicowana tutaj w najbardziej generalnym zarysie pozwoliłaby na wykorzystanie wszystkich możliwości gospodarczych, zawartych w odpadkach i nieczystościach miejskich, dziś traktowanych zupełnie bezużytecznie dla interesów społeczeństwa, a nawet z wielką ich szkodą.

Powstaje teraz zagadnienie zasadnicze. Czy zakład takiego rodzaju potrafimy zaprojektować i wykonać? Niewątpliwie, problem wielce skomplikowany, a na naszym terenie nowy. Nie zapominajmy jednakże, że posiadamy specjalistów z tej dziedziny o dużym stażu teoretyczno-naukowym oraz znacznym materiale obserwacyjnym, zdobytym w czasie podróży i studiów po krajach, gdzie urządzenia podobne są objawem dość popularnym. Poza tym posiadamy możliwość swobodnego korzystania z doświadczeń ZSRR, co już tylko samo zachęca do wysiłku, bo daje uzasadnioną pewnością osiągnięcia wyników, być może niedoskonałych ale poprawnych. Poza tym zmuszają nas do tego okoliczności gospodarcze. Brak nawozów organicznych daje się coraz bardziej odczuwać i sytuacja musi się zaostrzać w miarę intensyfikacji rolnictwa. Sądzimy tedy, że czas już wielki rozpocząć realizację przynajmniej pierwszego zakładu o dużych rozmiarach, który może dać podstawy praktyczne do projektowania i budowy dalszych. Nasz prototyp służyłby jednocześnie jako laboratorium dla wszystkich instytutów naukowych z tej dziedziny.

Teraz czas na ostatnie ustalenie. Gdzie taki kombinat śmieciowo-ściekowy powinien być zbudowany? Oczywiście tam, gdzie wielka ilość nieczystości miejskich jest do dyspozycji, a otoczenie rolnicze cierpi najbardziej na brak nawozów organicznych, zaś dzisiejszy stan sanitarny otoczenia jest zły lub bardzo zły i jest na miejscu odpowiednia ilość fachowców oraz pomocy naukowych. Pod tym względem stolica wydaje się być miejscem najodpowiedniejszym. Ścieki są tu ujęte prawie całkowicie. Sporo zrobiono z koncentracją śmieci. Rolnictwo podstołeczne, przeważnie warzywniczo-ogrodnicze, odczuwa bardzo ostry brak nawozów humusowych, a Wisła jest zanieczyszczona przez ścieki miejskie, spuszczone bez jakiegokolwiek obróbki, w stopniu przekraczającym jej możliwości samooczyszczania.

Wydaje się, że sprawa oczyszczalni warszawskiej powinna stać się kwestią ambicji, gdyż stolica państwa nie powinna dalej niszczyć coraz gruntowniej wszystkich walorów swej jedynej wielkiej rzeki i to marnując bez reszty ogromne wartości gospodarcze.

⁶⁾ Dr J. König, Verunreinigung der Gewässer. Berlin, 1899. Dunbar. Leifaden Abwasserreinigung, 1911.

⁷⁾ Dr J. Polak, Wykład higieny miast, 1908.

⁸⁾ Handbuch der Lebensmittelchemie, T. 8, J. Springner. 1938. Tiermolekylne mikroorganizmy w przyrodzie i praktyce. E. N. Mikustin, Akademia Nauk ZSRR, 1950.

⁹⁾ Roczniki 1920—1953. Ges. Ing. i Gas und Wasserfach.

¹⁰⁾ S. N. Stroganow. Wazmożna li samookupajemost bytowych stocznych wod. Żurnal Komunalnoje Choziajstwo. 1939.

¹¹⁾ B. O. Botuk. Oczistka bytowych stocznych wod. Min. Gosp. Kom. ZSRR, 1949.

¹²⁾ Raboty po organiceskomu wieszczestwu poczwy. A. N. ZSRR, 1951.

Mgr inż. KAZIMIERZ SKALSKI

Bilans tlenowy naturalnego odbiornika ścieków przemysłowych jako wskaźnik przy wyborze metody ich oczyszczania

Przy rozwiązywaniu zagadnienia oczyszczania ścieków zakładu przemysłowego, który będzie je oddawał do zbiornika wód powierzchniowych, nasuwa się zwykle kilka możliwych do zastosowania metod oczyszczania. Każda z nich wiąże się z inną dla każdej metody kwotą inwestycyjną, niezależnie od różnych ich sprawności i przydatności. Wybór metody, najbardziej odpowiedniej dla konkretnego przypadku, jest uzależniony w dużym stopniu od argumentów ekonomicznych, które powinny być uwzględniane przy projektowaniu urządzeń oczyszczalni.

Istnienie odbiornika, który może przyjąć częściowo oczyszczone ścieki, zezwala na zdecydowanie wyboru mniej sprawnej, a przez to mniej kosztownej metody oczyszczania ścieków, której końcowym uzupełnieniem będzie działalność oczyszczająca naturalnego odbiornika (rzeki, stawu, jeziora, morza). Taka działalność jest bezpłatna i prawie zupełnie nie związana z inwestowaniem kapitału. W jakim zakresie można wykorzystać odbiornik w roli bezpłatnego ale częściowego elementu oczyszczającego, o tym decydują przede wszystkim: rodzaj odbiornika, jego cechy hydrologiczne, sposób użytkowania wody odbiornika po dołączeniu do niej ścieków przemysłowych oraz charakterystyka flory i fauny odbiornika. Na ich podstawie można wykonać obliczenie bilansu tlenowego odbiornika, którego wynik zadecyduje o tym, jak dalekie ma być podczyszczanie ścieków w oczyszczalni sztucznej. A od tego zależy wybór metody i wyposażenie oczyszczalni.

Z tych przyczyn nabiera dużego znaczenia sposób praktycznego wykonania obliczenia, które pozwoli ująć cyfrowo końcowe skutki procesów przebiegających samorzutnie w środowisku wodnym odbiornika. Podstawą tego obliczenia może być zmienność zawartości tlenu w wodzie i zmienność biochemicznego jego zapotrzebowania przez podczyszczone ścieki.

Dla potrzeb sporządzenia bilansu tlenowego są potrzebne następujące dane:

Q — przepływ odbiornika dla stanu NNW, w m³/sek.,

A — zawartość tlenu w wodzie odbiornika przy 20°C, w mg/l O₂,

B — zużycie tlenu przez wodę odbiornika w ciągu doby, w mg/l O₂,

a — szerokość koryta odbiornika przy NNW, w m,

h — głębokość koryta odbiornika przy NNW, w m,

v — szybkość przepływu wody w odbiorniku przy NNW, w m/sek,

K — określenie kategorii odbiornika wg kryterium Rozporządzenia Ministra Gospodarki Komunalnej z 2.9.1950 r.,

M — określenie grubości warstwy namułu dennego w mm,

q — dobową ilość ścieków spływających do odbiornika w m³,

BZT₅ — biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (5-dniowe) ścieków spuszcanych do odbiornika, w mg O₂/l.

Na drodze analizy chemicznej muszą być określone wartości: A, B i BZT₅. Pozostałe uzyskuje się drogą bezpośredniego pomiaru, względnie szacunku.

Strona aktywna bilansu tlenowego.

Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie odbiornika po 24 godzinach — O₁ = A — B. Na podstawie zaszeregowania odbiornika do jednej z czterech kategorii wód określa się przy pomocy tablicy 1 dopuszczalną obniżkę zawartości tlenu rozpuszczonego, ustalając wartość C.

Przy pomocy tablicy 2 ustala się rozpuszczalność tlenu w wodzie dla określonej temperatury, w warunkach nasycenia — uzyskując wartość D.

Do dyspozycji procesów biologicznych w wodzie pozostaje ilość tlenu rozpuszczonego: O₂ = O₁ — C.

Stanowi to w ciągu doby: O_d = Q × 86400 × O₂. Ilość tę zwiększa tlen pochłaniany przez wodę z powietrza przez powierzchnię lustra wody W = a × v × 86400 (m³).

Stan nasycenia tlenem wody odbiornika wynosi:

$$\text{Nas.} = \frac{A \times 100}{D} = x\%$$

Tablica 1

Kategoria wody	C dopuszczalna obniżka zawartości tlenu w stosunku do stanu nasycenia
I—III zarybiona (z wyłączeniem pstrągów)	50% = 4,5 mg O ₂ /l przy 20°C
IV bez zarybienia, jednak ze zdolnością samooczyszczania się	75% = 7,5 mg O ₂ /l przy 20°C

Tablica 2.

Rozpuszczalność tlenu w wodzie w różnych temperaturach, wartość D (wg Winklera)

t. wody °C	mg O ₂ /l	t. wody °C	mg O ₂ /l	t. wody °C	mg O ₂ /l
0	14,57	10	11,25	20	9,10
1	14,17	11	11,00	21	8,91
2	13,79	12	10,75	22	8,74
3	13,43	13	10,51	23	8,58
4	13,07	14	10,28	24	8,42
5	12,74	15	10,07	25	8,27
6	12,41	16	9,85	26	8,11
7	12,11	17	9,65	27	7,95
8	11,81	18	9,45	28	7,81
9	11,53	19	9,27	29	7,67

Tablica 3

Jednostkowe pochłanianie tlenu z powietrza przy 20°C w zależności od stopnia nasycenia [wg Faira]—wartość E w g/m²/dobę

Rodzaj odbiornika	Stopień nasycenia w %					
	100	80	60	40	20	0
mały staw	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
duże jezioro	0	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8
rzeka o wolnym prądzie	0	1,3	2,7	4,0	5,4	6,7
duża rzeka	0	1,9	3,8	5,8	7,6	9,6
rzeka o szybkim prądzie	0	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5
szypot	0	9,6	19,2	28,6	38,4	48,0

Na podstawie wyliczonego stopnia nasycenia i charakteru odbiornika odczytuje się z tablicy 3 jednostkowe pochłanianie tlenu z atmosfery — E.

Dobowa ilość pochłanianego tlenu: F = W × E. Dla potrzeb obliczeń technicznych nie uwzględnia się działania roślin, wpływającego przy nasłonecznieniu wody na jej wzbogacanie tlenem.

Sumaryczną ilość tlenu pozostającego w ciągu doby do dyspozycji procesów biologicznych stanowią:

$$O_{\text{sum. a.}} = O_d + F$$

Strona pasywna bilansu tlenowego

Tlen zużywany do biochemicznej odbudowy obciążników ścieków spływających do odbiornika w ciągu I doby:

$$O_{\text{sc}} = 0,3 \times \text{BZT}_5 \times q$$

Tlen zużywany do biochemicznej odbudowy organicznych składników namułu dennego:

$$O_{\text{m}} = W \times G$$

Wartość G — jednostkowego zużycia tlenu przez namul ustala się przy pomocy tablicy 4.

