

Inż. CZESŁAW SWIERCZEWSKI.

### Uwagi w sprawie artykułu «Ocena wartości węgla dla gazowni na podstawie analizy laboratoryjnej».

W Nrze 31 niem. «Gas- u. Wasserfach» z dnia 30-go sierpnia 1929 r. pojawił się artykuł dra inż. Roberta Mezgera z Stuttgartu o ocenie wartości węgla dla gazowni na podstawie analizy. W rezultacie chodzi o szybkie oznaczenie metodą laboratoryjną, w danym przypadku dra Geiperta, wartości 100.000 kal w surowym gazie wytworzonym z węgla, względnie w surowym gazie mieszanym z węglem, koksu i pary wodnej w miejscu opuszczania piecowni. W przypadku drugim, t. j. przy gazie mieszanym, z ilości kaloryj gazu wodnego, potrzebnych do otrzymania 100.000 kaloryj gazu mieszanego, w celu uzyskania gazu np. o wartości opałowej górnej 4.400 Kal (przy 0° i 760 mm c. b.) gazownia ma możliwość porównania istotnych dla niej wartości rozmaitych gatunków węgla.

Rzecz sama nie jest nowa, nowe jest tylko zastosowanie szybkich sposobów laboratoryjnych dla osiągnięcia celu, o którym mowa.

Czy z kosztów własnych kaloryj gazowych ocenia się wartości węgla, czy w wyniku użycia różnej wartości węgla osiąga się w tych samych piecach i w tych samych warunkach procesów, zachodzących w piecu i w retorcie, więcej lub mniej dogodnie koszta eksploatacji, na jedno wychodzi. A więc koszt większy kaloryj oznacza dla

nas gorszy dla celów gazowniczych węgiel, odwrotność — lepszy.

Te same zasady powinny być przyjęte również do oceny różnych typów pieców, generatorów i t. d. do wytwarzania gazu. W tym przypadku musimy się oprzeć na jednym i tym samym gatunku węgla. Różny koszt własny kaloryj da nam różne koszta własne gazu o stałej wartości opałowej, na co przy rozpatrywaniu w maju 1928 r. ofert na budowę pieców destylacyjnych w gazowni warszawskiej składały się następujące dane:

I. Całkowity koszt inwestycji, na który składają się:

- a) dostawy zagraniczne . . . Zł .....
- b) „ krajowe . . . „ .....
- c) roboty dodatkowe . . . „ .....

II. Koszt własny loco piec 100 m<sup>3</sup> gazu o 4.000 Kal górnej wartości opałowej przy 0° i 760 mm c. b., na który składają się:

- a) koszty fabrykacji . . . Zł .....
- b) „ konserwacji . . . „ .....
- c) tolerancja . . . . . „ .....
- razem . . . Zł .....
- d) amortyzacja i oprocent. . . „ .....
- Razem  $a + b + c + d$  . . . Zł .....

III. Gwarancja dziesięcioletnia (opis szczegółowy).

IV. Uwagi gazowni.

Aby czytelników, którzy zechcą się zainteresować metodą, jaką posłużyła się gazownia war-

## XII ZJAZD GAZOWNIKÓW I WODOCIĄGOWCÓW POLSKICH

w połączeniu z Walnymi Zebraniami Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich oraz Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w Państwie Polskiem

odbędzie się w dniach 8, 9, 10 i 11 maja 1930 roku w Drohobyczu.

Tegoroczny Zjazd odbywać się będzie w dziedzinie gazownictwa pod hasłem zastąpienia węgla innymi surowcami: wodą, koksem, gazem ziemnym, węglem brunatnym, torfem i obejmie również dziedzinę gazociągów dalekosiężnych.

Hasło to powinno znaleźć swój oddźwięk w pracach wodociągowo-kanalizacyjnych w związku z wodociągami dalekosiężnymi.

Komitet Zjazdowy prosi o zgłaszanie referatów, nie przekraczających 25 minut, najpóźniej do dnia 15 kwietnia, przy czym skrót referatów powinien być równocześnie przesłany do Stałego Komitetu Łącznikowego w Warszawie, Gazownia Miejska, Kredytowa 3, względnie do Komitetu Miejsowego w Borysławiu, S. A. «Gazolina». — Szczegóły dotyczące Zjazdu zostaną opublikowane w najbliższym numerze.



szawska przy rozpatrywaniu ofert, odpowiednio poinformować, odsyłamy ich do artykułu: »Dziesięcioletnia gwarancja obowiązująca dostawcę pieców retortowych w Gazowni Warszawskiej« w Nr. 1 »Gaz i Woda« z r. 1929. Do gwarancji tej dołączono załącznik pod tyt.: »Podstawy do oznaczenia zagwarantowanego kosztu brutto produkcji gazu w piecowni, służące do obliczeń przy wykonaniu 10-letniej gwarancji«, szemat których to »podstaw« poniżej się podaje.

### Podstawy do oznaczenia zagwarantowanego kosztu brutto produkcji gazu w piecowni, służące do obliczeń przy wykonaniu 10-letniej gwarancji.

Załącznik do »Gwarancji 10-letniej« (»Gaz i Woda« Nr. 1, 1929).

#### I. Gatunki węgla dla prób w czasie okresu gwarancyjnego.

1) Węgiel używany do prób dla celów gwarancji powinien być najlepszym węglem gazowniczym, pochodzącym z polskiej części Górnego Śląska w sortymencie »grubym«, jak np. węgiel z kopalń: Knurów, Wawel, Matylda i Dębieńsko. Nie może on być magazynowany na zwałach w kopalniach, placach kolejowych, gazowniach czy gdziekolwiekby indziej wogóle przez czas dłuższy niż 21 (dwadzieścia jeden) dni włączenie.

2) Analiza dobrej średniej próbki węgla, przeznaczonego do sprawdzenia lub prób, nie powinna dać gorszych wyników od poniżej przytoczonych:

wilgoć . . . . .	3.0%	maksymalnie
popiół . . . . .	8.0%	„
węgiel chemiczny . . . . .	54.3%	minimalnie
organiczne części lotne (oznaczone amerykańską standardową metodą) . . . . .	34.7%	minimalnie.

3) Wartość cieplna węgla wysuszonego na powietrzu nie powinna być mniejsza niż 7250 Kaloryj w jednym kilogramie.

4) Zawartość tlenu w suchym węglu nie powinna przekraczać 7.0%.

5) Zawartość azotu w węglu nie powinna być mniejsza niż 1.2%.

#### II. Gwarantowany koszt produkcji gazu

opiera się na następujących wynikach odgazywania węgla:

1) Wytwórczość gazu w piecowni:  $x$  m<sup>3</sup> na dobę przy pełnej i normalnej pracy retort lub komór, po uwzględnieniu zaś retort wzgl. komór, będących w grafitowaniu:  $x - \alpha$  m<sup>3</sup> gazu nieodbenzolanego i po przeliczeniu na gaz nasycony wilgocią o temperaturze 15° C i 760 mm c. b. (W dalszym ciągu tekstu określenia jakości gazu nie podaje się, rozumiejąc go stale o temp. 15° C, 760 mm c. b. i nasycony wilgocią).

2) Górna wartość cieplna gazu:  $y$  Kaloryj w jednym metrze sześciennym gazu nieodbenzolanego po przeliczeniu na suchy o temperaturze 0° C i 760 mm c. b.

3) Wydajność gazu ze 100 kg surowego węgla:  $s$  m<sup>3</sup> gazu nieodbenzolanego po przeliczeniu na gaz nasycony wilgocią o 15° C i 760 mm c. b.

4) Wydajność koksu ze 100 kg surowego węgla:  $m$  kg koksu o zawartości wilgoci nie wyższej nad 5%.

5) Wydajność smoły pogazowej ze 100 kg surowego węgla:  $n$  kg o zawartości wody nie wyższej nad 5.5%.

6) Wydajność amoniaku (NH<sub>3</sub>) na 100 kg surowego węgla:  $o$  kg (bez uwzględnienia strat wynikających z niedoskonałego stanu chłodziaków, kondensatorów, płóczeń i skrubarów).

7) Zużycie koksu na podpał w stosunku 100 kg surowego węgla:  $p$  kg koksu po odliczeniu ilości usuwanych z palenisk generatorów wraz z popiołem i żużlem.

Koks używany na podpał winien być takim, jakim jest po wyjściu z retort, t. j. niesortowanym, przyczem zawartość w nim popiołu i wilgoci sumarycznie nie może przekraczać 17.5%.

8) Wytwórczość pary w kotłach parowych ogrzewanych ciepłem spalin (wypadek specjalny przy rekuperacji w postaci pary) w stosunku 1 kg suchego koksu zgazowanego w generatorach:  $q$  kg pary o absolutnem ciśnieniu 11 kg na centymetr kwadratowy i temperaturze 240° C z wody zasilającej o temperaturze 75° C.

Dla otrzymania najlepszych wyników pracy kotłów parowych, ogrzewanych ciepłem gazów spalinowych, należy dążyć, ażeby woda nie



miała więcej niż 5 angielskich względnie 4 niemieckich stopni twardości.

- 9) Zużycie wody w stosunku 100 kg odgazowanego surowego węgla:  $w$  kg wody na potrzeby kotłów ogrzewanych ciepłem gazów spalinowych, generatorów oraz regulatora ciśnienia gazu w piecowni.
- 10) Zużycie prądu elektrycznego:  $s$  kWh na dobę przez wszelkie urządzenia wewnętrzne w piecowni.
- 11) Robocizna dobową w dniówkach 8-godzinnych: normalna obsługa piecowni wymaga 3-ch zmian po  $t$  ludzi (razem z przewodnikiem) w każdej, ogółem na dobę —  $T$  dniówek dla obsługi całkowitej piecowni.
- 12) Wytwórczość benzolu. Dla celów gwarancji rozumie się, że niemniej niż  $u$  gramów benzolu będzie wymywane z 1 m<sup>3</sup> gazu (przy wydajności  $z$  m<sup>3</sup> gazu mokrego mierzonego przy 15°C i 760 mm c. b. ze 100 kg surowego węgla), z warunkiem jednakże, ażeby górna wartość cieplna gazu odbenzolowanego po przeliczeniu na suchy (0°C, 760 mm c. b.) nie spadła przytem niżej  $v$  jednostek ciepła w 1 m<sup>3</sup>.

### III. Podstawowe ceny dla kalkulacji kosztów produkcji gazu.

- |   |        |                        |
|---|--------|------------------------|
| 1) Węgiel . . . . .   | 47.72  | Zł za tonnę            |
| 2) Koks . . . . .   | 47.00  | " " "                  |
| 3) Smoła . . . . .  | 180.00 | " " "                  |
| 4) Amonjak (NH <sub>3</sub> )<br>w postaci wody<br>amonjakalnej . . . . . | 0.0375 | Zł za kg               |
| 5) Benzol . . . . .   | 0.45   | " " "                  |
| 6) Woda . . . . .   | 0.20   | Zł za tonnę            |
| 7) Prąd elektryczny . . . . .   | 0.21   | " " kWh                |
| 8) Robocizna . . . . .  | 26.00  | Zł za dniówkę (8 godz) |

Uwaga: Ceny podane wyżej należy uważać jako niezmiennie dla całego czasu trwania gwarancji i stosować przy obliczaniu bez względu na wytworzoną względnie zużytą ilość produktów i materiałów.

### IV. Podstawy do oznaczenia kosztów netto wytwarzania gazu dla celów gwarancji.

A) Wydatki w stosunku 1000 m<sup>3</sup> gazu (15°C, 760 mm c. b., mokry), wytwarzanego w piecowni.

#### 1) Węgiel.

Wydajność gazu:  $z$  m<sup>3</sup> ze 100 kg węgla

Cena węgla: 47.72 Zł za tonnę

Zużycie węgla na 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{100 \times 1000}{z} \dots \dots \dots a \text{ kg}$$

Koszt węgla:

$$\frac{a \times 47.72}{1000} \dots \dots \dots k_1 \text{ Zł}$$

#### 2) Woda:

Zużycie wody:  $w$  kg na 100 kg węgla

Cena wody: 0.20 Zł za tonnę

Zużycie wody na 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{w \times 1000}{z} \dots \dots \dots b \text{ kg}$$

Koszt wody:

$$\frac{b \times 0.20}{1000} \dots \dots \dots k_2 \text{ Zł}$$

#### 3) Prąd elektryczny.

(Ażeby określić zużycie energii elektrycznej w stosunku 1000 m<sup>3</sup> wytworzonego gazu należy dobowe zużycie prądu podzielić w każdym wypadku przez  $\frac{x - \alpha}{1000}$ )

Zużycie elektryczności na dobę:  $s$  kWh

Cena elektryczności: 0.21 Zł za kWh

Zużycie elektryczności na 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{s \cdot 1000}{x - \alpha} = c \text{ kWh}$$

Koszt elektryczności:  $c \times 0.21 = k_3 \text{ Zł}$

#### 4) Koszt robocizny:

W celu ustalenia kosztów robocizny w stosunku 1000 m<sup>3</sup> gazu należy dobowy wydatek na robociznę stale dzielić przez  $\frac{x - \alpha}{1000}$

Ilość dniówek na dobę:  $T$  dniówek

Płaca jednej dniówki: 26.0 Zł

Koszt robocizny na dobę:  $26 \times T = 26 \cdot T \text{ Zł}$

Koszt robocizny w stosunku 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{26 \cdot T \cdot 1000}{x - \alpha} \dots \dots \dots k_4 \text{ Zł}$$

Zestawienie wydatków na 1000 m<sup>3</sup> gazu:

- |                               |    |                |
|-------------------------------|----|----------------|
| 1) Węgiel . . . . .           | Zł | k <sub>1</sub> |
| 2) Woda . . . . .             | "  | k <sub>2</sub> |
| 3) Prąd elektryczny . . . . . | "  | k <sub>3</sub> |
| 4) Robocizna . . . . .        | "  | k <sub>4</sub> |

Suma wydatków w stosunku

1000 m<sup>3</sup> . . . . . Zł  $K$



B) Wpływy za produkty uboczne w stosunku 1000 m<sup>3</sup> gazu, wytworzonego w piecowni Glover West.