Tablica 4

Jednostkowe zużycie tlenu przez namul denną, w zależności od jego grubości i okresu oddziaływania [wg Faira]—wartość G w $g/m^2/dobę$

Grubość warstwy namu- łu świeżego o zawartości 90% wody i 30% zwią- zków organicznych w su- chej masie — M	127	47	17	7	mm
dobowe zużycie tlenu					
po 1-szej dobie	4,7	3,1	1,7	1,1	
po 100-nej dobie	2,2	1,2	0,7	0,4	
po 200-nej dobie	1,2	0,6	0,3	0,2	
po 400-nej dobie	0,4	0,2	0,1	0,07	

Sumaryczne zużycie tlenu przez obciążniki wody odbior-
nika:

$$O_{\text{sum. p.}} = O_{\text{śc}} + O_m$$

Ocena wyników

Porównanie wyników obliczenia strony aktywnej i pasyw-
nej bilansu tlenowego wskazuje nadwyżkę lub brak tlenu
i procentowy udział tej różnicy. Wartości te pozwalają wy-
raźnie ocenić procentowy udział potencjału tlenowego od-
biornika w procesach zużywających tlen, a przez to pozwa-
lają przewidzieć wpływ tych procesów na równowagę biolo-
giczną zbiornika wodnego. W przypadku nadmiernego jego
przeciążenia cyfry bilansu wskazują na pożądaną zmianę
stopnia oczyszczania ścieków na oczyszczalni sztucznej
w takim kierunku, by ich końcowe oczyszczanie w odbior-
niku odbywało się bez znamion przeciążeń i szkód dla orga-
nizmów żywych.

Przykład.

Odbiornikiem jest rzeka o charakterystyce:

- $Q = 2,8 \text{ m}^3/\text{sek.}$
- $A = 7,4 \text{ mg/l}$
- $B = 0,8 \text{ mg/l}$
- $a = 8 \text{ m}$
- $h = 0,6 \text{ m}$
- $v = 0,5 \text{ m/sek.}$
- $K = \text{III kategoria}$
- $M = 17 \text{ mm}$

Spuszczane ścieki zakładu przemysłowego są częściowo
oczyszczane na oczyszczalni sztucznej i później odprowadza-
ne do rzeki. Charakterystyka ścieków odprowadzanych:

- $q = 140 \text{ m}^3/\text{dobę}$
- $BZT_5 = 420 \text{ mg O}_2/\text{l}$

Strona aktywna:

$$O_1 = A - B = 7,4 - 0,8 = 6,6 \text{ mg/l.}$$

Z tablicy 1 dla $K = \text{III}$ wynosi $C = 50\%$, czyli $4,5 \text{ mg/l.}$

Z tablicy 2 D dla $20^\circ \text{C} = 9,10 \text{ mg/l.}$

$$O_2 = O_1 - C = 6,6 - 4,5 = 2,1 \text{ mg/l}$$

$$O_d = Q \times 86400 \times O_2 = 2,8 \times 86400 \times 2,1 = 508\,032 \text{ g} = 508 \text{ kg}$$

$$W = a \times v \times 86400 = 8 \times 0,5 \times 86400 = 345600 \text{ m}^3$$

$$\text{Nas.} = \frac{A \times 100}{D} = \frac{7,4 \times 100}{9,1} = 81\%$$

Z tablicy 3 dla rzeki o wolnym prądzie $E = 1,3 \text{ g/m}^2/\text{dobę}$.

$$F = W \times E = 345600 \times 1,3 = 449\,280 \text{ g} = 449 \text{ kg tlenu}$$

$$O_{\text{sum. a.}} = O_d + F = 508 + 449 = 957 \text{ kg tlenu.}$$

Strona pasywna:

$$O_{\text{śc}} = 0,3 \times BZT_5 \times q = 0,3 \times 420 \times 140 = 17640 \text{ g} = 18 \text{ kg.}$$

Z tablicy 4 dla $M = 17 \text{ mm}$ $G = 1,7 \text{ g/m}^2/\text{dobę}$

$$O_m = W \times G = 345600 \times 1,7 = 587520 \text{ g} = 588 \text{ kg}$$

$$O_{\text{sum. p.}} = O_{\text{śc}} + O_m = 18 + 588 = 606 \text{ kg tlenu.}$$

Ponad 50% przewaga aktywnej strony bilansu ($O_{\text{sum. a.}}$)
nad pasywną ($O_{\text{sum. p.}}$) wskazuje, że obciążenie rzeki ścieka-
mi częściowo oczyszczonymi nie jest przesadne i nie powin-
no wpłynąć ujemnie na jej biologiczną równowagę. Ponieważ
obliczenie opiera się na najbardziej niekorzystnych warun-
kach (najniższy przepływ rzeki przy niskim stanie) można
się spodziewać co najwyżej przesunięcia od oligosaprobowe-
go do mezosaprobowego obrazu życia w odbiorniku i to tyl-
ko w przypadku znacniejszego od podanego w rachunku
zwiększenia ilości ścieków lub ich stężenia. Wynikające
z bilansu zużycie tylko $\frac{2}{3}$ ilości tlenu, który stawia rzeka
do dyspozycji, wskazuje na istnienie rezerwy $\frac{1}{3}$ ilości tlenu
wolnego. Ta rezerwa może działać buforowo i chronić przed
przekroczeniem granicznej wartości zużycia tlenu, równej
tej, która jest do dyspozycji. Obliczenie bilansu jest przy-
bliżone, a także z powodu działania wielorakich i nie
uwzględnionych w nim czynników powinno być traktowane
jako podstawa przybliżonego orzeczenia. Niemniej jednak
jest ono wystarczającym wskaźnikiem, czy założony stopień
wstępnego oczyszczania ścieków przemysłowych jest wystar-
czający przy istniejącym przepływie rzeki.

Wykonanie obliczeń bilansu tlenowego może dać w wielu
przypadkach znaczne korzyści przy wyborze metody oczysz-
czania ścieków, a przez to spowodować znaczne oszczędności
przy budowie oczyszczalni. Wykorzystanie procesów samo-
oczyszczania naturalnych odbiorników może mieć miejsce
szczególnie często przy projektowaniu oczyszczalni ścieków
przemysłowych tych zakładów, które położone z dala od
miast muszą budować własne oczyszczalnie, a leżąc nad rze-
kami nie obciążonymi ściekami innych fabryk mogą doko-
nać końcowego oczyszczenia swoich ścieków poprodukcyj-
nych przy pomocy określonej rachunkiem zdolności samo-
oczyszczania rzeki.

Literatura

- 1) K. Wóycicki „Wodociągi i kanalizacja” — Warszawa 1948 r.
- 2) K. Imhoff „Taschenbuch der Stadtentwässerung” — München 1950.
- 3) F. Meinek, P. Sander, H. Stooff, R. Weldert „Industrie-
Abwässer” — Stuttgart 1951.

Z życia Organizacji

Sprawozdanie z XXIX Zjazdu Naukowo-Technicznego PZGWTS w Krakowie

W dniu 6.VI.1953 r. w sali MRN w Krakowie odbył się
Zjazd PZGWTS przy udziale 320 osób. W pierwszym dniu
wygłoszono referat zespołowy pt. „Walka o postęp technicz-
ny w dziedzinach: wodociągów, kanalizacji, technice sanitar-
nej, gazownictwie, ogrzewnictwie i terenach zielonych”.

Pierwszy przemawiał przewodniczący Komisji Postępu
Technicznego PZGWTS — kol. Wł. Skoraszewski. Referent
omówił ogólnie zagadnienia gospodarki wodnej i naszej roli
w realizacji zagadnień tej gospodarki oraz problem udosko-
nalenia metod poboru i wykorzystania wody, budowy sie-
ci itd.

Referent wysunął dwa wnioski:

1. należy poszerzyć samodzielność przedsiębiorstw w za-
kresie racjonalizacji,
2. powołać przedsiębiorstwo, które wykonywałoby modele
pomysłów racjonalizatorskich.

Następnie kol. J. Kłosiński referował zagadnienie postę-
pu technicznego w dziedzinie gazownictwa. Mówca przedsta-
wił nasze zacofanie przed wojną pod względem zużycia gazu
w porównaniu do państw uprzemysłowionych. Po wojnie
wprowadzono rozmaite udoskonalenia wzorując się na ga-
zownictwie NRD i Czechosłowacji, co spowodowało zwięk-
szenie zapotrzebowania gazu, a co za tym idzie konieczność
zwiększenia produkcji. Ponadto wykorzystuje się gaz odpad-
kowy, np. w hutnictwie zaczęto używać gazu ziemnego. Klu-
czowe zagadnienia w dziedzinie gazownictwa są następujące:
zmniejszenie zużycia węgla przy wytwarzaniu gazu, zwięk-
szenie zdolności produkcyjnych urządzeń oraz rozbudowa
urządzeń.

Kol. P. Goldkraut zreferował problemy postępu technicz-
nego w ogrzewnictwie i wietrzeniu.

Dotychczas traktowano to zagadnienie marginesowo. Naj-
lepszym świadectwem, jak wyglądały te sprawy przed woj-
ną, jest pierwszy Zjazd Ogrzewników w Warszawie w ro-

ku 1936; było wówczas w całej Polsce 140 ogrzewników i był to okres, kiedy ta dziedzina techniki stawiała dopiero swe pierwsze kroki.

Po wojnie zmieniły się poglądy na te sprawy. Scentralizowanie energii cieplnej w budownictwie osiedlowym stało się ważnym problemem. Ogrzewnictwo zdalaczynne, elektrociepłownictwo — oto zagadnienia, które Warszawa już wprowadza w czyn. Są jednak trudności jak: brak odpowiednich kotłów i urządzeń odpylających. Należałoby produkować kotły przystosowane do paliwa, jakie posiadamy. Sposób przyłączania instalacji wewnętrznych wymaga uzgodnienia między architektami a ogrzewnikami. Urządzenia klimatyzacyjne zaczęto u nas projektować bez żadnych wzorów, opierając się tylko na literaturze technicznej. Brak nam odpowiednich urządzeń do regulowania urządzeń klimatyzacyjnych.

Sprawa kadr w porównaniu z czasami przedwojennymi poprawiła się. Poziom fachowy jest wysoki. Ponieważ ta dziedzina techniki nie posiada dotychczas żadnej placówki naukowej, gdzie można by przeprowadzać doświadczenia — należy stworzyć odpowiedni instytut.

Kol. St. Wojnarowicz referował sprawę postępu technicznego w wodociągach i kanalizacji. Mówca wskazał na występujące tu dwie trudności na odcinku materiałowym i kadr fachowców. Ażebym usunąć te braki musimy za wzorem ZSRR wprowadzić współpracę naukowców z robotnikami. Referent podał następnie szereg opracowanych usprawnień jak: wiercenia pod dnem rzeki, nowe metody klarowania wody, materiały zastępcze itd.

Zagadnienie postępu technicznego w dziedzinie techniki sanitarnej referował kol. prof. Z. Rudolf. Po omówieniu znaczenia techniki sanitarnej w dobie obecnej, referent podkreślił problem czystości miast przemysłowych i konieczność

wykorzystania ścieków gospodarczych i przemysłowych dla celów rolnictwa.

Kol. B. Lisiak przedstawił osiągnięcia techniczne w dziedzinie terenów zielonych. Na tle zacofania, jakie panowało przed wojną, obserwujemy obecnie wyraźny postęp w rozbudowie terenów zielonych. Ważną sprawą jest zadrzewienie miast, wpływające na zdrowotność ludności miejskiej. Dotkliwie odczuwa się brak kadr fachowców.

Pracę w zakładach należy oprzeć na zasadach ekonomicznych, kłaść nacisk na standaryzację pracy i odpowiednią poziom dokumentacji technicznej. Bardzo potrzebne jest czasopismo techniczne z branży terenów zielonych.

Po referatach w dyskusji zabierał głos szereg kolegów, m. in. kol. prof. Piotrowski na temat postępu technicznego i ulepszeń w dziedzinie wod.-kan., kol. J. Kłosiński w sprawie ogrzewania gazem, kol. W. Skoraszewski w sprawie trudności produkowania prefabrykatów w instalacjach sanitarnych.

Wnioski zgłoszone przez prelegentów i w czasie dyskusji przekazano Zjazdowi Delegatów do rozpatrzenia.

Po południu odbył się VI Zjazd Delegatów PZGWTS.

W dniu 7.VI uczestnicy Zjazdu udali się do miasta Nowa Huta, gdzie odbył się dalszy ciąg zjazdu naukowo-technicznego.

Referat zespołowy „Urządzenia wod.-kan., gaz oraz zieleni miasta Krakowa“, opracowany w części wod.-kan. przez kol. J. Tokarskiego, w części gazowej przez kol. L. Obidowicza i w części zieleni przez kol. Z. Fulińskiego, wygłosił kol. J. Tokarski. Następny referat pt. „Miasto Nowa Huta“ wygłosił przedstawiciel Dyrekcji Budowy MNH.

W dyskusji omawiano szereg zagadnień branżowych związanych z budową nowego miasta. Prelegent udzielał zebranym wielu wyjaśnień. Na zakończenie zjazdu uczestnicy zwiedzili urządzenia techniczne miasta Nowa Huta.

Wiadomości praktyczne

Uszczelnienie trwałe dławicy zasuwy wodociągowej

Miejsce najsłabsze pod względem szczelności każdej zasuwy wodociągowej — to dławica, przez którą przechodzi wrzeciono. Fabryki produkujące te przybory dostarczają je zwykle z bardzo niedbałym uszczelnieniem dławicy wrzeciona. Toteż budowniczy wodociągu musi i powinien sprawdzić wszystkie dławice przed wmontowaniem zasuwy do rurociągu, aby uniknąć konieczności odkopywania jej już wkrótce po ułożeniu przewodu, który obsługuje. Uszczelnienie dławicy jest sporządzane ze sznura konopnego, który powinien być dobrze nałożony i otalkowany przed włożeniem do dławicy. Jednakże nawet najlepiej wykonane uszczelnienie konopne z czasem traci sprężystość i zasuwa zaczyna przeciekać, a w rezultacie należy ją dociągnąć. Jeżeli znajduje się ona na rurociągu odkrytym, np. w pomieszczeniu pompowni, to sprawa jest prosta i nie sprawia żadnych kłopotów.

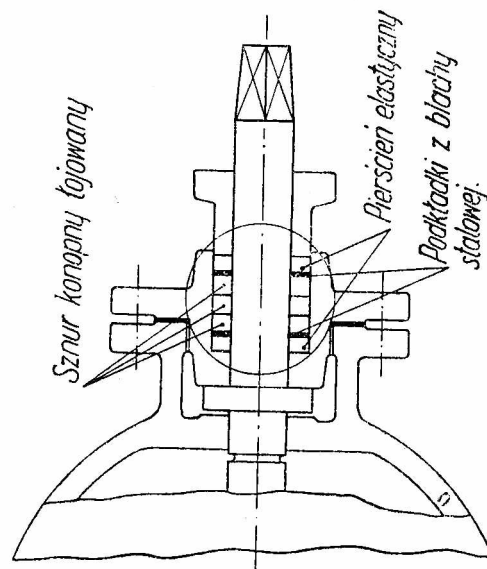
Natomiast inaczej to wygląda na liniach podziemnych. Tu nie możemy zauważyć drobnych przecieków w ogóle, a gdy rurociąg leży w gruntach przepuszczalnych, to i większe nieuszczelnienia są nieuchwytnie. Dopiero gdy przeciek osiągnie jakie rozmiary, że woda zaczyna wypływać ze skrzynki obudowy na powierzchnię, musimy zasuwę odkopać i uszczelnić na nowo. Wypadki tego rodzaju są bardzo popularne w praktyce wodociągowej i większe miasta liczą ich na setki rocznie.

Sama naprawa dławicy jest w takim przypadku zabiegiem prostym i bardzo tanim; inaczej operacje przygotowawcze i wykonawcze, tj.: zdjęcie bruku lub chodnika, odkopanie, zamknięcie linii, a potem zasypka i przywrócenie nawierzchni do stanu początkowego. Te zabiegi są bardzo kosztowne i często uciążliwe dla ruchu kołowego lub pieszego.

Najgorzej, że zasuwy podziemne ciekające niewidocznie przyczyniają zakładowi wodociągowemu dużo strat wody, ponieważ ucieczka trwa stale, a sieć liczy setki lub tysiące zasuw.

Ostatnie lata przynoszą pewne udoskonalenia w tej dziedzinie, pozwalające na wykonanie uszczelnień praktycznie nieuszczelnialnych, a kosztem nie różniących się od dzisiejszego.

Jedno odkopanie i zasypka nieuszczelnionej zasuwy ulicznej kosztuje zapewne więcej niż sto uszczelek typu, który opisujemy w dalszym ciągu.



Rys. 1

Uszczelnienie trwałe daje się wykonać łatwo w sposób następujący (rys. 1). Zamawiamy gotowe pierścienie uszczelniające dostosowane do wymiarów znormalizowanych zasuw. Nakładamy najpierw na dno korpusu dławicy pierścień elastyczny. Na pierścień nakładamy podkładkę stalową, a dalej odpowiednią ilość szczeliwa konopnego. Na wierzch sznura konopnego zakładamy znowu podkładkę stalową, a na to z kolei pierścień elastyczny. Całość zaciskamy dławikiem. Otrzymujemy w rezultacie uszczelnienie prawie nieograniczonej trwałości, gdyż pierścienie elastyczne zapewniają dobrą konserwację szczeliwa konopnego, a poza tym ich sprężenie początkowe wyrównywa, możliwe z czasem, drobne ubytki uszczelki konopnej. Pierścienie elastyczne w połączeniu z podkładkami stalowymi zapewniają równy nacisk dławika. Uszczelnienie typu opisanego musi być wielokrotnie trwałe od dzisiejszego prymitywu, a co za tym idzie może

znacznie zmniejszyć koszt eksploatacji zasuw. Pierścienie wykonywane masowo przez zakłady fabryczne będą i lepsze i tańsze od dzisiejszego sposobu preparowania sznura kopnego na budowie.

Do wykonania pierścieni elastycznych można używać zużyte przepony gumowe pomp ręcznych, tzw. zabki.

Sądzę, iż możliwość zastosowania dławic trwałych nie wzbudza żadnej wątpliwości, trzeba tylko zorganizować masowe wytwarzanie gotowych pierścieni dławicowych przez nasze fabryki szczeliwa.

Mgr inż. W. Skoraszewski

Z prasy zagranicznej

Automatyzacja kontroli technologii prania białej

(Automatizacja kontroli technologicznej reżimu stirkii biela. W. Pieriepielicyn — Żiliszczno-kommunalnoje Chozjajstwo 8/1953).

Mechaniczne pranie białej wymaga złożonego procesu technologicznego, zmieniającego się w zależności od stopnia zabrudzenia białej.

Pod względem najbardziej zróżnicowanych i pracochłonnych procesów obróbki białej, w zmechanizowanej pralni na czoło wysuwa się oddział pralniczy. Zdolność przerobowa urządzeń zainstalowanych na oddziale pralniczym określa wydajność całej pralni. Dlatego podwyższenie zdolności produkcyjnej oddziału pralniczego jest głównym zadaniem, stojącym przed każdą pralnią.

Badania przeprowadzone w zmechanizowanych pralniach Moskwy wykazały, że wykorzystanie mocy produkcyjnej maszyn oddziału pralniczego, nawet w najnowszych pralniach, nie przekracza 85%, czyli straty zdolności produkcyjnej wynoszą 15%. Pewna część strat spowodowana jest koniecznością okresowych napraw maszyn i urządzeń, ale nie mniej niż 10% strat w wykorzystaniu maszyn przypisać należy trudności w przestrzeganiu prawidłowej technologii procesu prania.

Przeciętnie jeden cykl prania partii białej, załadowanej do pralni, składa się z 7—9 różnych operacji jak: moczenie, pranie wstępne, pranie właściwe, płukanie itd. Wszystkie te operacje różnią się od siebie czasem trwania, temperaturą wody i jej ilością w bębnie pralniczym. W ciągu jednej godziny pracy oddziału pralniczego, złożonego z 30 pralnic, należy wykonać więcej niż 200 różnych operacji, następujących po sobie w różnych odstępach czasu. W związku z tym ścisłe przestrzeganie wymagań technologicznych napotyka na poważne trudności, a odstępstwo od technologicznego przebiegu powoduje obniżenie jakości prania, szybsze zuży-

cie białej i obniżenie współczynnika wykorzystania zdolności produkcyjnej urządzeń.

Zagadnienie pełnej automatyzacji całego urządzenia pralni nie zostało jeszcze w praktyce rozwiązane, lecz sprawa automatyzowania kontroli technologii procesu prania białej stała się palącą koniecznością. Zadanie to opracowała i wykonała praktycznie w pralni nr 6 grupa moskiewskich racjonalizatorów zakładów komunalno-usługowych (inż. G. A. Łukjanow, technik J. S. Oskin, dyrektor pralni nr 6 N. G. Gutow i elektromechanik pralni nr 6 A. S. Łopes), oddając do eksploatacji zautomatyzowany system sygnalizacji, kontrolujący przebieg prania. Urządzenie to umożliwia śledzenie prawidłowości przebiegu prania i kierowanie nim przez dyspozytora z jednego miejsca pralni.