1) Koks.

a) Wykorzystanie ciepła (w postaci koksu) z gazów spalinowych w kotłach parowych wchodzących w skład piecowni:

Wytwórczość pary:  $q$  kg pary na 1 kg suchego koksu zgazowanego w generatorach.

Podpał w stosunku 100 kg węgla:

koksu o 5·0% wilgoci —  $p$  kg

suchego zaś koksu:  $p - \frac{5p}{100}$  kg

Wytwórczość pary na 100 kg węgla:  $v$  kg

Wartość pary wyrażona w koksie:

Podstawa przeliczenia: 7 kg pary = 1·0 kg koksu o 5·0% wilgoci, skąd ilość pary otrzymywanej w stosunku 100 kg węgla równowarta jest =  $pr$  kg koksu o 5% wilgoci.

b) Wytwórczość koksu:

Cena sprzedażna koksu z 8% wilgoci 47 Zł za tonnę

Wydajność koksu z 5% wilgoci na 100 kg węgla . . . . .  $m$  kg

Zużycie koksu z 5% wilgoci na podpał w stosunku do 100 kg węgla . . . . .  $p$  kg

Wytwórczość koksu z 5% wilgoci po potrąceniu podpału . . . . .  $m - p$  kg

Wykorzystanie w postaci pary . . . . .  $pr$  kg

W rezultacie wytwórczość koksu o 5% wilgoci w stosunku do 100 kg odgazowanego węgla . . . . .  $m - p + pr$  kg

co odpowiada ilości suchego koksu na 100 kg =  
 $= m - p + pr - \frac{(m - p + pr) \times 5}{100}$  kg

Sprzedażna ilość koksu na 1000 m<sup>3</sup> gazu  
 $\frac{[m - \text{własne zużycie}] \times 1000}{5}$  . . . . .  $f$  kg

Dochód ze sprzedaży koksu na 1000 m<sup>3</sup> gazu:  
 $\frac{f \times 47}{1000}$  . . . . .  $d_1$  Zł

2) Smoła.

Wytwórczość smoły ze 100 kg węgla:  $n$  kg

Cena smoły za tonnę: 180 Zł

Wytwórczość smoły na 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{n \times 1000}{5} \dots \dots \dots g \text{ kg}$$

Wpływ ze sprzedaży smoły w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{g \times 180}{1000} \dots \dots \dots d_2 \text{ Zł}$$

3) Amonjak (NH<sub>3</sub>) w postaci wody amonjalkalnej.

Wytwórczość amonjaku (NH<sub>3</sub>) na 100 kg węgla:  $o$  kg

Cena amonjaku za kg: 0·0375 Zł

Wytwórczość amonjaku (NH<sub>3</sub>) w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$\frac{o \times 1000}{5} \dots \dots \dots h \text{ kg}$$

Wpływ ze sprzedaży amonjaku (NH<sub>3</sub>) w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$h \times 0\cdot0375 \dots \dots \dots d_3 \text{ Zł}$$

4) Benzol.

Wytwórczość benzolu na 1 m<sup>3</sup> gazu:  $u$  gramów

Wytwórczość na 1000 m<sup>3</sup> gazu:  $u$  kg

Cena benzolu za 1 kg: 0·45 Zł

Wpływ ze sprzedaży benzolu w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu:

$$u \times 0\cdot45 \dots \dots \dots d_4 \text{ Zł}$$

Zestawienie wpływów ze sprzedaży produktów ubocznych w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu:

- 1) Koks . . . . . Zł  $d_1$
- 2) Smoła . . . . . „  $d_2$
- 3) Amonjak (NH<sub>3</sub>) . . . . . „  $d_3$
- 4) Benzol . . . . . „  $d_4$

Całkowity wpływ w stosunku 1000 m<sup>3</sup> gazu . . . . . Zł  $D$

Koszt netto wytwórczości 1000 m<sup>3</sup> gazu (obliczonego jako różnica wydatków i wpływów)

A) Wydatki . . . . .  $K$  Zł

B) Wpływy . . . . .  $D$  „

Koszt netto wytwórczości gazu za 1000 m<sup>3</sup> . . . . .  $K - D$  Zł

V. Koszty konserwacji piecowni.

w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu dla gwarancji . . . . . Zł  $k_5$

VI. Koszty prób

w stosunku do 1000 m<sup>3</sup> gazu dla gwarancji . . . . . Zł  $k_6$



VII. Koszt brutto wytwórczości 1000 m<sup>3</sup> gazu.

1) Koszt netto . . . . .	Zł	$K-D$
2) Koszt konserwacji . . . . .	„	$k_5$
3) Koszty prób . . . . .	„	$k_6$
4) Stała tolerancja na okres gwarancji . . . . .	„	$l$

Razem koszt brutto 1000 m<sup>3</sup>  
gazu . . . . . Zł  $K$  brutto

czyli koszt brutto produkcji 1 metra sześciennego  
gazu =  $\frac{K \text{ brutto} \times 100}{1000}$  grosza.

Zasady podane powyżej nie mają naturalnie pretensji do jakichś absolutnie teoretycznych. Są one jednak dla celów porównawczych czy to dla określenia względnej wartości węgla, czy wydajności pieców, czy też kosztów kaloryj gazowych najzupełniej wystarczające. Gdyby komuś zależało na uzyskaniu wartości bezwzględnej dla danego węgla, to w tym przypadku należy uwzględnić w całej rozciągłości metodę dra Mezgera.

Inż. MICHAŁ KORZENIOWSKI.

### Uwagi dotyczące budowy i rozwoju warszawskiej sieci przewodów podziemnych do gazu.

(Referat wygłoszony na XI Zjeździe Gazowników i Wodociągowców Polskich w Poznaniu w r. 1929 przez p. Teofila Truszkowskiego).

Zagadnienie równomiernego ciśnienia gazu jest marzeniem każdej gazowni i równocześnie jest problemem trudnym do rozwiązania. Rozwiązanie go zależy bowiem z jednej strony od figury i terenu miasta, z drugiej zaś od warunków, w jakich gazownia powstaje i ma pracować. Jeżeli więc powstaje gazownia w mieście mocno zabudowanym, o wyraźnie zarysowanym charakterze w znaczeniu zatrudnienia mieszkańców, rozplanowanie sieci gazowej, z czem ściśle związane jest rozłożenie ciśnienia gazu, nie nastrocza tych trudności, jakie napotyka się w miastach starych, posiadających zdawidawna gazownie, a rozbudowywujących się różnorodnie bądź pod wpływem zmiany charakteru, bądź z jakichkolwiek innych przyczyn. Zaznaczyć należy, że w dużej mierze gra rolę również okoliczność, czy gazownia, a za-

tem i jej sieć, budowana jest przez gminę, czy też przez koncesjonariusza. Aczkolwiek, jak w jednym tak i w drugim przypadku gmina jest zaangażowana, to jednak, jeżeli budowa gazowni prowadzona jest przez gminę, tak zwanym sposobem gospodarczym, sieć jej przedstawiać może w przyszłości więcej rękojmi do zaspokojenia wszelkich potrzeb mieszkańców danego miasta, albowiem powinna ona być planowana i budowana li tylko z tą myślą, bez szczególniejszego oglądania się na doraźne zyski. Zgodzić się musimy z tem, że koncesjonariusz zawsze idzie i musi dążyć po linię własnego interesu i nie może wnikać w przyszłość, a odległe możliwości rozwoju miasta, przez co, planując sieć gazową, bierze pod uwagę najwygodniejsze dla swoich interesów kierunki. Gmina, udzielająca koncesji, powinna mieć wytrawnego, doświadczonego doradcę fachowego, aby ustrzec się od błędów, których naprawa bywa trudna i po- ciąga w przyszłości bardzo znaczne koszty. Jako przykład może służyć miasto Łódź. Przyznać jednak należy, że to, co dzisiaj nazywamy błędem, dawniej wobec znacznie mniejszego zakresu stosowania gazu, uważane było często za słusne lub obojętne. Chcąc zatem być sprawiedliwym, trzeba uwzględnić nie tak dawne rozszerzenie pola zastosowania gazu, czy to do przemysłu małego czy wielkiego, czy też do rękodzielnictwa czy gospodarstwa domowego i oświetlenia i nie należy stwierdzonych, czy rzekomych dzisiaj błędów zbyt ostro potępiać.

Uwagi powyższe są rezultatem badań i rozmyślań nad siecią warszawską, o której mam mówić.

Budowę sieci gazowej rozpoczęto w Warszawie w r. 1856 od wyjścia z gazowni na ul. Ludnej przez ulicę Książęcą, Nowy-Świat, Krakowskie Przedmieście i inne, dążąc na północ miasta. Ponieważ wówczas gaz miał przeznaczenie jedynie do oświetlania ulic i nielicznych domów czy sklepów, ułożono — jako główny wyjściowy — przewód o 300 mm średnicy, docierając do najdalszych punktów miasta, t. j. do rogatki Wolskiej i Cyta- deli, przewodami o mniejszych przekrojach, dochodzącymi do 50 mm. Pierwsze dziesięć lat istnienia sieci dają miastu 71 km przewodów o pojemności 760 m<sup>3</sup>.

Uświadczenie jednak mieszkańców o nieocenionych usługach gazu z biegiem czasu wzrosło, co daje się widzieć z rozwoju sieci gazowej w drugim dziesięcioleciu jej istnienia. W ciągu



okresu tego włączono już do sieci przedmieście Pragę przez most Kierbedzia, zbudowano magistralę 300 mm dążącą na zachód miasta ul. Grzybowskią, wymieniono niezbyt dawno ułożone magistrale od gazowni na znacznie większe, sięgające już 600 mm i 450 mm przekroju w miejsce dawnych 300 mm i 200 mm.

Zasada opasania miasta, czy też pewnej jego dzielnicy, jako najwygodniejsza dla rozłożenia ciśnienia, doceniana była już wówczas dostatecznie i tutaj widzimy, że koncesjonariusz, uwzględniając istotny swój interes, dążył do odpowiedniego urządzenia sieci dzielnicy, znajdującej się w granicach ulic: Książęca, Bracka, Zgoda, Żelazna Brama, Przechodnia z jednej strony, z drugiej zaś całe Powiśle, Solec, Topiel, Browarna, Furmańska, Sowią, Bugaj, Rybaki, Kościelna, Franciszkańska i Gęsia, dającej mu doraźne zyski. Taki stan rzeczy trwał przez następnych lat dwadzieścia, mimo, że w tym okresie sieć warszawska wzrosła bardzo, dosięgła bowiem blisko 200 km o pojemności 4600 m<sup>3</sup> i mimo, że pobudowano nową gazownię na Woli. Wszelkie zarządzenia i całkowita uwaga skierowana była jednak — w imię interesu koncesjonariusza — na mocno zaludnioną dzielnicę w granicach wyżej wspomnianych. Dopiero w piątym dziesiątku lat, t. z. od 1896 r., po macoszemu dotychczas traktowana południowa dzielnica miasta poza Al. Jerozolimską zwraca uwagę zarządu gazowni w swoją stronę licznymi wznoszonymi budowlami. Zaczyna się powolna wymiana cienkich przewodów na grubsze, dla zaspokojenia z dziś na najbliższe jutro potrzeb miasta. I tutaj widzimy znowu, że końcowe lata koncesji prawdopodobnie wpłynęły na to, że, mimo wyraźnie zarysowanego się charakteru tej dzielnicy z pobliskim już wówczas Mokotowem, stanowiącym wprawdzie oddzielną gminę, nie zdołały pobudzić koncesjonariusza do ułożenia grubszego przewodu ponad 300 mm średnicy.

Błąd ten odezwał się bardzo szybko, bo już w r. 1903 zaszła konieczność zasilenia południa miasta przez ułożenie przewodu o 450 mm średnicy od pl. Trzech Krzyży do pl. Zbawiciela przez ul. Mokotowską. Wzrastająca wciąż konsumpcja, wyrażająca się już w milionach metrów sześciennych, niebawem pochłonęła i to zasilenie, przyczyniając niemało kłopotów administracji.

Ponieważ w tym okresie przypada pięćdziesięciolecie sieci gazowej, dla zilustrowania jej podając parę cyfr:

	r. 1856/8	r. 1906	wzrost
ilość mieszkańców			
w tysiącach . . .	160	747	467%
długość sieci w km	54	239	443%
objętość sieci w m <sup>3</sup>	604	7.317	1211%
zużycie gazu m <sup>3</sup> . .	624.000	33.000.000	5288%

Lata 1907 do 1916, raczej 1914 dają warszawskiej sieci przyrost do 268 km o 9.000 m<sup>3</sup> objętości, na co złożyły się: trzecia magistrala z gazowni Wolskiej na północ miasta, przerobienie węzła sieci: Książęca—Smolna—Jerozolimska do mostu Ks. Poniatowskiego, oraz połączenie warszawskiego brzegu przez tenże most z ul. Zieleńnicką na Pradze aż do ul. Grochowskiej. Połączenie to znakomicie poprawiło stan ciśnienia na całej Pradze, zaznaczyć jednak tutaj muszę, że otwory mostowe przewidziane dla średnicy przewodu 450 mm i projektowany przez Warszawę przewód na nowym moście 300 mm zmniejszony był ostatecznie przez główną dyrekcję w Dessau na średnicę 200 mm.

Błąd ten (koncesjonariusza), zarówno jak i błąd z roku 1896 zniewoliły do szukania sposobów zasilenia gazowni na Ludnej, wobec niemożności rozbudowy jej w większym stylu ze względu na brak miejsca i trudności w dostawie doń surowca. (Gazownia na Ludnej nie ma połączenia kolejowego). Zaprojektowano więc wysokoprężny przewód, łączący obie gazownie, zasilający równocześnie w kilku miejscach przez reduktory sieć normalną. Rozpoczęte w tym kierunku prace przerwał w 1914 roku wybuch wojny.

Zamarły rozwój sieci budzi się dopiero z chwilą przejścia gazowni pod zarząd państwowy i w końcu przejścia jej pod zarząd miasta. Obecnie polska dyrekcja gazowni, zdając sobie sprawę z doniosłości zaopatrzenia stolicy w gaz, stolicy rozbudowywującej się w różnych kierunkach na rozszerzonym przez okupantów w 1916 r. terenie do granic dzisiejszej Wielkiej Warszawy, czyni zabiegi, aby w części chociażby dopędzić stracony przez długotrwałą wojnę czas i odrobić z nawiązką zaległości. Ogrom obszaru, bo czterokrotnie przewyższający dawne miasto, tempo powstawania różnych placówek oraz nowych budowli, zainteresowanie się i zrozumienie przez mieszkańców korzyści osiągniętych z zastosowania gazu — wszystkie te czynniki dodają bodźca do wyłączenia wszystkich sił, aby zadaniu podołać. Cyfry są miarą, one więc same za siebie mówią:



w r. 1924	ułożono	12·5 km	101 m <sup>3</sup> objętości
1925	„	16·5 „	253 „
1926	„	6·0 „	66 „
1927	„	18·0 „	255 „
1928	„	35·0 „	435 „

Jeżeli więc weźmiemy pod uwagę, że w ciągu 58 lat od powstania gazowni do czasu wybuchu wojny ułożono 341 km przewodów, co wynosi średnio rocznie 5·8 km, a od 1924 do 1928 łącznie, czyli w ciągu 5-ciu lat, ułożono 88 km, co średnio wynosi po 19·5 km, a wliczając lata zastojów 5·5 km, powiedzieć mogą, że zamierzenia dyrekcji uwieńczone zostały dobrym rezultatem.

Poza rozszerzeniem sieci podziemnej i wskutek tego rozszerzenia troską dyrekcji stało się zrównanie ciśnienia w najdalej położonych punktach, do których w ciągu lat pięciu zdolano dotrzeć. Zadanie niezmiernie wagi, punkty te bowiem sięgają 10-ciu i 12-tu km od środka miasta, przyjmując za centrum pl. Teatralny. Należy pamiętać, że dyrekcja gazowni, nie rozporządzając żadnymi dyspozycyjnymi kapitałami przy rozszerzeniu sieci, nie mogła stosować wymiany cienkich przewodów na grubsze, lecz chcąc zaspokoić potrzeby mieszkańców peryferji, musiała wychodzić z istniejącej sieci, z małemi zaledwie wyjątkami, gdzie pozostawienie w środku przewodu o 80 czy 50 mm — uniemożliwiłoby zupełnie obsługę przedłużonej linii.

Projekt rozbudowy gazowni na Woli, z ograniczeniem pracy gazowni na Ludnej, wysunął ponownie potrzebę połączenia obu tych fabryk bezpośrednim wysokoprężnym przewodem dla przetransportowania gazu z Woli na Ludną.

Równocześnie z wypracowaniem projektu i ustaleniem drogi wysokoprężnego przewodu, powstał projekt zautomatyzowania oświetlenia miasta, celem zmniejszenia kosztów eksploatacji. Nieprzychylnie po temu położenie miasta dolnego i poza Wisłą również w dole położonej Pragi w stosunku do głównego źródła gazu na Woli nastroczało wiele trudności do przewyciężenia. Zrealizowanie projektu tłoczni, która pracować zaczęła w czerwcu 1927 roku, dopomogło do tymczasowego, lecz zupełnie skutecznego rozwiązania zagadnienia automatów latarniowych w dolnej części miasta. Szczupłe ramy referatu nie pozwalają mi na wdawanie się w szczegóły urządzenia. W krótkich więc słowach ogólnikowo postaram się rzecz przedstawić. Samozapalacze, jak wiadomo, działają za pośrednictwem nadawanych w gazowni fal. W momencie więc zapalania czy gaszenia latarni, sprężarnia ga-

zowni na Woli spręża gaz przez przewód tłoczniowy tak, aby gazownia na Ludnej miała na wylocie tłoczni ciśnienie 2000 mm słupa wody i w tym momencie wylot tłoczni połączony jest nie ze zbiornikiem, lecz bezpośrednio z wyjściową magistralą normalnej sieci dolnego miasta z wytworzonym w niej ciśnieniem 280 mm słupa wody, do której przyłączona jest również sieć Pragi. W ten sposób otrzymujemy w najodleglejszych nawet punktach wzniesienie ciśnienia do 140 mm słupa wody, co w zupełności zapewnia niezawodną działalność automatów latarniowych. Zautomatyzowanie oświetlenia przyczyniło się do zredukowania kosztów eksploatacji o 60%. Zastosowanie przewodu tłoczniowego do zautomatyzowania oświetlenia zrodziło myśl do dalszego eksploатовania tego przewodu, jako zaczątku okrężnej wysokoprężnej linii, zasilającej w różnych — bądź słabszych, bądź wymagających z racji lokalnych warunków wzmocnienia — punktach. Że inicjatywa ta była uzasadniona, dowodem służy fakt ułożenia w tym samym 1927 r. przeszło 5-ciu km odnogi o przekroju 150 mm na Krakowskiej szosie, wychodzącej o 3 km blisko poza granice Wielkiej Warszawy do wielkiej fabryki silników »Skody«.

Zgazyfikowanie »Skody«, jednostki wielkiego przemysłu, pobudza energję, ułatwia zabiegi w kierunku zdobywania nowych wielkich placówek, zachęca władze kierownicze, bądź właścicieli do zainteresowania się gazem i zastosowania go w swoich warsztatach bądź fabrykach. Kolejno więc otrzymały już, bądź rozszerzają dotychczasowe instalacje następujące jednostki wielkiego przemysłu: Miejska Piekarnia Mechaniczna, Warsztaty Kolejowe — Praga, Warsztaty Amunicyjne na Forcie Bema, Fabryka Lilpop Rau i Loewenstein, Fabryka Karabinów dawniejsza Gerlach i Pulst, Warsztaty Samolotowe, Fabryka drutu i gwoździ Wolańskiego, Cegielnia Miejska. Wszystkie te fabryki położone są bądź na drodze, bądź w pobliżu okrężnej linii, która przechodzić ma po wyjściu z fabryki na Woli następującymi ulicami: Prądyńskiego, Tunelowa, Niemcewicza, Tarczyńska, Nowogrodzka, Poznańska, Żórawia, teren fabryki na Ludnej, Al. 3-go Maja, most Poniatowskiego, Al. Poniatowskiego, Podskarbińska, ulice Targówka i Nowego Bródna o nieustalonych jeszcze nazwach, Modlińska, dawniejszy most kolejowy, Jeziorańskiego, Park Traugutta, Żoliborska, Stawki, Nizka, Okopowa, Długosza, Płocka, wchodząc zpowrotem do fabryki na Woli. Poza tem są już wykonane,



bądź projektują się od tej zasadniczej tłoczni odnogi o równym, bądź zmniejszonym, lecz znacznie wyższym od normalnego — ciśnieniu, w granicach Wielkiej Warszawy:

1) Jak wspomniałem, Krakowska Szosa (Grójecka) już wykonana.

2) Częściowo wykonana już odnoga przez Górczewską, Ks. Janusza, Fort Bema i w tym roku mająca się przedłużyć przez Al. Zjednoczenia Pol-  
ski, sięgając i zasilając szosę Marymoncką.

3) Rozpoczęta już w tym roku budowa linii przez Uniwersytecką N. S., Domaniewską, Woronicza, Fort Legjonów do Powsińskiej, będącej przedłużeniem Czerniakowskiej.

4) Rozpoczęta również w tym roku budowa bardzo doniosłego znaczenia przewodu Prądzyn-  
skiego—Wolska—Sieradzka, do budującej się stacji Szczęśliwice.

Dalsze zamierzenia dyrekcji wychodzą wszędzie poza granice miasta, stawiając w dążeniach swoich na pierwszym planie szereg osiedli, lotnisk i fabryk z głównymi warsztatami kolejowymi i siecią miejską w Pruszkowie, odległym od Warszawy o 12 km. Jeżeli zamierzenia te dadzą się zrealizować, usiłowania skierowane będą w przeciwną stronę, obfitującą również w osiedla i lotniska, t. j. Wawer, Radość, Falenica, Józefów, Swider i Otwock. Na południu poza miastem położone Służewiec, Wilanów, Jeziorna, Konstancin, Skolimów jako osiedla i lotniska również nie będą pominięte.

W konkluzji niniejszego referatu chcę jeszcze podkreślić, że przez zastosowanie sieci o wysokim ciśnieniu i odpowiednim włączeniu w sieć lokalną mamy nadzieję otrzymania wszędzie względnie równego ciśnienia gazu, mając jednocześnie możliwość w miarę potrzeby uzupełniać braki, nie narażając się na wielokrotnie przewyższające koszty wymiany przewodów, będących w wielu razach pod ulepszonymi brukami, a przez to nie tamując tak bardzo wzmożonego ruchu stolicy.

#### *Dyskusja:*

Dyr. Dalbor: Widzę na planie sieci gazociągów warszawskich dwa przejścia przez Wisłę, chciałbym więc zapytać, jakie gazownia poczyniła spostrzeżenia co do strat i jakiego rodzaju połączenia zastosowano na mostach.

Kiedy byłem jeszcze w Toruniu, miałem rurociąg, łączony kielichowo, zawieszony na starym moście kolejowym, który dawał tak wysokie straty,

że tych strat nie chciała ani dyrekcja kolei przyjąć na siebie, ani gazownia, wskutek czego rurociąg leżał martwy. Mojem zdaniem, połączenia na mostach powinny być elastyczne.

Dyr. Swierczewski: Wskutek tych dwóch przejść przez Wisłę, straty wzrosły o 0·20% w stosunku do poprzedniego roku.

Dyr. Seifert: Poprzedni odczyt, p. Hellmicha, dał nam obraz racjonalnej organizacji pracy w gazowni warszawskiej, ten zaś odczyt daje nam obraz rozwoju gazowni. Jedno i drugie jest dowodem umiłowania pracy całego personelu gazowni, któremu daje impuls kol. Swierczewski, ten impuls promieniuje na wszystkie gazownie w Polsce, a optymizm kol. Swierczewskiego nie jednego już z nas pokrzepił na duchu i zachęcił do dalszej pracy.

Wedle projektu cała Warszawa będzie opasana wielkim okrężnym rurociągiem, który dopiero da te rezultaty, jakie być powinny, bo dotąd sieć warszawska była marna, a rozprowadzenie gazu błędne. Dziwię się nawet, że Niemcy coś takiego zrobili. Chcieli oni jednak jak najwięcej zarobić i nie zwracali uwagi na dobro gazowni. Dzisiaj, gdy na czele zakładu stoi prawdziwy obywatel, to nie myśli o dochodowości z roku na rok, ale daje podstawy szerszego rozwoju gazowni.

P. Truszkowski: Przewód przez most Kierbedzia zrobiony jest z rur żeliwnych 300 mm średnicy, 3 metrowej długości, złącza są kielichowe, uszczelnienie zapomocą sznura i ołowiu. Co 150 m dana jest dylatacja.

Jeżeli chodzi o most kolejowy w Toruniu, to jest on narażony na bardzo silne wstrząsy i rzeczywiście straty mogą tam być duże. Most Kierbedzia jest o wiele spokojniejszy i ułatwienia się gazu nie stwierdzono, mimo stałej opieki na moście.

Przez most Poniatowskiego prowadzi przewód 200 mm, złożony z rur ciągnionych, kielichowych, 15—20 m długich.

Spawanie rur uskuteczniانو u nas na zakładkę. Szczelność spawu stwierdzono kilkunastoma próbami zapomocą powietrza pod ciśnieniem 1·2 atm. Sprężone powietrze trzymano w przewodzie w ciągu 24 godzin i obserwowano przez ten czas manometr rtęciowy, który nie wykazał najmniejszego spadku ciśnienia.

Dyr. Żardecki: Chcę dorzucić kilka słów do sprawy rurociągów gazowych. Mianowicie uważam, że najlepsze nawet urządzenia do produkcji gazu nic nie są warte, jeżeli niema dobrej sieci.



W gazowni lwowskiej co rok przeprowadza się badania rozkładu ciśnień w rurociągach zapomocą automatycznych aparatów.

Chcę jeszcze podzielić się z panami wiadomością, jak wykonany jest rurociąg dla gazu ziemnego z Daszawy do Lwowa. Stosują tam dwa rodzaje połączeń. Jedno połączenie, zwykłe, łączy rury na styk zapomocą spawania. Co kilometr zaś dają inne połączenie, jako dylatację. Przy takiej dylatacji końce rur są oddalone od siebie o 10 cm i połączone zapomocą nasuwki. Uszczelnienie stanowi pierścień gumowy, przyciśnięty pierścieniem żelaznym. Po obu końcach nasuwki znajdują się luźne kołnierze, połączone ze sobą zapomocą 4-ch śrub  $\frac{1}{2}$  calowych. Kołnierze te przyciskają pierścień żelazny do gumowych. Szczelność więc rurociągu w tych miejscach zależy jest jedynie od tych czterech śrub (przy średnicy przewodu 158 mm), które nie są izolowane, a rurociąg na przestrzeni ok. 20 km leży w wodzie. Mam zatem pewne wątpliwości, czy te połączenia będą trwałe. Rurociąg spawa się partjami, 1—2 km długości, poczem podkłada się pod rurociąg drągi i wsuwa do wykopanych rowów. W najniższych punktach drogi umieszczone są co 1—2 km garnki kondensacyjne. W mniejszych zagłębieniach drogi garneków niema, ze względu na ciśnienie gazu, które nie powinno dopuścić do zawodnienia. Pod tym względem mam również pewne wątpliwości.

Dyr. Seifert: To, co powiedział kol. Żardecki, jest bardzo ciekawe i nadaje się jako temat do osobnego referatu. Opisane przez kol. Żardeckiego połączenie dylatacyjne krytykuję jako zupełnie złe, drugie połączenie — zwyczajne — jest lepsze, ale jeszcze i tu mogą być nieszczelności. Spawane połączenia warszawskie — na zakładkę — uważam za lepsze. Najlepsze jednak jest połączenie spawane, stosowane w Niemczech, przy którym bosy koniec rury wsuwa się do kielicha, jak w Warszawie, ale podczas gdy panowie spawają tylko na stykach, to Niemcy mają w kielichu kilka małych otworów, tak, że spawanie skutecznia się nie tylko na końcu kielicha, ale i w kilku punktach wewnątrz kielicha. W Krakowie zamierzam spawać rury w ten sposób.