Główny dyspozytor pralni, kontrolujący pracę oddziału pralniczego, ma możliwość natychmiastowego oddziaływania na przebieg prania oraz może likwidować wszystkie przerwy w pracy maszyn. On również kieruje przybywającymi partiami białej i rozdziela je na poszczególne maszyny.

W gabinecie dyspozytora znajduje się tablica sterownicza ze wskaźnikami pracy każdej maszyny, zegar elektryczny i aparaty telefoniczne. Urządzenia aparatury sygnalizacyjnej (przełączniki, wybieraki, transformatory itp.) znajdują się w specjalnym, osobnym pomieszczeniu.

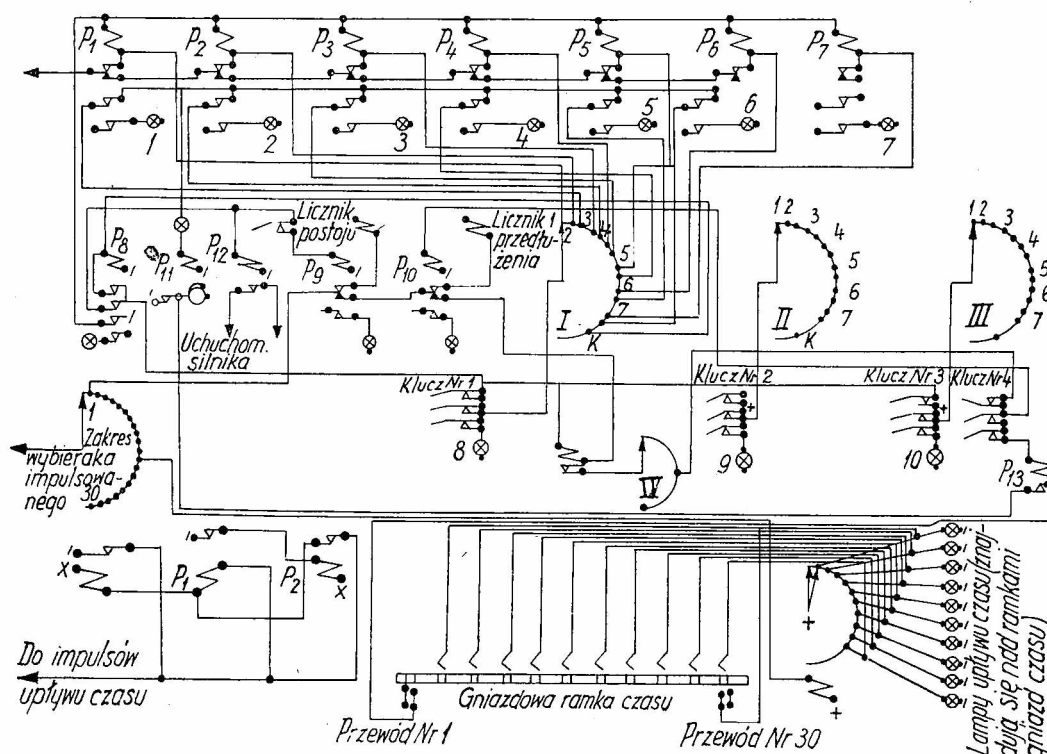
W oddziale pralniczym każda pralnia wyposażona jest w urządzenie, sygnalizujące konieczność zmiany operacji i wskazujące kolejność ich następstwa.

Specjalne automatyczne przyrządy, zatrzymując pralnię po ukończeniu prania, dają obsługującemu sygnał o konieczności zmiany operacji, wskazują poziom i temperaturę wody. Wszystkie te sygnały rejestrowane są jednocześnie w gabinecie dyspozytora. W tym samym czasie licznik dokładnie notuje czas przestoju pralni z tego lub innego powodu, dając o tym znać zarówno obsłudze, jak i dyspozytorowi.

Działanie urządzenia oparte jest na zasadzie pracy stacji telefonicznej i z tej dziedziny zapożyczono większość przyrządów.

Zautomatyzowane sygnalizacyjne urządzenie kontroli procesów technologicznych kieruje praniem według czasu określonego przez dyspozytora pralni-fabryki. Włączając wyłączniki prądu zmiennego i stałego dyspozytor pralni uruchamia urządzenie. Przez włączenie wyłączników płynie prąd na rdzeń przekładników liniowych, na tablicę sterowniczą dyspozytora i zegary elektryczne.

Zegary elektryczne co dwie minuty dają impuls prądu stałego na elektromagnesy wybieraków i na przekładniki impulsowe; przy pierwszym skoku wybierak prądu przekazuje impuls na uzwojenia wybieraków i przekładników pralnic. Podczas jednoczesnej pracy tych przekładników, tak u dyspozytora jak i pralni zapalają się komparatorowe lampy telefoniczne. Sygnał ten wskazuje obsłudze kolejność i czas wykonywania technologicznych operacji prania białej.



Opisane urządzenie sygnalizacyjne przystosowane jest do kontroli prania białizny o trzech stopniach zabrudzenia: drugiego stopnia zabrudzenia z czasem obróbki w pralni wynoszącym 58 minut; trzeciego stopnia — czas obróbki 70 minut; czwartego stopnia — czas obróbki 80 minut. Białizna pierwszego stopnia zabrudzenia dopływa do pralni w bardzo małych ilościach.

Uruchomienie pralni do kolejnego cyklu jej pracy dokonywane jest przez dyspozytora przy pomocy trzech kluczy telefonicznych zmontowanych na tablicy sterowniczej (dla białizny 2, 3 i 4 stopnia zabrudzenia). Czwarty klucz służy do włączania urządzeń podczas pracy w dodatkowym czasie i do sprowadzenia całości do położenia wyjściowego.

Czas postoju maszyn i czas pracy dodatkowej, potrzebne dla wykonania specjalnych operacji związanych z praniem, obliczane są przez odpowiednie liczniki typu telefonicznego. Podczas dodatkowej pracy maszyny zegary elektryczne przekazują impulsy na skokowy wybierak czasu, który za każdym swoim uruchomieniem włącza lampy komutatorowe w ten sposób, że co dwie minuty zapalają się one kolejno, jedna za drugą. Lampy te znajdują się w dziesięciogniazdowej komutatorowej ramce telefonicznej na tablicy dyspozytora.

Takie urządzenie daje dyspozytorowi możliwość przedłużenia dowolnej operacji i w każdym cyklu prania białizny — o z góry określony czas dodatkowy w zakresie od 2—18 minut. Jeżeli wymagają tego względy techniczne lub technologiczne, czas ten można przedłużyć o dowolną wielkość.

Każda pralnia wyposażona jest w hermetyczną skrzynkę sygnalizacyjną, w której umieszczonych jest 11 lamp komutatorowych. Pierwsze trzy służą do sygnalizowania stopnia zabrudzenia białizny, siedem następnych określa kolejną operację prania, a ostatnia zapala się, gdy pełny cykl prania zostanie zakończony.

Skrzynka sygnalizacyjna połączona jest z centralą dyspozytora kablem telefonicznym. Na górnej pokrywie bębna pralni umieszczony jest przekładnik typu telefonicznego, który uruchamia silnik maszyny. Ponadto każda pralnia wyposażona jest w przyrząd określający poziom wody i jej ilość w bębnie pralni. Wodowskaz zaopatrzony jest w styk rtęciowy, przy pomocy którego sygnalizowana jest zmiana operacji.

Instalacja pokazana na załączonym szkicu może być wykonana w każdej fabryce produkującej urządzenia łączności, gdyż opiera się na aparaturze standardowej bez potrzeby jej modyfikowania. Zmontowana jest zaś w ten sposób, że w razie zmiany prawideł technologicznych przebieg przekazywania sygnałów można także z łatwością zmienić w zakresie do 100 minut dla każdego cyklu. Urządzenie połączone jest kablem telefonicznym i pracuje na prąd o napięciu 24 V, zupełnie bezpieczny dla personelu obsługującego.

Pralnię mogą uruchomić tylko dwie osoby: dyspozytor i robotnik obsługujący maszynę, przy czym jeden bez drugiego dokonać tego nie może. Pralnię załadowuje się i opróżnia przy pełnej blokadzie bębna, to znaczy wtedy tylko, gdy pokrywa zewnętrzna bębna zasunięta jest do końca. Gwarantuje to bezpieczeństwo obsługi.

W razie awarii lub z jakiegokolwiek innego powodu, dyspozytor może zatrzymać dowolną maszynę, pogasić wszystkie sygnały poprzedniej operacji cyklu i rozpocząć nadawanie sygnałów z położenia wyjściowego. Jeżeli zepsuje się silnik elektryczny obsługujący pralnię, robotnik wyłącza wyłącznik silnika, a tym samym przesyła sygnał dyspozytorowi; po czym zapala się lampa „STOP“ i zaczyna pracować licznik przestoju maszyny. Jeżeli pranie w danej pralni po usunięciu awarii przeprowadza się aż do zakończenia cyklu, licznik przestoju wyłącza się po uruchomieniu silnika maszyny, a jednocześnie włącza się nadawanie sygnałów następnych operacji. Jeżeli zaś cyklu prania nie kończy się w pralni, która uległa awarii, dyspozytor powinien przestawić klucz do położenia wyjściowego.

Automatyzacja kontroli procesu technologicznego w pralni nr 6 uzupełniona była obustronną łącznością radio-telefoniczną pomiędzy każdym oddziałem pralni czy placówką produkcyjną a centralną dyspozytornią.

Zautomatyzowana kontrola technologii procesu prania białizny podwyższa współczynnik wykorzystania mocy produkcyjnej maszyn do 95%, a przy należytych stanie maszyn nawet do 97%. Przestrzeganie przebiegu technologicznego wydatnie polepsza jakość prania oraz zabezpiecza wyjście białizny z pralni dopiero po zakończeniu pełnego cyklu pracy. Czas trwania prania wstępnego i właściwego, podczas których białizna poddawana jest działaniu wysokich temperatur pary i wody, ściśle odpowiada wymogom technologicznym, co obniża niszczenie tkanin w pralni.

Zastosowanie zautomatyzowanej kontroli procesu prania znacznie ułatwia organizację produkcji. Kierując pracą pralni, dyspozytor może prawidłowo zorganizować pracę personelu pralniczego zarówno przy obsłudze maszyn, jak i przy załadunku czy wyładunku białizny z pralni. Zmniejsza to znacznie wysiłek obsługi i umożliwia skierowanie personelu o wysokich kwalifikacjach do innej pracy.

Zagadnienie automatyzacji pracy pralni jest więc bardzo ważnym czynnikiem w walce o ulepszanie produkcji i obniżkę kosztów własnych.

Inż. Jacek Wąsowski

Organizacja produkcji w dużych zakładach pralniczych

(Ł. Kozubski i A. Garganow — „Organizacja przemysłowa na fabrykach-praciecznych“ — Żiliszczno-Komunalnoje Choziajstwo — 1/1954)

Jednym z podstawowych mankamentów, utrudniających właściwą organizację i propagandę centralnego prania prywatnej białizny, jest zbyt zbyt długie wykonywanie zamówień: od 12—15 dni. Spowodowane to jest przerwami w obróbce białizny, wynikającymi z wadliwej organizacji pracy pralni, co w konsekwencji nadmiernie przedłuża cykl produkcyjny. Często się zdarza, że poszczególne oddziały pralni (pralniczy i suszarniano-prasowniczy) pracują różną ilość godzin w ciągu dnia, lub że białiznę indywidualną pierze się tylko podczas zmiany rannej.

Wielkość kierowanych do pralni partii białizny (często 2 tony) przedłuża cykl obróbki, tak że względu na znaczną pracochłonność procesu produkcji, jak i ze względu na duże trudności przy kompletowaniu paczek z wypraną białizną.

Wiadomo, że z partii białizny przeznaczonej do prania oddziela się białiznę kolorową oraz tak zwaną „drobnicę“. Białiznę tej nie jest dużo, lecz prac ją trzeba w specjalnych maszynach o małej ładowności, co mimo wszystko wymaga łączenia do wspólnej obróbki białizny, wybranej z kilku różnych partii.

Znaczne opóźnienia procesu prania białizny powstają wtedy, gdy w pralni praktykuje się system pełnego cyklu pracy. Znaczący to, że zmiana schodząca po skończonym dniu pracy, składa do przechowania pobraną przez siebie białiznę w takim stanie, w jakim znajduje się ona w chwili zakończenia zmiany. Nowa zmiana robocza pierze „swoją“ białiznę. Prowadzi to nie tylko do przedłużania obróbki danej partii białizny, ale także do jej płatania i mieszania, co w dużym stopniu utrudnia pracę sortowni czystej białizny.

Dość znaczne mieszanie białizny występuje w oddziale prasowniczym wtedy, gdy prasowaczki, pracujące na akord, wybierają do prasowania sztuki proste, mało pracochłonne, zostawiając na później sztuki trudniejsze, złożone. Uniemożliwia to wypełnienie harmonogramu wydawania wypranych partii białizny.

Wszystkie powyższe czynniki tak bardzo przedłużają czas cyklu produkcyjnego danej partii białizny, że wynosi on niekiedy 272 godziny (licząc od chwili oddania białizny, do otrzymania jej z powrotem), gdy na czynności bezpośrednio związane z wykonaniem zamówienia danego klienta nie potrzeba więcej niż 82 godziny.

Trzyletnia działalność specjalnej komórki Ministerstwa Gospodarki Komunalnej ZSRR pozwoliła na reorganizację pracy zakładów pralniczych i zlikwidowanie przyczyn opóźniających obróbkę białizny w oparciu o potokowy system pracy pralni.

Dla skrócenia cyklu produkcyjnego i wprowadzenia systemu pracy potokowej konieczne jest ustalenie optymalnej jednostki produkcyjnej. Jednostka ta nie może być zbyt duża i trzeba dostosować ją do zdolności przerobowej zainstalowanych urządzeń. Ponadto we wszystkich oddziałach produkcyjnych musi być wprowadzony jednakowy, dwuzmianowy okres pracy z tym, że pranie i wszystkie dalsze operacje obróbki białizny prywatnej muszą odbywać się równomiernie na obu zmianach w ściśle ustalonej kolejności. Białiznę kolorową, „drobnicę“, a także białiznę przeznaczoną do ręcznego prania należy obrabiać w tym samym czasie co resztę partii, a w miarę możliwości nawet nieco wcześniej. Zmiany robocze powinny przejmować maszyny w ruchu i kontynuować cykl produkcyjny rozpoczęty przez poprzedników, przy czym obrabiane części jednostki produkcyjnej muszą być kierowane z operacji na operację bez przerw. Oddziałom prasowania ręcznego i maszynowego należy określić wysokość planu uzależnioną od jednostki produkcyjnej, a nie od czystej wagi białizny. Oddziały i pododdziały pralni

powinny być usytuowane wzdłuż linii procesu technologicznego.

Zachowując powyższe wskazania, długość cyklu produkcyjnego maleje do 62 godzin z tym, że bielizna znajduje się w bezpośredniej obróbce 43 godziny, a zatem cykl skraca się trzy-czterokrotnie.

Skrócenie cyklu pracy nie tylko umożliwia szybsze wykonywanie zamówień, ale także pozwala na lepsze wykorzystanie powierzchni produkcyjnej, oraz wyklucza zbędny ruch bielizny, utrudniając tym samym jej wzmożone niszczenie.

Stosując system potokowej pracy w pralni, dzielimy produkcyjną jednostkę przyjętej do prania bielizny (w danym dniu) na szereg partii, dostosowanych ściśle do roboczej pojemności pralni. Tę ilość bielizny nazywamy mikrojednostką (mikropartią). Mikrojednostka zaopatrzona w pismo towarzyszące (wykaz), w którym wyszczególniona jest waga bielizny, ilość sztuk, asortyment przedmiotów i stopień ich zabrudzenia, przechodzi kolejno z jednej operacji na drugą, podlegając w międzyczasie ścisłej kontroli technologicznej. Kontrola rozpoczyna się z chwilą odebrania węzła z brudną bielizną od klienta, śledzi cały czas obróbkę pełnych partii i mikrojednostek, a kończy się w wydawalni czystej bielizny na skompletowanych, gotowych do oddania paczkach.

Godne polecenia jest wyznaczenie spośród personelu pralni jednego robotnika, odpowiedzialnego za przyjmowanie i przekazywanie bielizny z operacji na operację. W wypadku stwierdzenia w mikrojednostce braku przedmiotu, wyszczególnionego w towarzyszącym załączniku, należy wydać natychmiast odpowiednie zarządzenie, by nie oczekiwano na zakończenie obróbki całej partii, lecz przekazywano dalej mikrojednostkę z zaznaczeniem braku.

Główną przyczyną niemożności stosowania pracy potokowej jest nieodpowiednie dopasowanie zdolności przerobowej poszczególnych oddziałów i pododdziałów przedsiębiorstwa. Praktyka wykazała, że już na pierwszym etapie wprowadzenia metody pracy potokowej nie tylko skrócił się okres wykonania zamówień, ale i wzrosła liczba obsłużonych klientów. Jednocześnie, ponieważ rośnie ilość obrabianej bielizny, ostro uwydatniają się niedobory w proporcjach zdolności produkcyjnej oddziałów pralni. Od stosunku tych zdolności trzeba uzależnić optymalną ilość przyjmowanych zamówień, gdyż jej przekroczenie spowoduje zatory i chaos w pracy zakładu. Potokowa praca pralni prawie zawsze zmusza zarząd pralni do podwyższenia mocy produkcyjnej oddziału suszarniczego i do zwiększenia liczby stanowisk do prasowania ręcznego. Na przykład zakład pralniczy nr 5 w Moskwie po przejściu na potokowy system pracy musiał powiększyć liczbę stanowisk do prasowania ręcznego z 11 na 35. Maksymalne wykorzystanie powierzchni roboczej, możliwe przy pracy potokowej, pozwoliło na ustawienie dodatkowych stanowisk prasowniczych. Najbardziej efektywnym sposobem podniesienia zdolności produkcyjnej oddziału suszarniczego jest wprowadzenie suszarni kulisowych z recyrkulacją oraz szersze zastosowanie maszyn suszarniczo-prasowniczych.

Baczną uwagę należy także zwrócić na szkolenie personelu do pracy tzw. zamienną w tych oddziałach, których działalność warunkuje normalny tryb produkcji zakładu. Są to oddziały takie jak: kontrola po przyjęciu bielizny, sortownia, kompletowanie partii produkcyjnych, przygotowanie bielizny do prasowania ręcznego i inne. Umiejętność pracy zamienną pozwoli na przerzucanie tych samych ludzi do oddziału nie mogącego podołać zadaniom (np. z powodu dużych zwolnień chorobowych).

Podwyższenie ilości przyjmowanej do obróbki bielizny nie może być w żadnym wypadku dokonywane kosztem odstępstw od technologicznego reżimu prania. Najwygodniejsze jest w tym wypadku zastosowanie automatycznej kontroli procesu prania (pralnia nr 6 w Moskwie), albo przydzielenie jednemu — dwóm robotnikom do obsługi od dwóch do pięciu pralni zależnie od ich ładowności, w wypadku trudności z wprowadzeniem scentralizowanej automatyzacji.

Wykrycie istniejących rezerw produkcyjnych przez zastosowanie metody pracy potokowej dobitnie potwierdziły praktyczne przykłady. Np. krytyczna analiza organizacji przedsiębiorstwa w związku z przejściem na potok, dokonana w Batjeniskim kombinacie łaźienno-pralniczym w Leningradzie, umożliwiła zwiększenie wydajności kombinatu z 6—7 na 13—14 ton, po nieznacznych tylko powiększeniu powierzchni oddziału pralniczego. Praktyka zatem zmusza do przejścia na pracę potokową, do ponownego, gruntownego

przeanalizowania organizacji pralni, jej produkcyjnych możliwości oraz do opracowania nowych normatywów projektowania zakładów pralniczych.

Należy także upowszechniać nowe metody pracy pralni przy obsłudze ludności jak np. przyjmowanie bielizny do danego domu (a nie od indywidualnych rodzin), szybkościowe pranie „prostej” bielizny (prześcieradła, ręczniki, obrusy itp.), pranie i odwirowywanie bielizny „w siatkach” z przesuszaniem, lub bez. W siatkach umieszcza się bieliznę kilku klientów, zaopatruje w numer rozpoznawczy i kieruje kolejno na operację. Po skończonym cyklu obróbki segregacja bielizny jest znacznie ułatwiona, nawet w tym wypadku, gdy bieliznę trzeba wyjąć z siatki celem wyprasowania jej.