Dziesięć lat temu dawano wszędzie dylatacje: na mostach, na ulicach, potem powiedziano, że dylatacje są wogóle niepotrzebne, tymczasem ostatniej zimy zaobserwowaliśmy, że są one niezmiernie ważnym czynnikiem i muszą być stosowane.

Dyr. Żardecki: Na drodze z Daszawy do

Lwowa jest 7 rzeczek. W tych miejscach rurociąg jest wygięty ku górze i przewieszony przez rzeczkę na konstrukcji żelaznej w rodzaju belki kratowej, do której jest przywiązany liną. Natomiast na mostach, n. p. na moście mikołajowskim umieszczone są wsporniki, do których rura jest przymocowana zapomocą obręczy \*).

Co do izolacji — to przy tym rurociągu zastosowano »Ferrolak«, powszechnie dziś używany w Borysławiu, ale mimo to śruby  $\frac{1}{2}$  calowe mogą w ziemi rdzewieć.

Dyr. Dalbor: Na Wystawie »Gaz i Woda« w Berlinie zwracał na siebie uwagę specjalny dział korozji rur. Trzeba przyznać, że Niemcy przywiązują ogromne znaczenie do należytej izolacji przewodów ułożonych w ziemi i stosują izolacje jutowe, smołowane, a dopiero na wierzchu dają lak. Izolację samym lakiem uważają za niewystarczającą.

Inż. Mag. ZYGMUNT RUDOLF.

### Podstawy do opracowania fizycznych i chemicznych norm dla wody do picia oraz do celów gospodarczych i przemysłowych.

(Ciąg dalszy).

Metoda określania ilości części organicznych zapomocą  $\text{KMnO}_4$  nie znajduje według Rosenau'a (Stany Zjednoczone) szerszego zastosowania, gdyż otrzymane wyniki wahają się w bardzo szerokich granicach, zależnie od przebiegu samej metody. Jest to naogół badanie o bardzo małym znaczeniu higienicznym, jeżeli oznacza się także amonjak białkowy.

Nie można jednak każdej wody, zawierającej dużo ciał organicznych, uważać za zanieczyszczoną, jak to się zdarza. W wielu przypadkach spotyka się wody do picia, które pod względem zdrowotnym są bez zarzutu i nie budzą obaw mimo dużych ilości  $\text{KMnO}_4$ , zużytych przez nie do utlenienia ciał organicznych.

Wody żelaziste zazwyczaj pochłaniają duże ilości tlenu przy zastosowaniu  $\text{KMnO}_4$ .

Wiele wód z błotnistych terenów posiada wysoką zawartość ciał organicznych, np. wody, zawierające ciała humusowe.

\*) Patrz rec. z art. inż. Wieleżyńskiego (str. 71).



Jakkolwiek obecność ciał humusowych (próchnicowych) w wodzie pod względem zdrowotnym nie ma znaczenia, to jednak taka woda posiada przykry smak i wygląd, nie dające się całkowicie usunąć nawet po przefiltrowaniu wody.

Według Thiemann'a substancje humusowe nie są trujące. Woda, która posiada umiarkowaną zawartość tych substancyj, nie jest szkodliwa dla zdrowia. Ponieważ duża zawartość ciał humusowych w wodzie wpływa ujemnie na wygląd i smak, zatem wody takiej do spożycia i celów gospodarczych, o ile to jest możliwe, należy unikać.

Dla celów przemysłowych, jak farbiarnie, piernie i t. p., woda o barwie żółtawej jest szkodliwa (Klut).

Do zasilania kotłów woda torfiasta lub bagicenna z dużą zawartością ciał humusowych nie nadaje się, gdyż ciała te osiadają na ściankach kotła.

Według Prinza hydrologowie winni, o ile możliwości, odradzać stosowanie wody z zawartością ciał humusowych, gdyż są one technicznie trudne do odbarwienia. Do odbarwienia takich wód stosuje się często chemikalia, jak: siarczan glinu, związki żelaza,  $\text{KMnO}_4$ , ozon i t. p.

#### Twardość wody.

Twardość wody obliczamy według wzoru:

$$T = 0.1x + 0.14y$$

$x$  = ilość tlenków wapnia w mg/l

$y$  = „ „ magnezu „ „

Po przegotowaniu wody z twardości ogólnej strąca się t. zw. »twardość przejściowa« (węglany Ca i Mg, tworzące kamień kotłowy); inne związki Ca i Mg (chlorki, siarczany, azotany, krzemiany) nie dają się usuwać przez gotowanie wody (twardość stała).

Wody do 4° niem. uważane są za bardzo miękkie, do 8° — miękkie, do 12° — średnio twarde, do 18° — miernie twarde, do 30° — twarde, ponad 30° — bardzo twarde. (1 stopień twardości niem. oznacza zawartość 10 mg tlenku wapnia CaO lub 7.19 mg tlenku magnezu MgO).

Dla użytku domowego twarda woda nie jest pożądana, gdyż mięso i jarzyny w niej gotują się powoli; celem przyspieszenia gotowania dodaje się często kwaśnego lub obojętnego węglanu sodu. Dodawanie sody nie jest godne polecenia wtedy, gdy zwraca się specjalną uwagę na to, aby witaminy, znajdujące się w artykułach żywności, nie zostały zniszczone.

Twarda woda, stosowana do różnych napojów, jak kawa, herbata, działa szkodliwie na ich smak, zwłaszcza gdy woda posiada stałą twardość, polegającą na obecności chlorku magnezu.

Kakao, gotowane na miękkiej wodzie, jest przyjemne i lepsze w smaku, niż gotowane na twardej wodzie.

Jeżeli chodzi o smak, to woda miękka jest nieprzyjemna, zaś twarda, szczególnie zawierająca kwaśny węglan wapnia, posiada dobry smak; jednak gdy woda zawiera wiele chlorków, np. magnezu (twardość stała), to posiada ona nieprzyjemny gorzko-słony smak.

Więcej mydła zużywa się przy myciu i praniu w twardej wodzie (sole wapnia i magnezu dają z kwasami tłuszczowymi związki nierozpuszczalne), niż w wodzie miękkiej. W sieci centralnego ogrzewania woda o twardości koło 12° powoduje osadzanie się węglanu wapnia, co przyczynia się do znacznego zmniejszenia przekroju przewodów w stosunkowo krótkim czasie.

Dla przewodów wodociągowych przejściowa twardość wody odgrywa poważną rolę, a mianowicie w przypadku wody o twardości przejściowej ponad 7° niem. (najkorzystniejsza twardość 7°—9°) na ściankach wewnętrznych przewodu wytwarza się płaszcz z węglanu wapnia, stanowiący ochronę przed korozją ścian, gdy woda posiada własności agresywne w stosunku do metali; jest to niezmiernie korzystne przy stosowaniu rur ołowianych.

Wody z wysoką zawartością chlorków (Ca lub Mg) posiadają własności łączenia się z metalami; jeżeli taka woda zawiera jednocześnie kwaśny węglan wapnia, to wewnętrzna ścianka przewodu pokrywa się płaszczem z  $\text{CaCO}_3$  i dzięki temu jest zabezpieczona przed działaniem takiej wody na metal przewodu. Woda, zawierająca magnezję, jest szkodliwa dla budowli betonowych.

Według Serkowskiego nieuzasadniony jest pogląd o szkodliwym działaniu twardej wody na zdrowie. Zdaniem tegoż autora należy zwrócić uwagę, czy twardość wody jest zależna od wapnia (Ca) czy magnezu (Mg) i od jakich anjonów. Woda, zawierająca dużą ilość węglanu wapnia, jest bardziej pożądana od wody tej samej twardości, wywołanej przez zawartość gipsu; również woda z twardością wapnia jest bardziej pożądana od wody z twardością magnezjową.

Nagłe przejście do miękkiej wody na wodę, zawierającą gips i wysoki stopień twardości magnezjowej, wywołuje zaburzenia przewodu pokar-



mowego u osób wrażliwych, jednak po pewnym czasie można organizm przyzwyczać do takiej wody.

### Tlen.

Naogół prawie wszystkie miękkie (poniżej 7° niem.) wody, zawierające tlen, posiadają w mniejszym lub większym stopniu własności działania na metale. Jeżeli wody dzięki swoim własnościom chemicznym posiadają zdolność pokrywania ścianki wewnątrz przewodu płaszczem z  $\text{CaCO}_3$ , jak np. w Berlinie, Charlottenburgu, Gdańsku, Flemburgu, Tylży i t. p., to przepływająca przez nie woda nie wywiera szkodliwego działania na materiał przewodu. Im więcej jest tlenu w wodzie, tem silniejsze jest działanie na materiał przewodu.

Wody miękkie, zawierające tylko 4 mg tlenu w 1 litrze, mogą działać szkodliwie na materiał przewodu, podczas gdy wody, posiadające wysoką twardość przejściową przy większej zawartości tlenu, jednak nie wyżej 9 mg tlenu w 1 litrze wody, jeszcze nie szkodzą.

Doświadczenia nad centralnem ogrzewaniem i kotłami parowemi wskazują, iż ze wzrostem temperatury wody zwiększa się agresywne działanie tlenu. Według Ohmüllera i Spitta zawartość tlenu w wodzie powierzchniowej posiada duże znaczenie dla ryb, żyjących w niej; silny spadek tlenu w wodzie świadczy o nadmiernem doprowadzaniu ścieków miejskich i przemysłowych. Według Rosenau'a ryby muszą mieć w wodzie przynajmniej 2,5 mg tlenu na litr wody.

Ilość tlenu, rozpuszczonego w wodzie, jest naogół stała w wodach jednolitego składu i swobodnie wystawionych na działanie powietrza.

### Dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ).

Wszystkie wody w przyrodzie zawierają mniej lub więcej rozpuszczonego wolnego  $\text{CO}_2$ . W zwykłych wodach w przyrodzie znajduje się w wodzie  $\text{CO}_2$  przeważnie w ilości poniżej 50 mg w litrze wody, czasami spotyka się w ilościach ponad 100 mg w litrze wody, natomiast w wodach mineralnych zawartość wolnego  $\text{CO}_2$  często przewyższa 1.000 mg w litrze wody.

Pod względem zdrowotnym pewna zawartość wolnego  $\text{CO}_2$  w wodzie do picia nie ma znaczenia. Według Klut'a  $\text{CO}_2$  w ilości poniżej 100 mg w 1 litrze wody nawet nie daje się odczuwać w smaku, przyczem należy zauważyć, że na smak

ma duży wpływ temperatura. Tylko woda o temperaturze poniżej 12° C ma orzeźwiający smak.

Pod względem technicznym dla wodociągów zawartość wolnego  $\text{CO}_2$  w wodzie odgrywa poważną rolę; działa na różne metale, jak ołów, miedź, żelazo, cynk i na zaprawy. Już szczupłe ilości  $\text{CO}_2$  (kilka miligramów w 1 litrze wody) działają na metale, zwłaszcza przy wodach ubogich w węglany, gdy twardość wynosi poniżej 7° niemieckich. Wolny  $\text{CO}_2$  działa rozkładająco na Fe, Zn, Cu i Pb oraz na zaprawę cementową, niszczy zatem rurociągi, ściany zbiorników i t. d. W obecności tlenu  $\text{CO}_2$  powoduje rdzewienie.

### Chlor (Cl) i związki chlorowe.

Chlor i związki chlorowe, które występują najczęściej jako NaCl, a rzadziej jako sole potasu, wapnia lub magnezu, są albo nieorganicznego pochodzenia, albo stanowią części składowe ciał organicznych, zawartych w ściekach. Produkty rozkładu ciał ludzkich lub zwierzęcych, szczególnie moc, jak również ścieki domowe, obfitują w NaCl.

Zanieczyszczone wody posiadają przeważnie wysoką oraz bardzo wysoką zawartość chlorków (ponad 50—1.000 mg Cl na 1 litr wody). Pod względem zdrowotnym chlorki w tych ilościach, jakie się spotyka, nie posiadają szkodliwego wpływu; jedynie ich pochodzenie rozstrzyga o wartości zdrowotnej i estetycznym wyglądzie wody\*).

Przeciętne ilości chloru (dane angielskie): woda deszczowa od 2 mg/l wzwyż (zależnie od odległości od morza),

górska woda powierzchniowa około 10 mg/l, głębokie studnie i źródła 20—50 mg/l.

Zawartość chlorków w wodzie nie powinna być wysoka, a to celem uniknięcia przykrego słonego smaku wody, który odczuwa się, gdy woda zawiera w 1 litrze więcej, niż: 250 mg Cl, 100 mg  $\text{MgCl}_2$ , 500 mg  $\text{CaCl}_2$ , 400 mg NaCl (Preuss. Landesanstalt für Wasser- Boden- u. Lufthygiene zu Berlin-Dahlem).

W przyrodzie spotyka się szereg miejsc z wodą do picia pod względem higienicznym bez zarzutu, pomimo posiadania wysokiej ilości chlorków pochodzenia geologicznego, np. w pobliżu morza i miejsc, gdzie występuje sól kuchenna: Bonn ponad 70 mg/l, Poczdam ponad 100 mg/l, Emden ponad 225 mg/l. Pod względem technicznym wy-

\*) Według kilku autorów norma dla chloru wynosi około 30 mg/l (względnie 50 mg/l dla soli kuchennej).



soka zawartość chlorków, głównie  $MgCl_2$ , udziela wodzie przy dopływie powietrza zdolności agresywnego działania na metale; szczególnie  $MgCl_2$  jest szkodliwy dla kotłów parowych.

#### Kwas siarkowy ( $SO_3$ ).

Kwas siarkowy w wodzie jest najczęściej związany z wapniem i pochodzi w tym związku (gips) z formacji geologicznych, np. wapień muszlowy. Bogate w kwas siarkowy są często wody płynące sztolnią, szczególnie w kopalniach węgla brunatnego. Wolny kwas siarkowy można spotkać w wodach bagiennych.