Właściwa organizacja pracy pralni dająca maksymalne wykorzystanie powierzchni roboczej parku maszynowego, połączona być musi ze sprężystą organizacją punktów przyjęć bielizny. Należy umożliwić ludziom wcześniejsze zamawianie kolejki w pralni (np. telefonicznie), lecz przede wszystkim zorganizować zbiorowe odstawy bielizny w danym czasie z poszczególnych rejonów, które obsługuje pralnia. Ścisłe przestrzeganie reżimu technologicznego, dokładne pranie i troska o bieliznę, zachęci szeroki ogół ludności do korzystania z usług pralni zmechanizowanych. Podwyższy to z jednej strony rentowność pralni i pozwoli na obniżkę cen za usługi, a z drugiej strony zlikwiduje konieczność wykonywania tej męczącej i absorbującej pracy w domu.

Inż. Jacek Wąsowski

RECENZJE

Mgr inż. Henryk Przyłęcki — „Badanie wody, osadów i gazów w zakresie techniki sanitarnej”, tom I, Państwowe Wydawnictwo Techniczne, Warszawa, 1954, str. 288.

Książka powyższa jest wynikiem wieloletniego doświadczenia krajowego i zagranicznego wybitnego fachowca, ucznia prof. S. N. Stroganowa, b. kierownika Stacji Doświadczalnej Oczyszczania Ścieków w Kaskadzie, autora szeregu projektów technicznych i referatów, rzeczoznawcy SNIT SOG, pracownika naukowego Instytutu Gospodarki Komunalnej w dziedzinie techniki sanitarnej i stanowi zaledwie trochę obszerną pracę.

Książka podzielona na 7 działów obejmuje:

- w rozdz. 1 — podstawowe wiadomości z zakresu techniki laboratoryjnej,
- w rozdz. 2 — potraktowanym najobszerniej, wiadomości dotyczące wody i jej analizy,
- w rozdz. 5 — interpretacje wyników analizy oraz przykłady składu chemicznego wód,
- w rozdz. 6 — chemiczne oczyszczanie wody, badanie przepływu wód gruntowych, mechaniczną analizę gruntu,
- w rozdz. 7 — ważniejsze przepisy dotyczące wody i ścieków.

Ponadto w rozdz. 3 — analizę gazów i w rozdz. 4 — analizy osadów ściekowych, śmieci i cieczy mułowej.

Uzupełnieniem powyższych rozdziałów jest zbiór cennych tablic, wykaz piśmiennictwa i skorowidz wyrazów.

Książka zawiera znaczną liczbę rysunków i wykresów.

Niezmiernie przystępne, a jednakże poparte wzorami i obliczeniami opracowanie tematu, obejmującego m. in. metody wykonywania fizycznych i chemicznych analiz, określanie stopnia zanieczyszczenia wód, sposobów ich oczyszczania, jak również kontroli oczyszczania ścieków, przeróbki osadów i nieczystości — zasługuje na uznanie zwłaszcza przy braku takich podręczników.

Autor powołuje się na źródła, w głównej mierze radzieckie i polskie, tym samym ułatwia pogłębienie tematu przez czytelnika.

Ze względu na wartość powyższego podręcznika, należy wyrazić przekonanie, że znajdzie się on w bibliotece nie tylko instytucji i pracowników prowadzących analizy w dziedzinie techniki sanitarnej, służby ochrony wód, gleby i powietrza — studiujących inżynierię sanitarną i pracowników zakładów oczyszczania wód i ścieków, ale również fachowców inżynierów i lekarzy sanitarnych oraz projektantów sanitarnej gospodarki komunalnej i przemysłowej.

Wyrażając uznanie Autorowi, Redakcja składa życzenia, by całość Jego prac ukazała się w jak najkrótszym czasie.

J. L.

BIULETYN INSTYTUTU GOSPODARKI KOMUNALNEJ

Warszawa, ul. Górnośląska 20, pok. 85, tel. 85061 wew. 133

DODATEK DO Nr 7 MIESIĘCZNIKA „GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA“

ROK III

WARSZAWA - SIERPIEŃ 1954

Nr 4

Prof. Z. RUDOLF i mgr inż. A. CHOJNACKI
Dział Techniki Sanitarnej
Instytutu Gospodarki Komunalnej

Aktualne zagadnienia w pracy naukowo-badawczej Instytutu Gospodarki Komunalnej w zakresie ochrony wód przed zanieczyszczeniem

Początkowa działalność Instytutu Gospodarki Komunalnej w dziedzinie ochrony wód przed zanieczyszczeniem została przez nas przedstawiona w artykule pt. „Prace terenowe Instytutu Gospodarki Komunalnej w dziedzinie ochrony wód przed zanieczyszczeniem“ (Biuletyn IGK — Gaz, Woda, i Technika Sanitarna nr 12, 1953).

Z artykułu tego wynika, że w ochronie wód przed zanieczyszczeniem w Polsce powinny odegrać właściwą rolę terenowe zakłady naukowo-badawcze ochrony wód przed zanieczyszczeniem, których praca rozwija się zasadniczo w dwóch kierunkach, a mianowicie:

1) w kierunku badawczo-usługowym, tj. wykrywania źródeł zanieczyszczania odbiorników i zapobiegania ich zanieczyszczaniu ściekami oraz

2) prac naukowo-badawczych, zmierzających do ulepszenia metod oczyszczania ścieków i usprawniania istniejących urządzeń do oczyszczania ścieków miejskich i przemysłowych.

W roku 1954 nastąpiło poważne ożywienie w akcji ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Narada produkcyjna IGK z udziałem terenowych zakładów badawczych ochrony wód przed zanieczyszczeniem, na której omawiano działalność wymienionych zakładów na tle opracowanych przez Centralę Instytutu tymczasowych wytycznych, sprecyzowała bliżej rolę i zadania zakładów na najbliższy okres.

Ustalono, że badanie wody i ścieków jest przede wszystkim zadaniem technicznym, którego właściwą realizacją powinna być oparta o trzy podstawowe warunki: wyraźny cel, dobrze opracowany program i środki do jego wykonania. Wszystkie te elementy są ze sobą ściśle związane. Od celu zależy ustalenie programu, a od środków jego wykonanie.

Przy realizowaniu swych zadań każdy zakład badawczy wykonuje z reguły następujące analizy: 1) fizyczną, 2) chemiczną, 3) bakteriologiczną, 4) hydrobiologiczną, przy czym nie zawsze wszystkie analizy i wszystkie oznaczenia w poszczególnych analizach są potrzebne. Ponadto zakłady rozróżniają analizy tzw. techniczno-sanitarne oraz analizy technologiczne. Każda analiza techniczno-sanitarna, mająca określony cel powinna we wnioskach podać ocenę stanu i stopnia przydatności wody dla wyknętego celu, jak również zaznaczyć zalecenia (stanowisko) laboratorium w zakresie zabiegów technicznych, jakie należy zastosować dla uzdatnienia wody do wskazanych potrzeb. Dane liczbowe przytoczone w wynikach analizy muszą mieć praktyczne naświetlenie, aby posiadały realną wartość.

Analizy technologiczne są to badania, których zadaniem jest głębsze opracowanie podstaw służących jako wytyczne do zaprojektowania urządzeń do oczyszczania wody lub ścieków.

Analizy techniczno-sanitarne stanowią podstawowe zadanie zakładu badawczego, badania zaś technologiczne wynikają z celu, do jakiego mają służyć.

Główne zadania w zakresie badania wody i ścieków są następujące:

- 1) dotyczące wody (badanie studzien kopanych i studzien głębokich, badanie rzek, jezior i stawów rybnych, badanie sprawności zakładów oczyszczania wody w przypadku braku laboratoriów w tych zakładach),
- 2) dotyczące ścieków (badanie ścieków domowych i przemysłowych, badanie sprawności oczyszczalni ścieków, oraz wpływu ścieków oczyszczanych na odbiornik).

Celem wymienionej na początku narady wytwórczej IGK i placówek terenowych było zebranie materiału do ustawienia właściwej organizacji zakładów badawczych oraz wyboru odpowiednich metod badawczych w oparciu o dotychczasowe doświadczenia. Narada miała charakter roboczy,

umożliwiła wymianę i wzbogacenie doświadczeń, poznanie trudności i niedociągnięć zakładów. Ustalono, że każdy zakład powinien mieć z reguły cztery pracownie specjalistyczne, tj. pracownię chemiczno-technologiczną, hydrobiologiczną, bakteriologiczną oraz techniczną (z udziałem inżyniera sanitarnego). Uznano za konieczne, aby narady robocze zakładów badawczych odbywały się w IGK co najmniej raz na kwartał, aby ujednolicić sposób pracy w zakładach oraz przekazywać sobie doświadczenia.

Dalszym zmiennym momentem w rozwoju akcji wód przed zanieczyszczeniem była konferencja w dniu 18 lutego br. w PKPG (Główna Komisja Oceny Projektów Inwestycyjnych) w sprawie oczyszczania ścieków. W konferencji tej wzięli udział liczni przedstawiciele zainteresowanych resortów, wyższych uczelni i instytutów naukowo-badawczych.

Wnioski z tej konferencji mają charakter podstawowy i służą jako wytyczne dla resortu gospodarki komunalnej i jego Instytutu w zakresie utrzymania czystości rzek.

Z ważniejszych wniosków tej konferencji, mających związek z działalnością Instytutu Gospodarki Komunalnej, należałoby wymienić następujące:

- a) należy opracować wzorowy program typowych badań, potrzebnych do należytego zaprojektowania, wykonania i eksploatacji oczyszczalni ścieków komunalnych, przemysłowych lub mieszanych,
- b) opracować plan całkowitego uporządkowania gospodarki ściekowej w oparciu o gruntowną analizę stanu faktycznego, ogólną charakterystykę zanieczyszczenia wód i analizę sanitarną odbiorników i ścieków,
- c) rozbudować istniejące względnie stworzyć nowe placówki i zakłady badawcze (PAN, wyższe uczelnie, względnie instytuty resortowe) i należycie je wyposażać między innymi w ruchome laboratoria polowe, przystosowane do badań fizycznych, chemicznych, biologicznych, bakteriologicznych, glebowych i hydrogeologicznych,
- d) zorganizować szkolenie specjalistów robotników, majstrów, techników i inżynierów dla obsługi oczyszczalni ścieków.

Wymieniona konferencja uchwaliła również cały szereg innych wniosków, które nie dotyczą bezpośrednio gospodarki komunalnej, ale mają znaczenie dla wyników pracy Instytutu, dotyczą bowiem organizacji gospodarki wodnej w zakładach przemysłowych, koordynacji prac badawczych na odcinku zanieczyszczania rzek, kształcenia kadr inżynierskich w zakresie inżynierii sanitarnej (Wodociągi i Kanalizacja, Technologia Wody i Ścieków, Technika Sanitarna), przedsiębiorstw budowlano-montażowych dla budowy oczyszczalni ścieków, przedsiębiorstw dla eksploatacji oczyszczalni (rozpraszanie osadów), przedsiębiorstw dla opracowania, wykonania i zbadania prototypów i aparatury do oczyszczania ścieków, a także organizacji gospodarki wodnej w Polsce na najwyższym szczeblu.