Sole kwasu siarkowego mają wpływ na tworzenie się kamienia kotłowego; wody, posiadające większe ilości  $SO_3$  (ponad 300 mg/l wody), mają zdolność działania na metale oraz zaprawy cementowe. Różni autorowie podają różne normy dla kwasu siarkowego:

Klut — 60 mg/l, Thiem — 100 mg/l.

#### Siarkowodór ( $H_2S$ ).

Woda, posiadająca siarkowodór, pochodzący ze ścieków fabrycznych lub jako produkt gnicia, jest szkodliwa do spożycia; natomiast nadawać się może do picia woda, posiadająca siarkowodór pochodzenia nieorganicznego, np. z głębokich studzien, w których obecność  $H_2S$  przedewszystkiem zawdzięcza swe pochodzenie działaniu  $H_2CO_3$  na siarczki żelaza, znajdujące się w złożach gruntowych.

#### Kwas azotowy ( $N_2O_5$ ).

Kwas azotowy przedstawia końcowy produkt utleniania wszystkich azotowych organicznych związków (mineralizacja). Przy odżelazianiu wydzielający się amonjak może się utleniać wskutek napowietrzania na kwas azotawy lub azotowy.

W czystej wodzie gruntowej kwas azotowy znajduje się naogół w małej tylko ilości. Świeżo czerpana woda żelazista z głębokich pokładów w północnych Niemczech jest prawie wolna od azotanów. Niektóre studnie zawierają 10—30 mg i więcej  $N_2O_5$  w 1 litrze wody — nie znaczy to, aby ją zdyskwalifikować, gdy położenie studni (sytuacja i głębokość) oraz zawartość innych składników odpowiadają warunkom higienicznym.

W źródłach wody innych niż głębokie studnie i głębokie źródła obecność azotanów, aczkolwiek bez obecności amonjaku lub substancji organicz-

nych, wskazuje na niebezpieczeństwo możliwości kontaktu danego źródła z zanieczyszczeniami powierzchniowymi, na przykład działanie nadmierne deszczu może spowodować tak wielki dopływ materiału zanieczyszczającego, że oczyszczenie wody w warstwach gruntowych będzie niedostateczne. W ten sposób azotany w znacznej ilości w wodzie z płytkich studzien czynią tę wodę nieodpowiednią do picia\*).

Przeciętna ilość azotanów (dane angielskie): woda góraska — nie do 0,5 mg/l, głębokie studnie i źródła — do 10—20 mg/l (średnio 5 mg/l).

Stosunkowo wysoką zawartość azotanów posiadają wody, użytkowane przez wodociągi następujących miast:

Aschaffenburg	—	33	mg	$N_2O_5$	w	litrze	wody
Emden	—	48	„	„	„	„	„
Goch	—	37	„	„	„	„	„
Hamborn	—	30	„	„	„	„	„
Hamm	—	40	„	„	„	„	„
Köln	—	31	„	„	„	„	„
Rastatt	—	44	„	„	„	„	„

Klut mówi, iż tak wysokie zawartości azotanów w wodzie, aby mogły wywołać niestrawność, zdarzają się rzadko.

Azotany są także niewątpliwie oznaką dawnego zanieczyszczenia. Obecność ich w wodzie, gdy znajdują się w dużej ilości i o ile nie są pochodzenia geologicznego, będzie oznaką zanieczyszczenia przez znajdujące się w warstwach gruntowych związki organiczne. Nasuwa się więc przypuszczenie, że woda została zanieczyszczona przez wydaliny ludzkie i zwierzęce.

Według Lehmann'a bardzo wysoka zawartość  $N_2O_5$  w wodzie jest oznaką silnego i dawnego zanieczyszczenia wody w podłożu, a według König'a taka woda nie nadaje się do użytku browarów, cukrowni i zakładów farmaceutycznych. Wody zanieczyszczone zawierają zwykle do 17—20 mg/l i więcej azotanów; wody, uważane za czyste, zawierają rzadko mniej niż 0,3 mg/l, dochodząc do 1,6 mg/l (Rosenau, dane amerykańskie).

Według Thresh'a (Anglja) ilość azotanów nie powinna przekraczać 30 mg/l. Woda jest rzadko dyskwalifikowana z tego powodu, że zawiera nad-

\*) Poszczególni autorowie podają różne normy dla kwasu azotowego: Nadolski — 5—12 mg/l, Serkowski — 30 mg/l, Klut — 30 mg/l, Thiem — 15 mg/l.



miar azotanów, lecz wielu przyzwyczało się odzierać wodę nawet przy mniejszych ilościach azotanów. Wydając opinię o wodzie, trzeba brać pod uwagę ilość azotanów, gdyż zasadą jest, że im więcej azotanów, tem niebezpieczniejsze jest źródło wody.

#### Kwas azotawy ( $N_2O_3$ ).

Obecny w wodzie kwas azotawy powstaje przez redukcję kwasu azotowego lub niedostateczne utlenienie amonjaku. Powstawanie  $N_2O_3$  w wodzie może być biologicznego lub chemicznego pochodzenia. Dzięki czynnościom pewnych bakterij azotowych, szczególnie w gruncie, powstają azotyny wskutek utleniania organicznych związków zawierających azot. Pozatem są pewnego rodzaju bakterje, które posiadają zdolność redukowania azotanów na azotyny, do nich należą z najbardziej nam znanych: *Vibrio Cholerae*, *Bacterium Coli Commune* i *Bacillus Typhi*. Redukcja ta odbywa się także pod wpływem światła słonecznego.

W wodach żelazistych lub manganistych, które w ciągu dłuższego czasu pozostawały w przewodzie, znajdują się często azotyny, powstałe ze związków azotowych wskutek katalitycznego działania w obecności znajdującego się w wodzie żelaza lub manganu.

Wody, zawierające  $CO_2$  i azotany, po przebyciu w ciągu dłuższego czasu w rurach cynkowych, posiadają zdolność częściowego redukowania azotanów na azotyny.

Wody, zawierające azotyny, barwią w czasie gotowania mięso wołowe na czerwono, wskutek czego jednak nie staje się ono niejadalne; nawet ilości  $N_2O_3$  poniżej 1 mg/l wody są powodem tego zabarwienia.

Azotyny nawet w minimalnych ilościach czynią wodę podejrzaną. Obecność ich wskazuje, że w wodzie zachodzą zmiany chemiczne, naogół wywołane przez wczesne zanieczyszczenie azotowemi ciałami organicznemi wraz z bakterjami.

Jeżeli azotyny nie są pochodzenia chemicznego (woda z bardzo głębokich studzien), dopuszczalne są tylko ich ślady, zgodnie z opinią wielu autorów.

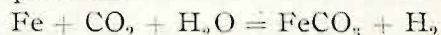
#### Amonjak wolny i organiczny i związki amonowe.

Obecne w wodzie związki amonjakalne są wynikiem procesów redukcyjnych, bądź fizyczno-chemicznych, bądź też powstałych pod wpływem drobnoustrojów. W pierwszym przypadku obec-

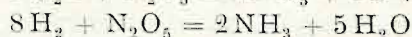
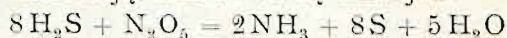
ność  $NH_3$  (oczywiście w odpowiedniej ilości) nie posiada znaczenia pod względem zdrowotnym.

Bardzo często w żelazistej wodzie gruntowej znajduje się  $NH_3$ , który jest produktem następującego procesu: zawarty w wodzie  $CO_2$  pod działaniem ciśnienia warstw ziemi zamienia obecny w niej siarczek żelaza na kwaśny węglan żelaza:  $2CO_2 + FeS_2 + 2H_2O = Fe(HCO_3)_2 + S + H_2S$

Obok siarczku żelaza znajduje się jeszcze elementarne żelazo i wtedy powstaje wodór (H), jako uboczny produkt:



$H_2S$  i  $H_2$  są (zwłaszcza in statu nascendi) środkami silnie redukującymi, które z azotanów i azotynów zabierają tlen i tworzą amonjak:



Powstający  $NH_3$  łączy się z wolnym  $CO_2$  i tworzy węglan amonu, rozpuszczalny w wodzie.

Przy odżelazianiu wody znika prawie zupełnie amonjak.

Często także zdarza się, iż wody gruntowe posiadają dużą ilość związków amonowych dzięki temu, iż pochodzą one z pokładów, zawierających ciała humusowe, lub z mokradeł i bagien; wody te odznaczają się mniej lub więcej żółtą barwą, bagiennym smakiem i bardzo często reagują kwaśno (amonjak powstaje na drodze redukcji). Ciała humusowe, obfite w związki węglowe, łączą się łatwo z tlenem, tworząc tlenek węgla, jako końcowy produkt utlenienia. Jeżeli tlenu w ziemi niema, ciała te odciągają go z azotanów i azotynów, rozpuszczonych w wodzie, wskutek czego powstaje amonjak, jako produkt redukcji azotanów i azotynów. Redukcja odbywa się do tego stopnia, że nawet siarczany zostają zredukowane na siarczyny. Właśnie to jest przyczyną zapachu, jaki odczuwa się przy wodach bagiennych.

Dwutlenek węgla, powstały z mineralizacji części humusowych, tworzy z żelazem, zawartem w ziemi, węglan żelaza, który jest rozpuszczalny w wodzie, mającej  $CO_2$ ; dlatego bardzo często znajdujemy w wodach bagiennych żelazo rozpuszczone w postaci: a) kwaśnego węglanu żelaza, b) w organicznych związkach.

Zazwyczaj w czystej wodzie do picia nie powinno być amonjaku, lub mogą być tylko jego ślady. Jeżeli woda, zawierająca amonjak, nie pochodzi z gruntów bagiennych, wtedy obecność w niej związków amonowych, zwłaszcza gdy ich jest więcej, niż w postaci śladów, jest niekorzystną



oznaką, że pochodzą one z gnicia organicznych substancji azotowych, albo są produktami przemiany drobnoustrojów; taka woda jest prawdopodobnie zanieczyszczona przez wydaliny ludzkie lub zwierzęce i wskutek tego pod względem zdrowotnym nasuwa podejrzenie. Według Ohmüllera i Spitta żelaziste głębokie wody gruntowe mogą posiadać amonjak pochodzenia chemicznego w ilości, nawet przewyższającej 1 mg w litrze wody. (Redukcja azotanów przez związki żelaza w warstwach gruntu, które woda przechodzi, lub przez rury żelazne w studni).

Jako zasada, wolny amonjak nie powinien przekraczać 0,1 mg/l wody, ta ilość nawet jest uważana za nadmierną, jeśli w wodzie znajduje się także amonjak białkowy (wskaźnik organicznego zanieczyszczenia pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego). Ilość amonjaku białkowego nie powinna zazwyczaj przekraczać 0,1 mg/l (wody błotniste 0,3).

Przeciętna ilość wolnego amonjaku (dane angielskie):

woda deszczowa (wieś)	— 0,3 mg/l
„ „ (miasto)	— 2,0 „
wody górskie	— nic do 0,05 mg/l
woda rzeczna	— do 0,1 mg/l
płytkie studnie	— bardzo zmienne wyniki
głębokie studnie i źródła	— nic lub bardzo małe ilości (z wyjątkiem rzadkich przypadków).

(Dokończenie nastąpi).

Inż. ZDZISŁAW WARSZAWSKI.

## Podstawy ekonomiczne i praktyczne przesyłania gazu koksowego na dalsze odległości w Polsce \*).

(Dokończenie).

### 4) Koszta własne przesyłania gazu.

Zajmiemy się z kolei transportem gazu na odległość. Zagadnienie, które się tu nasręcza, jest dość skomplikowane. Chodzi o to, aby w określonych warunkach odbioru gazu na pewną odległość wyznaczyć najekonomiczniejszą wielkość średnicy rurociągu oraz najekonomiczniejszy stosunek sprężenia. Ponadto trzeba się będzie zastanowić nad ogólnymi kosztami przesyłania, które obejmują zarówno koszt ruchu, jak i koszt kapi-

tału. Postaramy się rozwiązać to zagadnienie możliwie dokładnie, nie oglądając się na szereg istniejących dotychczas metod, mniej lub więcej empirycznych.

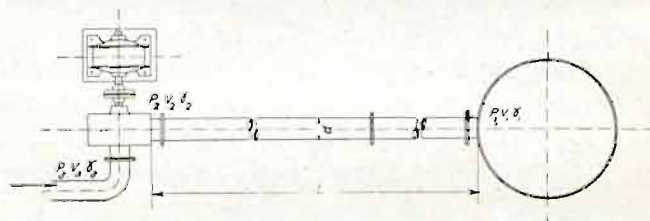
W tym celu sformułujemy nasze zagadnienie jak następuje: wyznaczyć średnicę rurociągu  $d$  [mm], stosunek sprężenia  $\frac{p_2}{p_1}$  oraz koszt przy najekonomiczniejszym przesyłaniu normalnej ilości  $V_0 \left[ \frac{\text{mm}^3}{\text{godz}} \right]$  (zredukowanych do 0<sup>o</sup>,760 mm Hg) gazu o ciężarze właściwym  $\gamma_0$  [kg mm<sup>3</sup>] na odległość  $L$  [m].

Wprowadzona do obliczenia normalna ilość  $V_0 \left[ \frac{\text{mm}^3}{\text{godz}} \right]$  jest tą ilością gazu, która na wzór uporządkowanej charakterystyki obciążeń elektrowni najdłużej w ciągu roku występuje. Zakładając, że najdokładniejszy ze znanych wzorów na stratę ciśnienia w rurach zwykłych — wzór Fritzsche'go <sup>10)</sup>:

$$\Delta h = 6,02 \frac{\gamma^{0,852} \cdot v^{1,852}}{d^{1,259}} \cdot L \dots (1)$$

gdzie

spadek ciśnienia	— $\Delta h$ wyrażamy w mm słupa wodnego,
ciężar właściwy	— $\gamma$ w kg/m <sup>3</sup>
szybkość	— $v$ w m/sek
średnicę wewn. rury	— $d$ w mm
odległość	— $L$ w m



Rys. 1.

pozostaje słuszny na całej długości rozpatrywanego rurociągu (rys. 1), przekształcimy go tak, aby przejść do parametrów gazu w stanie normalnym: Otóż z zależności:

$$v = \frac{V \cdot 1\,000\,000}{3\,600 \cdot \pi d^2}; \quad V = V_0 \frac{T}{273} \frac{p}{p_0}; \quad \gamma = \gamma_0 \frac{273}{T} \frac{p}{p_0}$$

wynika, po przejściu od strat ciśnienia  $\Delta h$  w mm słupa wodnego do strat ciśnienia  $\Delta p$  w mm rtęci, iż dla elementarnego odcinka  $dL$  rurociągu:

\* ) Przedruk ze „Sprawozdań i prac Polskiego Komitetu Energetycznego”, IV, Nr. 4 (1930).

<sup>10)</sup> Fritzsche: Untersuchungen über den Strömungswiderstand der Gase in geraden zylindrischen Rohrleitungen, Forschungsarbeit 60.



$$d\rho = 64675 \frac{T}{\rho} \gamma_0^{0.852} \cdot \frac{V_0^{1.852}}{d^{4.973}} dL \dots (2)$$

Przyjmując na miejsce  $T$  średnią temperaturę  $T_{sr}$ , gazu w rurociągu, możemy scalkować powyższy wzór i uzyskujemy:

$$\frac{\rho_2^2}{2} = 64675 \gamma_0^{0.852} \cdot \frac{V_0^{1.852}}{d^{4.973}} T_{sr} L + \frac{\rho_1^2}{2} \dots (3)$$

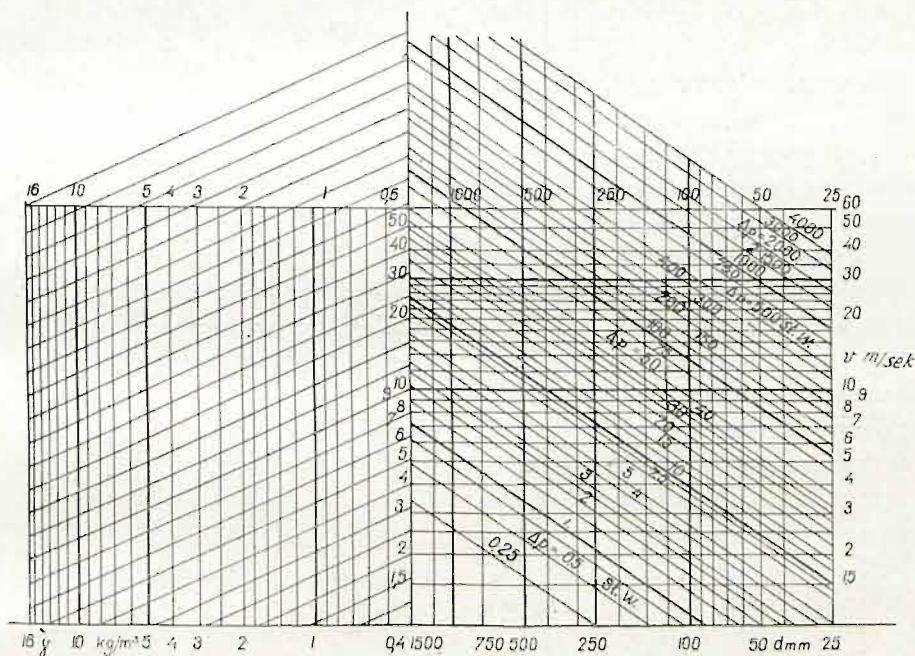
lub

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \sqrt{129350 \gamma_0^{0.852} \cdot \frac{V_0^{1.852}}{\rho_1^2} T_{sr} \frac{L}{d^{4.973}} + 1} \dots (4)$$

Wzór powyższy, będący uogólnieniem wzoru Fritzsche'go dla długich przewodów, wymaga pewnych wyjaśnień.

Otóż przede wszystkim, podobnie jak i wzór Fritzsche'go, nie uwzględnia on geometrycznych różnic wysokości krańcowych punktów rurociągu.

ciągów. We wzorze (4) występuje w liczniku ilość normalna  $V_0$  w potęgze o wykładniku 1.852, gdy jednocześnie w mianowniku mamy średnicę  $d$  w potęgze 4.973. Widać stąd, iż w miarę wzrastania średnic rur stosunek sprężenia  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ , a co za tem idzie, przy  $\rho_1 = \text{const.}$ , i strata ciśnienia szybko spada. Innymi słowy, duże rurociągi są o wiele bardziej przeciążalne bez nadmiernych strat ciśnienia, niż małe. Wyciągnąć trzeba stąd zkolei wniosek, iż przy budowie rurociągów przesyłowych należy przewidzieć zgóry wszelkie rozgałęzienia ze znacznie większą rezerwą, niż rurociąg główny. Wspomniana wyżej własność rurociągów występuje również bardzo poglądowo w zasadniczym wzorze Fritzsche'go (1), którego nomogram (rys. 2) oraz ogólne omówienie podane zostały przez autora



Rys. 2. Straty ciśnienia w rurociągach.

Przy gazach o ciężarze właściwym, różniącym się znacznie od ciężaru właściwego powietrza, otrzymamy tu, zależnie od kierunku pochylenia rurociągu, dodatkowy wypór, dodatni lub ujemny. Jakkolwiek gaz koksowy ma właśnie ciężar właściwy grubo mniejszy od ciężaru właściwego powietrza, to jednak normalnie nie uwzględniamy w naszych warunkach terenowych żadnych różnic poziomów, pamiętając wszakże, że w szczególnych wypadkach nie można tych wartości pominąć. Druga uwaga, która się nasręcza, dotyczy różnic w spadkach ciśnienia dla małych i dużych ru-

gdzie indziej<sup>11)</sup> Przechodząc do wyznaczenia najekonomiczniejszej średnicy rurociągu, musimy uwzględnić, iż koszt ogólny transportu gazu jest obciążony z jednej strony kosztami kapitału rurociągu oraz stacji sprężarek (tłokowych czy wirnikowych), z drugiej zaś strony dochodzą tu koszty ruchu, wynikłe z konieczności sprężania gazu z ciśnienia  $\rho_1$  na ciśnienie  $\rho_2$ , o ile założymy, że ciśnienie gazu w koksowni niewiele się różni od ciśnienia w gazometrze (zbiorniku gazu), t. j.  $\rho_3 \approx \rho_1$ .

<sup>11)</sup> St. u. E., 40 (1929), str. 1460—61.



Jest rzeczą jasną, iż w tych warunkach powinna się dać wyznaczyć najekonomiczniejszą średnicę rurociągu, gdyż oba wyżej wzmiankowane czynniki stoją w odwrotnym stosunku do siebie: większym średnicom, a więc większym kosztom kapi-

gdzie  $\frac{p_2}{p_1}$  jest związane wzorem (4) z średnicą  $d$  rurociągu. Podstawiając tę wartość i przyrównując pierwszą pochodną dwumianu do zera, znajdujemy ostateczny wzór na najekonomiczniejszą średnicę:

$$d_e = \sqrt[4.973]{\frac{12 \cdot 935 \cdot \gamma_0^{0.852} \cdot V_0^{1.852} \cdot T_{sr}}{\alpha \cdot b \cdot p_1^2} \left( \frac{c \cdot T_{sr} \cdot V_0}{38 \cdot 985 \cdot \eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.}} - \alpha \cdot b \cdot L \cdot 10^4 \right)} \quad [mm] \quad (6)$$

tału, odpowiadają mniejsze straty ciśnień, a więc mniejsze koszty ruchu i naodwrot.

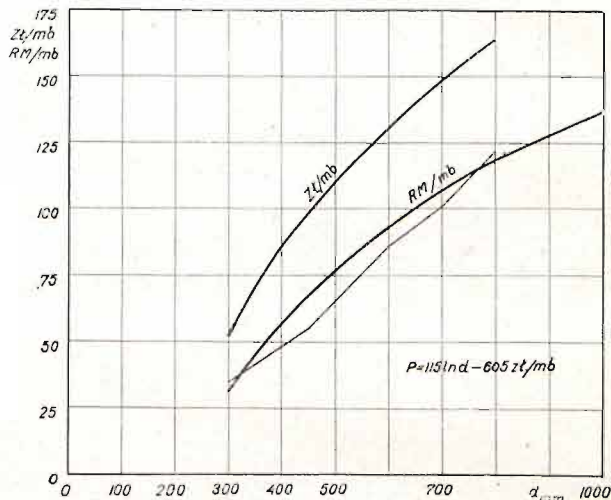
Otóż, wprowadzając cenę prądu  $c$  gr/kWh, izotermiczny współczynnik pracy kompresora  $\eta_{iz.}$  oraz  $\eta_{siln.}$  — silnika napędowego, dojdziemy łatwo do wniosku, że koszty ruchu na godzinę wynoszą normalnie:

$$\begin{aligned} & \frac{C}{\eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.}} \frac{0.136}{367\,000} p_1 V_1 \ln \frac{p_2}{p_1} \left[ \frac{Zł}{godz} \right] = \\ & = \frac{C}{\eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.}} \frac{2}{19\,387} V_0 \cdot T_{sr} \ln \frac{p_2}{p_1} \left[ \frac{Zł}{godz} \right] \end{aligned}$$

Przechodząc do kosztów kapitału, musimy zauważyć, że większe rury są stosunkowo tańsze niż mniejsze, oraz że cały szereg kosztów, jak stacja sprężarek, kładzenie rurociągu, sieć kontrolna telefoniczna i aparatura, również nie wzrasta bynajmniej proporcjonalnie do średnicy  $d$  rurociągu. Zastrzegając się tedy, iż ustalenie cen metra bieżącego rurociągu jest rzeczą niełatwą, o której najdokładniejsze dane posiadają przedsiębiorstwa, zajmujące się właśnie przesyłaniem gazu na odległość, nie odbiegniemy istotnie od rzeczywistych warunków, jeżeli te koszty metra bieżącego przyjmujemy w postaci wzoru  $a + b \ln d$  (Zł/m b.), gdzie  $a$  i  $b$  oznaczają pewne stałe, zależne od rozpatrywanego obszaru. Jest rzeczą jasną, że w ten sposób zastępujemy istotną krzywą cen przez krzywą logarytmiczną. Czy i w jakich granicach jest to możliwe, decydują warunki konkretne. W każdym razie błąd wynikły z tego powodu nie będzie grał poważnej roli, jak to można sprawdzić na krzywej cen rurociągów niemieckich (rys. 3). Jeśli ogólne koszty kapitału wynoszą rocznie w obecnych warunkach 8760  $\alpha$ , to przy 8760 godzinach w roku koszt kapitału naszego rurociągu wyniesie na godzinę  $\alpha(a + b \ln d)$  [Zł/godz].

W ten sposób sprowadziliśmy zagadnienie wyznaczenia najekonomiczniejszej średnicy  $d_e$  do znalezienia minimum kosztów ogólnych pod postacią dwumianu:

$$\frac{C}{\eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.}} \frac{2}{19\,387} V_0 \cdot T_{sr} \ln \frac{p_2}{p_1} + \alpha(a + b \ln d) \cdot L \quad (5)$$



Rys. 3. Ceny rurociągów w Polsce i w Niemczech.

Podstawiając z kolei tę wartość we wzór (4), znajdziemy jednocześnie najekonomiczniejszy stosunek sprężenia:

$$\frac{p_2}{p_1} = \sqrt[1]{\frac{1}{38 \cdot 985 \cdot \eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.} \cdot \alpha \cdot L \cdot b \cdot 10^4 - 1} + 1}$$

Wreszcie koszty ogólne przesyłania 1 m<sup>3</sup> gazu obliczymy, zastępując we wzorze (5) wartości  $\frac{p_2}{p_1}$  i  $d$  przez wartości ze wzorów (6) i (7) i dzieląc wynik przez  $V_0$ .

Chcąc poglądowo przedstawić osiągnięte wyniki, wzięto pod uwagę wypadek konkretny gazu o ciężarze właściwym  $\gamma_0 = 0.6$  i o średniej temperaturze  $T_{sr} = 273 + 40 = 313$ , który rurociągiem o kosztach zakładowych  $605 + 115 \ln d$  [Zł/m b.] ma być na odległość  $L$  przesłany do gazometru o nadciśnieniu 250 mm słupa wodnego. Jeżeli w rozpatrywanej miejscowości ciśnienie atmosferyczne wynosi 742 mm sł. rtęci, to  $p_1 = 742 + 18.4 = 760.4$  mm sł. rtęci. Niech ponadto  $\eta_{iz.} \cdot \eta_{siln.} = 0.55$ , cena prądu  $c = 5$  gr/kWh oraz przy 20% kosztów kapitału

$$\alpha = \frac{1}{43\,800}$$



Wówczas wzór (6) przybierze postać:

$$d_c = \sqrt[4.973]{125.95 \cdot V_0^{2.852} - 45.314 \cdot V_0^{1.852} \cdot L}$$