Stwierdzić należy, że wymienione wnioski idą całkowicie po linii dążeń IGK, który od początku swego istnienia realizuje wiele z nich na różnych terenach kraju.

Uzupełnieniem wspomnianej konferencji w PKPG była konferencja terenowa w sprawie zwalczania zanieczyszczeń wód powierzchniowych, zwołana przez Wojewódzką Komisję Planowania Gospodarczego w dniu 20 marca we Wrocławiu. W konferencji tej, w której wzięło udział wielu wybitnych fachowców i przedstawicieli zainteresowanych instytucji i przemysłu, podjęto szereg ważnych wniosków, dotyczących zagadnienia ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Wnioski te dadzą się podzielić na krótkofalowe i długofalowe.

Wnioski krótkofalowe, a więc przeznaczone do szybkiej realizacji dotyczą:

- 1) Spowodowania uruchomienia wszystkich istniejących oczyszczalni ścieków.
 - 2) Ustalenia w każdym zakładzie osób odpowiedzialnych za prawidłowe oczyszczanie ścieków.
 - 3) Przypięszenia organizacji Zakładu Badawczego Ochrony Wód przed Zanieczyszczeniem we Wrocławiu podległego IGK.
 - 4) Utworzenia przy tym zakładzie komórki doradczej (ekspertów).
 - 5) Przeprowadzenia akcji uświadamiającej.
- Wnioski o charakterze długofalowym dotyczą:
- 1) Zagadnienia budowy nowych oczyszczalni.
 - 2) Specjalizację biur projektowych.
 - 3) Zaopatrzenia nowych oczyszczalni w gotowe elementy prefabrykowane.
 - 4) Szkolenia kadr nowych i prawidłowe wykorzystanie istniejących.
 - 5) Zmiany hasła „oczyszczanie ścieków” na „odzysk surowców ze ścieków”.

Z powyższego widać, że wnioski konferencji terenowej są w zupełnej zgodzie z wnioskami konferencji PKPG i że zmierzają do unocznienia problemów najbardziej podstawowych, dających się zrealizować na terenie każdego województwa. Również i te wnioski pokrywają się z dążeniami IGK, wyrażonymi w stanowisku jego przedstawicieli odnośnie głównych zagadnień ochrony wód przed zanieczyszczeniem na konferencji zwołanej przez Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej, w sprawie zanieczyszczenia rzek, dnia 15 grudnia 1953 r. w Krakowie.

Idąc konsekwentnie po tej linii, IGK, niezależnie od prac naukowo-badawczych wykonywanych przez własne zakłady badawcze ochrony wód przed zanieczyszczeniem, realizuje szereg programowych prac, mających podstawowe znaczenie dla gospodarki wodnej.

Wśród tych prac na specjalne podkreślenie zasługują: ustalenie kryteriów dla klasyfikacji rzek z punktu widzenia ich zanieczyszczenia, zagadnienie badania i oczyszczania ścieków fenolowych, zagadnienie właściwej kontroli sprawności działania komunalnych oczyszczalni ścieków oraz zagadnienie oczyszczania ścieków z różnych gałęzi przemysłu.

W zakresie klasyfikacji rzek IGK opracował wstępne kryteria dla oceny stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych.

Za podstawę do tej klasyfikacji przyjęto stopień rozkładu związków organicznych rozpuszczalnych w wodzie (zdolnych do zagniwania) w oparciu o saprobiotyczne strefy Kolkwita i Marssona, przy czym ustalono cztery zasadnicze strefy kwalifikacji wody:

- 1) polisaprobowa (wybitnie zanieczyszczona),
- 2) α mezosaprobowa (silnie zanieczyszczona),
- 3) β mezosaprobowa (średnio zanieczyszczona),
- 4) oligosaprobowa (nieznacznie zanieczyszczona).

Uczni radzieccy Nikityński i Dołgow dają charakterystykę tych stref, wskazując zarazem zależność pomiędzy składem chemicznym wód i organizmami w nich żyjącymi. Poważnym dorobkiem polskim w tym zakresie jest praca prof. M. Stangenberga na temat zagadnienia składu chemicznego wód rzecznych w Polsce w zależności od ich zanieczyszczenia. Materiał ten przedstawiony Komitetowi Gospodarki Wodnej PAN nie został dotychczas opublikowany, ale może już służyć w pewnym stopniu za podstawę do oceny stopnia zanieczyszczenia wód. Idąc po linii klasyfikacji wymienionych profesorów radzieckich i biorąc pod uwagę pracę prof. Stangenberga IGK przeprowadza dyskusję w podległych mu zakładach badawczych na temat ewentualnych uzupełnień do charakterystyki Nikityńskiego i Dołgowa, a mianowicie: zaproponowano przy strefie polisaprobowej dodać odrębną grupę wód (antysaprobowa), w której trujące własności wody działają szkodliwie na organizmy (woda zatruta niezdolna do samooczyszczania się na drodze biologicznej); przy strefie oligosaprobowej zaproponowano dodać grupę wód wybitnie czystych (wód krynicznych). Ta ostatnia jest to właściwie strefa katarobowa Kolkwita, która nie wykazuje śladów odbytego procesu samooczyszczania. Spotyka się ją w źródłach odcinkach rzek, zachowujących między innymi stałą niską temperaturę wody. O innych drobniejszych zaproponowanych zmianach nie wspominamy. Z opracowanej przez IGK metody klasyfikacji wynika, że przystępując do niej należy przebadać rzekę pod względem chemicznym, bakteriologicznym i biologicznym od źródeł do ujścia wraz z jej odpływami. W przypadkach klasyfikacji krótszych odcinków potrzebne są dane przynajmniej z dwóch

przekrojów poprzecznych rzeki powyżej i poniżej źródła zanieczyszczenia. W klasyfikacji rzek należy oprzeć się na serii analiz wykonanych możliwie w jednym okresie czasu przy niskich stanach wód.

Na szczególną uwagę zasługują tzw. krytyczne momenty rzek w oparciu o czynniki hydrologiczne i klimatologiczne. Dalsza dyskusja na powyższy temat pomiędzy Centralą Instytutu i podległymi zakładami niewątpliwie w najbliższym czasie odprowadzi do wykrystalizowania się najodpowiedniejszych kryteriów oceny stanu czystości rzek.

Spodziewać się można, że na tej podstawie zbudowane wnioski badań rzek dadzą w okresie najbliższych lat materiały o wielkim znaczeniu dla gospodarki wodnej z punktu widzenia rozwoju zarówno miast, jak i przemysłu.

Wśród zanieczyszczeń wód najbardziej uciążliwych, jakie zjawiały się w ostatnich czasach w rzekach polskich, są związki fenolowe. Konieczność ochrony rzek przed tymi zanieczyszczeniami wymaga przede wszystkim, aby zdawano sobie dobrze sprawę z ich ilości, jaka się dostaje do rzek w różnych częściach kraju. Dać to może jedynie staranne przeprowadzone kontrole ich ilości w wodach na podstawie ujednoliconej metodyki ich oznaczania. IGK w porozumieniu z Państwowym Zakładem Higieny ustalił taką metodykę i udostępnił ją zainteresowanym tym zagadnieniem władzom, instytutom i zakładom przemysłowym, przyczyniając się tym samym do udoskonalenia badań przeprowadzonych przez różne zakłady i do uzyskania porównywalnych wyników.

To, co wprowadzono w zakresie fenoli, powinno mieć miejsce w stosunku do innych zanieczyszczeń. Toteż stałym dążeniem Instytutu jest, aby wszystkie terenowe zakłady badawcze wypróbowały ujednolicone metody badań, wykorzystując najnowsze metody radzieckie oraz wieloletnie doświadczenie Państwowego Zakładu Higieny, byłej Miejskiej Stacji Doświadczalnej Oczyszczania Ścieków na Kaskadzie, poszczególnych zakładów na wyższych uczelniach, instytutach i laboratoriach przedsiębiorstw komunalnych i własne. Celem przygotowania kadr w zakresie tych prac projektuje się w budowanych obecnie centralnych stacjach doświadczalnych oczyszczania ścieków przeprowadzanie stałego szkolenia personelu obsługującego komunalne i przemysłowe oczyszczalnie ścieków. Jest to zagadnienie długofalowe, które tak samo jak stałe badania przy nieustannym postępie metod oczyszczania ścieków domowych i przemysłowych będzie stałym zadaniem wymienionej stacji doświadczalnej. Prace powyższe odegrają niewątpliwie poważną rolę przy wykonywaniu przez resort gospodarki komunalnej bieżącego nadzoru techniczno-sanitarnego nad oczyszczaniem ścieków i czystością rzek, co wiąże się z problemem racjonalnego uporzędowania gospodarki wodnej.

W najbliższych zamierzeniach Instytutu Gospodarki Komunalnej (Działu Techniki Sanitarnej) leży udzielenie pomocy resortowi w zaprowadzeniu stałej ewidencji i kontroli komunalnych i przemysłowych oczyszczalni ścieków przez opracowanie należytej kartoteki komunalnych i przemysłowych oczyszczalni ścieków, z uwzględnieniem momentu zanieczyszczenia przez nie wód powierzchniowych.

Kartoteka tego rodzaju nie tylko da obraz sprawności działania poszczególnych oczyszczalni, oraz skutków ich właściwego działania, ale ułatwi przedsięwzięcie odpowiednich kroków w nadzorze techniczno-sanitarnym organów gospodarki komunalnej w kierunku stopniowego ulepszenia funkcjonowania oczyszczalni i podnoszenia stanu sanitarnego rzek polskich.

Omówione zagadnienia nie wyczerpują wszystkich problemów, z którymi IGK ma styczność w zakresie techniki sanitarnej, a w szczególności w dziedzinie ochrony wód przed zanieczyszczeniem.

Należy zauważyć, że w wielkim problemie ochrony wód przed zanieczyszczeniem występują stale trzy zjawiska:

- 1) źródło zanieczyszczenia ściekami,
- 2) pogorszenie się jakości wody w rzece,
- 3) zachodzące sprzeczności pomiędzy zanieczyszczeniem wody, a jej użytkowaniem poniżej miejsca jej zanieczyszczenia.

Z tego wynika, że w każdym przypadku zanieczyszczeń zwalczanie zanieczyszczenia jest przede wszystkim kluczem do ponownego użycia wody, a więc zanieczyszczenie wody może być tylko dopuszczalne do tych granic, aby nie być w kolizji z użytkowaniem tych wód na terenie danej zlewni. Zagadnienie jest tym trudniejsze, że na ogół przeceniana jest zdolność samooczyszczania się rzek i że w tej dziedzinie nauka ma wiele do wyjaśnienia. Jest to nie kończący się problem, z którym zakłady badawcze Instytutu Gospodarki Komunalnej będą miały stale do czynienia.