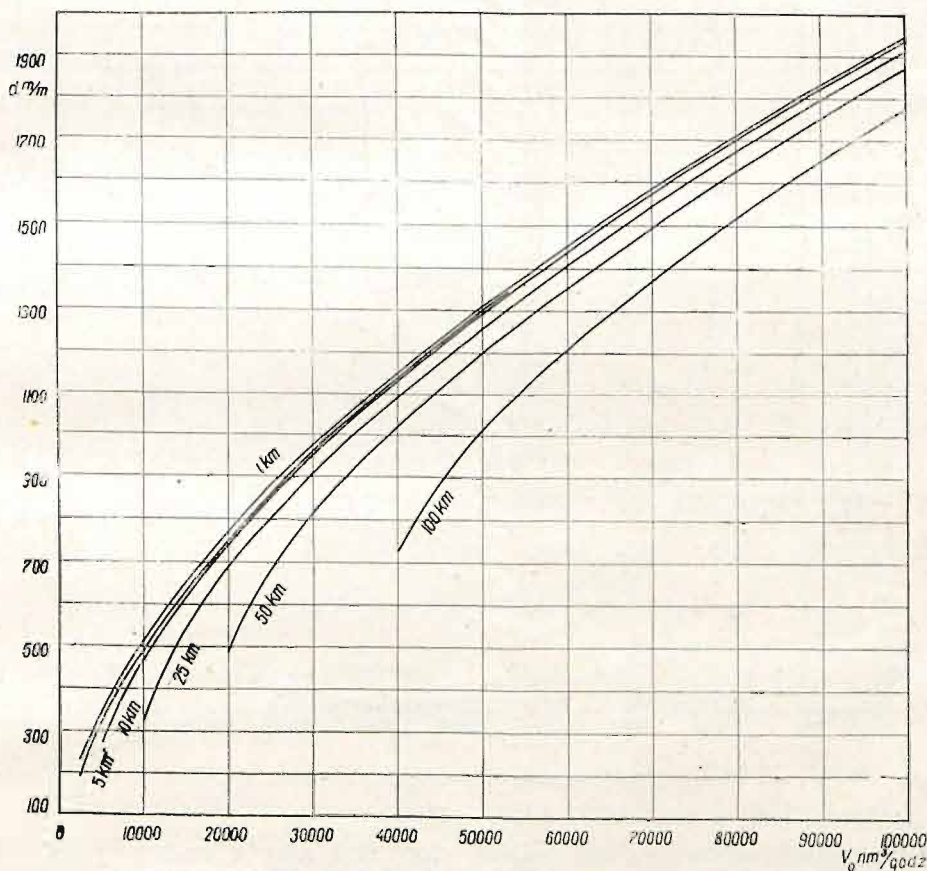
której na rys. 4 odpowiada pęk krzywych, wyznaczonych dla określonych wartości  $L$ . Jak widać z wykresu, przy większych odległościach należy stosować mniejsze średnice dla tej samej ilości gazu i naodwrot. Podobnie wzorowi (7) po podstawieniu:

$$\frac{p_2}{p_1} = \sqrt[2.78]{\frac{1}{L} \frac{V_0}{L} + 1}$$

odpowiada rys. 5, z którego również wynika, że przy większych odległościach ekonomiczne są duże

przy średnim ciśnieniu 2 atm nadciśnienia, zawiera 115.000 nm<sup>3</sup> gazu. Wreszcie z wykresów tych dochodzimy do najważniejszej dla nas wielkości kosztów ogólnych przesyłania 1 nm<sup>3</sup> gazu w granicach 0.5 gr/nm<sup>3</sup> - 3.5 gr/nm<sup>3</sup> (rys. 6) i więcej przy źle wykorzystanych rurociągach.

Jakkolwiek obliczenia powyższe upraszczały zasadniczo całe zagadnienie, biorąc pod uwagę tylko jeden główny rurociąg - bez sieci rozgałęzień, która przecież zawsze wchodzi w rachubę, to jednak otrzymane wartości dają już nam pojęcie o osiągalnych wynikach pieniężnych. Wypada zatem z kolei zająć się kosztem gazometru, który normalnie winien się znajdować u każdego



Rys. 4. Ekonomiczne średnice rur przesyłowych w zależności od odległości i przepływu.

stosunki sprężenia, a więc mniejsze średnice. Okoliczność ta jest o tyle ważna, iż przy przesyłaniu gazu na większą odległość sama sieć przesyłowa gra poniekąd rolę zbiornika gazu; im mniejsza przeto jest średnica rurociągu, tem mniejsze są możliwości akumulowania gazu, jakkolwiek z drugiej strony wzrastające ciśnienie  $p_2$  przeciwdziała temu niepożądanemu zjawisku. Dla orientacji zaznaczamy, że 100 km rurociągu o średnicy 700 mm,

odbiorcy, kładącego nacisk na możliwość akumulowania gazu i wyrównywania jego ciśnienia.

##### 5) Koszta zbiornika gazu.

Zbiorniki te są dwójakiego typu. U odbiorców przemysłowych przeważa obecnie tendencja do pracy na t. zw. wysokich ciśnieniach gazu, t. j. ciśnieniach > 1000 mm słupa wodnego. Pochodzi to stąd, że można wówczas:



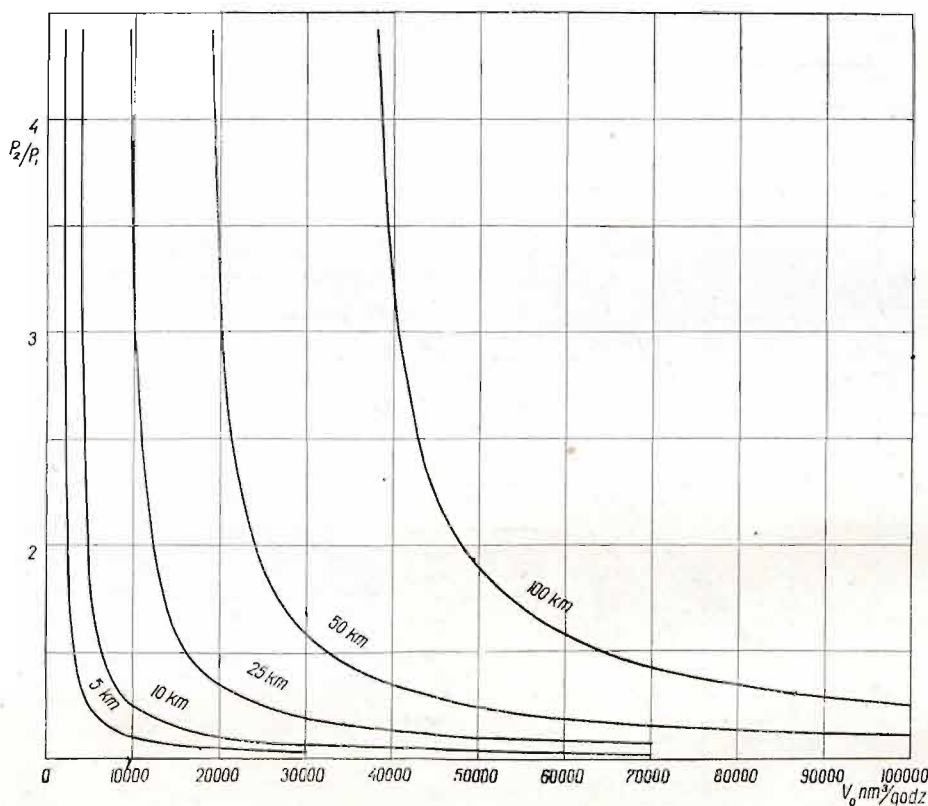
1) zastosować prostszy typ palników, zasysających samoczynnie potrzebne powietrze do spalania, a więc obyć się bez sieci wentylatorów powietrznych, oraz

2) uzyskać mniejsze i tańsze przewody gazowe;

3) obniżyć kosztu ruchu zbiornika.

Jednocześnie gazometr, znajdujący się pod ciśnieniem, pozwala akumulować większe ilości gazu, jakkolwiek z drugiej strony kosztu sprężania odpowiednio muszą wzrastać. W każdym razie granica obecnie wykonywanych zbiorników wysokoprężnych leży przy 10.000 m<sup>3</sup> i 7 atm abs.<sup>12)</sup>

mysłowych, należy używać większych i droższych rurociągów oraz stosować sieć wentylatorów powietrznych. Wprowadzając średnią arytmetyczną V nm<sup>3</sup>/dzień w ciągu roku przesyłanych dziennych ilości gazu, możemy wyrazić objętość zbiornika gazu w % tej objętości. Wówczas, biorąc pod uwagę niemieckie ceny zbiorników, otrzymujemy, zależnie od wielkości zbiornika, 3 krzywe kosztów kapitału (rys. 7), obliczone w stosunku 20% rocznie. Ponieważ poleca się brać zbiorniki, odpowiadające przynajmniej 50% maksymalnej ilości dziennej, widać, iż same koszty kapitału wynoszą dla zbiornika gazu około 0,5–0,6 gr/nm<sup>3</sup>. Do tego



Rys. 5. Najekonomiczniejsze stosunki sprężenia  $p_2/p_1$ .

Z drugiej strony, miasta używają gazu niskoprężnego, stosując, jak wiadomo, w sieci miejskiej ciśnienie 30–50 mm słupa wodnego. Używane tu gazometry niskoprężne są dziś typu teleskopowego lub tarczowego, kosztują jednak po przeliczeniu na metry normalne to samo prawie, co gazometry wysokoprężne. Co do ich objętości, granice są olbrzymie (300.000 m<sup>3</sup> i więcej), w razie jednak zastosowania gazu niskoprężnego do palenisk prze-

dochodzą kosztu ruchu w zbiornikach niskoprężnych, polegające np. w gazometrach suchych tarczowych na pompowaniu smoły uszczelniającej lub na podgrzewaniu wody zimą w gazometrach teleskopowych. Jako bardzo małe w stosunku do innych kosztów, pominiemy je jednak w naszych wyliczeniach, poprzestając na osiągniętych dotychczas wynikach.

Resumując je, możemy stwierdzić, iż cena ogólna 1 nm<sup>3</sup> gazu — bez żadnych dodatkowych zysków dla koksowni czy też innych pośredni-

<sup>12)</sup> V. D. I., 16 (1929), str. 522.



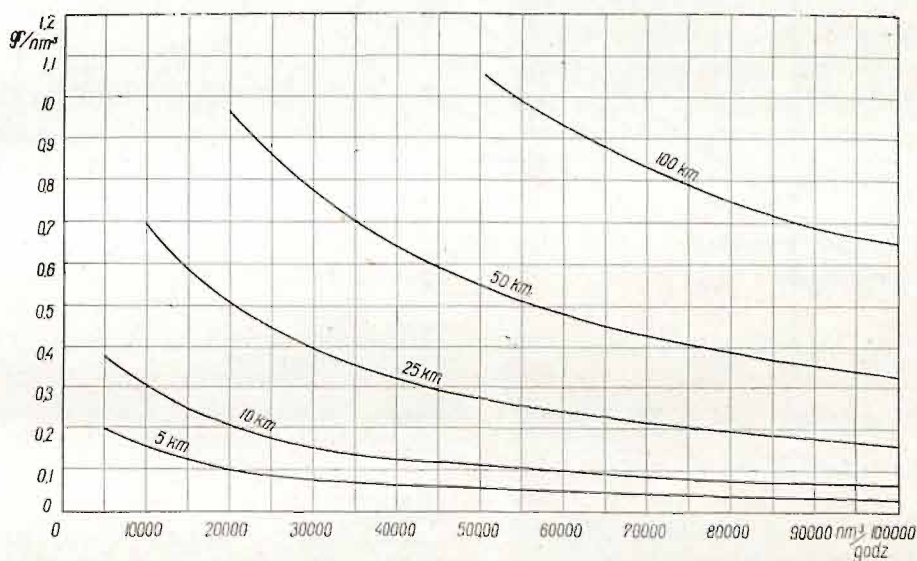
ków — składając się z ceny zaliczeniowej gazu na koksowni, kosztów własnych przesyłania i kosztów gazometru, wyniesie ogółem  $2.06 \div 5.43$  gr/nm<sup>3</sup>.

Nasuwa się wobec tego pytanie, co mogą za ten gaz zapłacić odbiorcy.

#### 6) Wartość gazu u odbiorców.

Rozróżnić tu trzeba dwa zasadnicze wypadki, zależnie od tego, czy gaz służy do ogrzewania palenisk w przedsiębiorstwach przemysłowych, czy też oddany jest na użytek prywatny ludności miejskiej. Drobne przedsiębiorstwa przemysłowe będą różnie sobie kalkulowały cenę gazu, zależnie od celu, do którego będzie użyty. W piecykach mniejszych wymiarów dla przemysłu przetwórczego lub

żniczych, pieców do wyżarzania, pieców Siemens-Martin'a i t. d. — konkurentem istotnym i równowartościowym dla gazu koksowego jest gaz generatorowy. Przy drobnych sortymentach węgla (groszek II) w cenie 20—27 Zł/t loco przedsiębiorstwo, można przyjąć w racjonalnie prowadzonych generatorach kosztą przegazowania w wysokości 10—12 Zł/t. Wobec powyższego, przy ok. 3.5 nm<sup>3</sup> gazu/kg węgla, wyniosą kosztą 1 nm<sup>3</sup> gazu generatorowego o dolnej wartości opalowej około 1.400 Kal/nm<sup>3</sup> przy piecu około 0.86—1.13 gr/nm<sup>3</sup>. Liczby te odpowiadają wartości 0.615—0.796 gr za 1000 Kal loco piec, tak, iż gaz koksowy o dolnej wartości opalowej 3.900 byłby wart w tym wypadku 2.4—3.1 gr/nm<sup>3</sup>, a więc wyniósłby mało co



Rys. 6. Koszt przesyłania gazu na odległość.

dla celów obróbki termicznej gaz posiada tak cenne zalety, jak: łatwość regulacji, możliwość dowolnego rozkładu temperatur, osiąganie wysokich temperatur bez skomplikowanych urządzeń. Ponieważ zaś w tym wypadku cena paliwa gra wobec ceny materiału rolę podrzędną, odbiorcy więc chętnie zapłacą ceny wyżej wyliczone i więcej. Podobnie w miastach, przy przeciążeniu istniejących gazowni i przy obecnych cenach gazu świetlnego w Polsce, które normalnie wahają się między 18 a 20 gr/nm<sup>3</sup> loco gazometr, opłaca się oddawanie gazu koksowego, mimo, iż ze względów higienicznych gaz ten musi być dodatkowo oczyszczony zapomocą rud darniowych od siarki i połączeń cjanowych.