Z prasy zagranicznej

Wodomierze dla kanalizacyjnych stacji pomp

F. Szewielew, W. Tolcman — Wodomierze dla kanalizacyjnych nasosnych stacji. „Żiliszczno-kommunalnoje chozjajstwo” Nr 9, 1953 r.

Stosowanie wodomierzy jest podstawowym warunkiem właściwej pracy stacji pomp, tak wodociagowych, jak i kanalizacyjnych. Ustalenie racjonalnego przebiegu pracy poszczególnych zespołów pomp oraz całości pompowni jest możliwe do przeprowadzenia przy zainstalowaniu na stacji pomp wodomierzy.

O ile zagadnienie instalowania i eksploatacji wodomierzy na wodociagowych stacjach pomp jest w literaturze technicznej dostatecznie omówione, to sprawa pomiaru przepływu ścieków na kanalizacyjnych stacjach pomp nie jest w literaturze odpowiednio naświetlona.

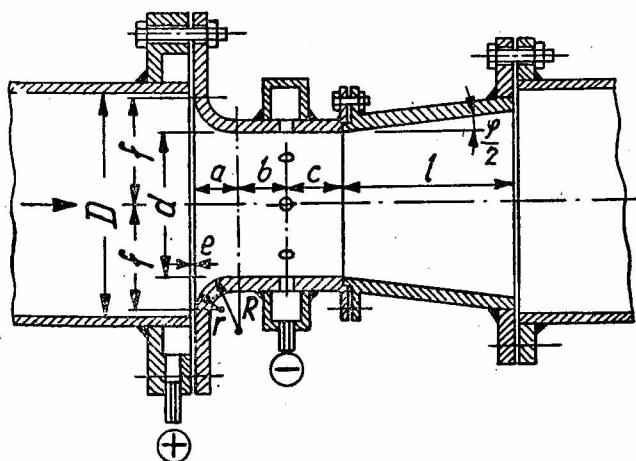
Autorzy artykułu dzielą się z czytelnikami doświadczeniami, jakie zdobyli przy projektowaniu, instalowaniu i eksploatacji wodomierzy na kanalizacyjnych stacjach pomp.

Od wodomierzy dla wód ściekowych wymaga się, żeby zanieczyszczenia nie powodowały uszkodzeń wodomierza oraz nie skażały pomiarów. Wymaganiom tym odpowiadają wodomierze zwężkowe i pomiar przepływu przy pomocy kolan rurociągów.

Z wodomierzy zwężkowych autorzy zalecają stosowanie zwężkowych wstawek pomiarowych. Wodomierze Venturi'ego uważają oni za zbyt skomplikowane i za ciężkie pomimo że wodomierze te powodują mniejsze straty ciśnienia.

Wstawki pomiarowe konstrukcyjnie mogą być rozwiązane dwójako. W pierwszym przypadku wstawka jest umieszczana w przewodzie, w drugim przypadku wstawka stanowi odcinek przewodu połączony na kołnierze z przylegającymi rurami. Ze względu na mniejszą możliwość zanieczyszczenia oraz na łatwość demontażu wskazane jest instalowanie wstawek pomiarowych stanowiących odcinek przewodu. Wstawki mogą być zarówno żeliwne, jak i stalowe.

Na załączonym rysunku pokazano stalową wstawkę pomiarową skonstruowaną przez autorów.



Rysunek 1.

Stosunki zasadniczych wymiarów tej wstawki przedstawiają się następująco: $a = 0,304 d$, $b = 0,3 d$, $c = 0,2 d \div 0,4 d$, $f = 0,75 d$, $r = 0,2 d$, $R = \frac{1}{3} d$, $l = 0,7 d \div 0,7 d$, $e \leq 0,02 d$, $\frac{\varphi}{2} = 7^\circ 30' \div 15^\circ$.

Do pomiaru przepływu ścieków w rurach celowe jest wykorzystywanie kolan rurociągów. Pomiar przepływu w rurach przy pomocy kolan nie powoduje dodatkowych strat ciśnienia, nie wymaga zainstalowania specjalnej zwężki, która w przypadku ścieków silnie zanieczyszczonych ulegać może częstemu zamulaniu.

Pomiar przepływu ścieków przy pomocy kolan uzależniony jest od prędkości przepływu. Dla przewodów o średnicy od 100 do 1000 mm prędkość przepływu ścieków powinna wynosić około 0,9 — 0,6 m/sek. W przypadku niezachowania w przewodzie wymaganej prędkości przepływu, spowodowa-

ny przez kolano spadek ciśnienia będzie niewystarczający do pomierzenia przy pomocy manometru różnicowego.

Sytuowanie wstawek i kolan pomiarowych uzależnione jest od układu przewodów pompowni.

Przy wyborze pomiarowych kolan na przewodach należy wykorzystywać kolana leżące w płaszczyźnie poziomej. W kolanach leżących w płaszczyźnie pionowej łatwiej zbiera się gaz wydzielający się ze ścieków oraz częściej osiadają zanieczyszczenia.

Wskazane jest na kanalizacyjnych pompowniach instalowanie oddzielnych wodomierzy dla każdej pompy — umożliwia to ujawnienie w porę zanieczyszczenia pompy.

Pomiar przepływu może być przeprowadzany tak na przewodach tłocznych, jak i na ssawnych. Pomiar przepływu na przewodach ssawnych może mieć miejsce w przypadku, gdy do pomiaru wykorzystuje się kolana przewodów, oraz w przypadku, gdy zainstalowana na przewodzie ssawnym wstawka pomiarowa nie wpłynie szkodliwie na normalną pracę pompy.

Przy doborze typu i wielkości przyrządów pomiarowych dla pomiaru przepływu ścieków na kanalizacyjnych stacjach pomp można się kierować wytycznymi przyjętymi dla wodomierzy instalowanych na pompowniach wodociagowych.

Ciężar ścieków w większości wypadków można przyjmować w obliczeniach równy 1000 kg/m³.

Urządzenia pomiarowe stosowane na kanalizacyjnych stacjach pomp różnią się od analogicznych urządzeń wodociagowych stacji pomp tym, że przewody łączące miejsca pomiaru ciśnienia z manometrem różnicowym wyposażone są w filtry chroniące te przewody i manometr przed zanieczyszczeniem. Filtry te i przewody łączące punkty pomiaru ciśnienia z manometrem muszą być okresowo przepłukiwane czystą wodą podawaną przy pomocy specjalnej instalacji.

Filtry powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję, np. z tkaniny z włókna szklanego lub siatki z mas plastycznych. W okresie eksploatacji urządzeń pomiarowych należy pilnować, aby zanieczyszczenia nie zatykały filtrów, gdyż powoduje to duże błędy, w pomiarze przepływu.

Inż. A. Kępiński

RECENZJE

Biuletyn Techniczny
Centralnego Biura Studiów i Projektów Budownictwa
Komunalnego

Ukazał się kwartalnik pod powyższą nazwą, wydawany przez CBS i PBK. Redaktorem naczelnym jest mgr inż. Tadeusz Zandfos. Kwartalnik jest przeznaczony dla ograniczonego grona czytelników, przede wszystkim dla pracowników Biur Projektowych.

Nr 1—2 za listopad 1953 r. zawiera m. in. artykuły:

Mgr inż. W. Chramiec — „Urządzenia regulujące przepływ wody przez filtry pośpieszne otwarte z oznaczeniem ilości przepływu”.

Mgr inż. R. Koskowski i mgr inż. W. Chramiec — „Likwidowanie uderzeń hydraulicznych w przewodach tłocznych”,
Mgr inż. Z. Peczelewicz — „Wodociagowe i kanalizacyjne rury żelbetowe”.

Nr 3—4 za grudzień zawiera m. in. artykuły:

Mgr inż. K. Rochacz — „Zastosowanie rur żelbetowych dla wodociagów na terenach górniczych”.

Mgr inż. Z. Dudziński — O wyborze grubości ścianek rurociągów stalowych dużych średnic”.

Inż. K. Piękowski — „Żelbetowe rury wirowane w NRD”,
Mgr inż. J. Quirini — „Woda ważnym czynnikiem rozwoju miast”.

Treść powyższych artykułów świadczy o dużej wartości i atrakcyjności kwartalnika. Życząc Biuletynowi Technicznemu CBS i PBK i jego Redakcji pomyślnych sukcesów w pracy, Redakcja nasza wyraża przekonanie, że pismo to dotrze do właściwych fachowców, gdyż zbyt szczupły nakład i brak prenumeraty powoduje, że właściwie Biuletyn powyższy otrzymywany jest przez szczęśliwców, wśród których znalazł się przypadkowo i recenzent niniejszego.

J. L.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- CIBOROWSKI J.: **Problemy rachunkowe w inżynierii chemicznej.** S. 407, zł 28.— (w oprawie)
- JÓZEFIK A., KACZMAREK J.: **Wysokowydajne wiercenie i nacinanie gwintów.** Instytut Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem. S. 43, zł 2.50
- KOBERECKI P.: **Produkcja tlenu i obsługa aparatury.** S. 176, zł 10.— (w oprawie)
- Kontrola analityczna w przemyśle chemicznym.** Tom I. — Przemysłowe laboratorium analizy chemicznej. Praca zbiorowa. S. 264, zł 28.— (w oprawie)
- Mechanik. Poradnik techniczny.** Praca zbiorowa pod red. A. T. Troskolańskiego. Tom III. Część 1—2. — Obróbka plastyczna metali. Wyd. 3 całkowicie przerobione. S. 512, zł 42.— (w oprawie)
- MIELECKI T.: **Węgiel. Wiadomości o własnościach i badaniu.** S. 64, zł 4.—
- OLASZEK A.: **Zarys metod badań gumy i wyrobów gumowych.** S. 188, zł 15.— (w oprawie)
- TURK W. I.: **Pompy i pompownie.** Tłum. z ros. M. Arkuszewski. S. 206, zł 12.—. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- ZAGAJEWSKI T., MALZACHER S., KULISZKIEWICZ W.: **Elektronika przemysłowa.** Zastosowanie urządzeń elektronowych do grzejnictwa, pomiarów przemysłowych, sterowania i automatyzacji. Wyd. 2. S. 387, zł 33.— (w oprawie)
- ŻERWIE G. K.: **Przemysłowe badania maszyn elektrycznych.** Tłum. z ros. T. Koter. S. 302, zł 26.— (w oprawie)

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



Warunki prenumeraty

Prenumerata normalna

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

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

Prenumerata ulgowa

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

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

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