Inne stosunki panują w ciężkim przemyśle, jak huty żelazne, szklane, cegielnie i t. d. Przy ogrzewaniu wielkich pieców walcowniczych, ku-

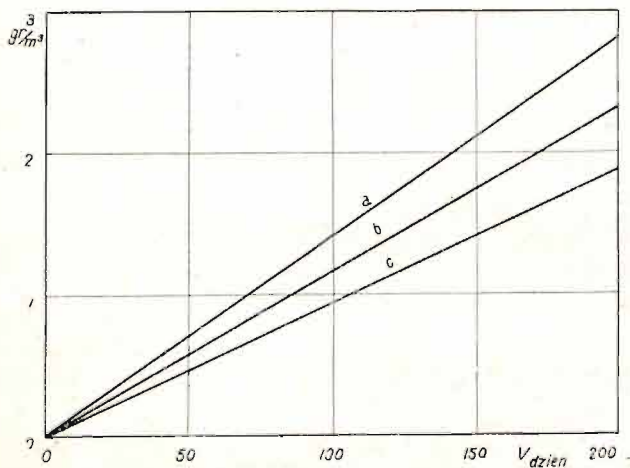
więcej, niż stanowią razem, bez żadnych zysków, najniższe ogólne koszty własne gazu, przesyłanego na odległość. Widać stąd, że w wielkich, dobrze prowadzonych przedsiębiorstwach, przy istniejącym stanie rzeczy, gaz może liczyć tylko w specjalnie korzystnych warunkach na poważny zbył. Twierdzenie to dotyczy również i przedsiębiorstw dotychczas źle prowadzonych, o ile dobrze nimi gospodarzyć, gdyż — zamiast lokować pieniądze w przebudowę fabryki na gaz — i tu ewentualnie racjonalniej będzie wybudować nowoczesną centralę generatorów gazowych.

#### 7) Możliwość przesyłania gazu na odległość w Polsce.

Dotychczasowe nasze rozważania pozwalają przystąpić do zbadania możliwości przesyłania gazu na odległość w Polsce.



Istniejące w Zagłębiu Śląskiem 9 koksowni, z których 4 są w hutach (luty: Bethlen—Falva, Huberta, Królewska, Pokoju), a pozostałe pięć na kopalniach (Czerwionka—Rybnik, Enma—Radlin, Gothard—Orzegów, Knurów—Rybnik, Wolfgang—Ruda), wytworzyły w roku 1927 ok. 1.400 milj. t koks, zużywając w tym celu 1.787 milj. t węgla. Ponieważ koksownie te ulegają dopiero stopniowej modernizacji, możemy założyć, że wydajność gazu koksowego wynosiła w nich średnio  $360 \text{ nm}^3/\text{t}$  węgla, dając w tymże roku  $642,5 \text{ milj. nm}^3$ . Zakładając dalej, iż zużycie własne gazu wynosiło przynajmniej 60% ogólnej ilości, dochodzimy do wniosku, iż rozporządzalna ilość gazu wyniosła

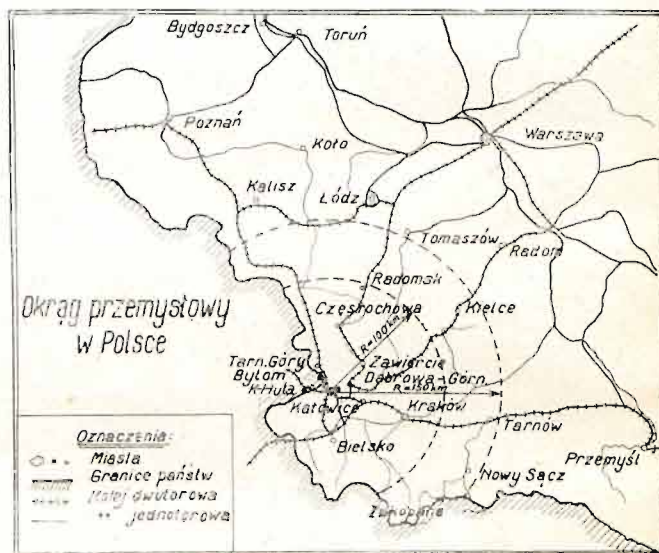


Rys. 7. Koszta kapitału zbiornika gazu.

rocznie  $257,0 \text{ milj. nm}^3$ <sup>13)</sup>, a rurociągi gazu ziemnego rozprowadziły  $454,14 \text{ milj. nm}^3$ <sup>13)</sup>. Nadmienić tu wypada również, iż rozporządzalny nadmiar gazu koksowego ulegnie dalszemu wydatnemu powiększeniu po zmodernizowaniu i rozbudowie koksowni (np. na hucie Bethlen—Falva, Królewskiej, na kopalni Knurów, Wolfgang) oraz po częściowym zastąpieniu na koksowniach hutn. gazu koksowego na użytek własny koksowni — przez gaz wielkopiecowy hut. W każdym razie środek ciężkości naszych koksowni znajduje się w okolicach Świętochłowic — Królewskiej Huty. Zataczając tedy z tego punktu koło o promieniu 100 km (rys. 8), zastanówmy się nad możliwościami zbytu gazu w powyższym obszarze, utworzonym przez wojew. Śląskie i częściowo przez województwa Łódzkie, Kieleckie i Krakowskie, oraz obejmującym okrągło  $20.000 \text{ km}^2$  przy  $3,18 \text{ milj. mieszkań-$

<sup>13)</sup> Konopka J.: Gazownictwo polskie i jego rozwój w świetle liczb i wykresów, 1928.

ców<sup>14)</sup>. Połać ta kraju jest, poza wielkimi miastami, obszarem najgęściej zaludnionym w całej Polsce; a że zalicza się ona ponadto do najbardziej uprzemysłowionych okręgów, warunki zbytu gazu są tam wyjątkowo korzystne, tak, iż bliższe ich rozpatrzenie będzie miarodajne i dla dalszych okolic. Otóż na powyższej przestrzeni znajduje się 15 gazowni (10 gazowni: Bielsko, Cieszyn, Wielkie Hajduki, Katowice, Królewska Huta, Mikołów, Mysłowice, Pszczyna, Rybnik, Tarnowskie Góry — w wojew. Śląskiem, 5 gazowni: Kraków, Maczki,



Rys. 8.

Oświęcim, Szczakowa, Żywiec — w woj. Krakowskim), które w roku 1927 wyprodukowały razem  $19,50 \text{ milj. nm}^3$ <sup>13)</sup> gazu. Zakładając, że zużycie gazu da się dla połowy obszaru o charakterze miejskim podnieść do dzisiejszej średniej normy niemieckiej  $51 \text{ nm}^3$  na 1 mieszkańca i rok, otrzymujemy możliwość zbytu maksymalnie jeszcze  $61,50 \text{ milj. nm}^3$  gazu rocznie, a więc ilość, która jest wprawdzie cenna dla przeciążonych gazowni, lecz mała w porównaniu z rozporządzalnymi  $257,0 \text{ milj. nm}^3$  gazu koksowego w tymże okresie czasu. Należy tu ponadto wziąć pod uwagę niekorzystną krzywą obciążenia miast i miasteczek i konieczność budowy wielkich zbiorników wyrównawczych, aby dojść do dwu ważnych wniosków. Po pierwsze, miasta czy gminy w promieniu 100 km same przez się nie wystarczają do zużycia nawet 25% rozporządzalnych mas gazu; powtóre: konieczność wyrównania niekorzystnych krzywych obciążeń

<sup>14)</sup> J. Wasowicz i A. Zierhoffer: Świat w cyfrach, Książnica Atlas.



wymagałaby przy tym rodzaju zużycia gazu budowy wielkich zbiorników, które znacznie podrażają kosztą przesyłania. Dlatego też koksownie mogą śmiało oddawać gaz miastom, zwłaszcza blisko leżącym, korzystając według możliwości z istniejącej już gazowni, pamiętać jednak winny zawsze o tem, że obciążenie to ma tylko znaczenie drugorzędne, gdyż w pierwszym rzędzie należy się starać o odbiorców przemysłowych. Nie znaczy to bynajmniej, aby gazownie miejskie nie miały kontaktu z przemysłem. Jak to pokazuje przykład centrali gazowej w Wielkich Hajdukach na Śląsku, która zasila gazem 5 wielkich zakładów przemysłowych, mamy już precedens tego rodzaju. Jest to jednak naogół wypadek rzadki, co jest oczywiste, jeśli wziąć pod uwagę wysokie ceny gazu naszych gazowni.

Konieczność oparcia się o odbiorców przemysłowych widzimy tak samo np. u niemieckiej A. G. f. Kohlenverwertung; w swych planach na przyszłość liczyła się ona z 80% - 90% zużycia gazu przez przemysł, zostawiając tylko 10 - 20% dla miast<sup>15)</sup>. Jeżeli wielkie to przedsiębiorstwo przemysłowe nie dopięło tego celu, to przyczyny należy szukać nie w braku gazu, lecz w braku chętnych odbiorców. Powściągliwość ta wielkich zakładów przemysłowych w korzystaniu z gazu, przesyłanego na odległość, jest dla nas i w naszych warunkach zupełnie zrozumiała, jeżeli sobie uprzytomnimy wyniki rozważań § 6. Tylko przy najkorzystniejszych warunkach, małych odległościach, dobrych krzywych obciążeń oplaca się wielkim zakładom korzystać z obcego gazu, i to tem bardziej, iż pobieranie tego gazu wymaga ponadto jednorazowych poważnych kosztów celem przebudowy palenisk, poprowadzenia rurociągów i t. d. W obliczu tych faktów jeszcze bardziej się uwidaczniają energetyczne zalety budowania koksowni na hucie, gdzie przesyłanie gazu na krótkie odległości jest zawsze ekonomicznie uzasadnione. Trudniejsze warunki mamy już przy współpracy poszczególnych koksowni na kopalniach z sąsiednimi hutami Zagłębia Śląskiego. W 1927 r. huty województwa Śląskiego zużyły na cele ruchu 954.218 tonn węgla<sup>16)</sup>, których równoważnik gazowy wyniósłby około 1.200 milj. m<sup>3</sup>. Wobec tego, że w tymże roku wszystkie koksownie rozporządzały tylko 257 milj. m<sup>3</sup>, można śmiało twierdzić, że

istnieje techniczna możliwość oddania tego gazu hutom. Aby pozostać jednak w ramach rentowności, musimy wyeliminować 3 dalsze koksownie (Czerwionka, Emma, Knurów), poprzestając tylko na ewentualnych połączeniach 6 pozostałych z najbliższymi hutami. Zaznaczamy nawiasem, że koksownie, nie mające blisko odpowiednich odbiorców, używają często gazu koksowego do produkcji syntetycznego amoniaku (np. Knurów); kwestja ta jednak wychodzi poza ramy niniejszej pracy i dlatego nie będziemy jej tu poruszali.

W ten sposób rozważania możliwości przesyłania gazu w Polsce w obecnych warunkach wykazują jasno, iż niema mowy o jakiejś centralnej gazyfikacji większego obszaru. Warunki rentowności pozwalają jedynie na współpracę koksowni z najbliższymi zakładami przemysłowymi Śląska, przyczem istnieje również możliwość sprzedaży drobnej części gazu istniejącym gazowniom województwa Śląskiego, umożliwiając tym ostatnim dalszą rozbudowę sieci bez znaczniejszych kosztów zakładowych.

#### 8) Strona techniczna przesyłania gazu na odległość.

Wypada wreszcie pobieżnie naszkicować zagadnienia konstrukcyjno-techniczne przy przesyłaniu gazu na odległość. Już na wstępie zaznaczyliśmy, iż jednym z najważniejszych czynników rozwoju przesyłania gazu na odległość były postępy techniki. W pierwszym rzędzie dotyczy to rurociągów, które definitywnie wyzbyły się starych połączeń mufowych z ich wielkimi stratami i są obecnie wykonywane tylko z rur ze stali zlewnej ( $R = 34 + 41 \text{ kg/mm}^2$ ,  $Q = 22 \text{ kg/mm}^2$ ;  $A > 25\%$ <sup>17)</sup>), przeważnie spawanych gazem wodno-czadowym; rury te, o długości 16 m, są spawane później acetylenem odcinkami po 100 m na miejscu montażu, poczem po spuszczeniu do wykopanego rowu następuje spawanie dłuższych przewodów między sobą. Starannie przeprowadzone próby ciśnienia oraz celowa konstrukcja złączeń, w których miejsce spawane jest dzięki wyobleniom (rys. 9) wolne od naprężeń ze strony osiowych sił zewnętrznych, pozwala już dziś budować rurociągi o długości 72 km przy ciśnieniu 70 atm<sup>18)</sup>.

<sup>15)</sup> St. u. E., 6 (1918), str. 162.

<sup>16)</sup> Sprawozdanie Związku Polskich Hut Żelaznych za rok 1928, str. 52.

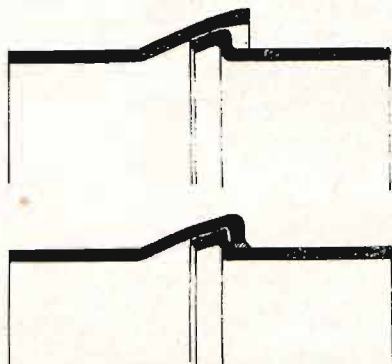
<sup>17)</sup> Gas- u. Wasserfach, 35 (1928), str. 847-852.

<sup>18)</sup> V. D. E., 16 (1929), str. 521.



Jednocześnie sieć dławnic czyni rurociąg dostatecznie elastycznym, aby nawet w trudnych terenach kopalnianych mógł się on poddawać ruchom podłoża. Specjalne otulenie chroni rury przed rdzą i prądami błędzącymi, a garnki wodne odprowadzają nagromadzone skropliny. Jednocześnie z rurociągiem kładzie się sieć kablową telefoniczną oraz przesyłową dla aparatów kontrolnych.

Sama istota przesyłania gazu na odległość jest już ściśle związana z czujną i niezawodną kontrolą ilości i jakości gazu. W tym celu wskazane jest już przy zawieraniu umowy omówić między obiema stronami sprawę pomiaru pobieranego gazu. Należy więc m. in. stale sprowadzać płynące ilości gazu do stanu suchego normalnego, mierząc — poza objętością gazu — jeszcze jego temperaturę, ciśnienie i ewentualnie wilgotność. Sam pomiar uskutecznia się zwykle w przewodzie



Rys. 9.

doprowadzającym przed gazometrem. W tym ostatnim tarcza dławiąca wypiera coraz bardziej mokre gazomierze, jakkolwiek zmienna liczba Reynoldsa wymaga specjalnych urządzeń przy ilościach gazu, mniejszych od 10% ilości maksymalnej<sup>19)</sup>. Dal- szym ważnym punktem umowy jest zachowanie określonej górnej wartości opałowej  $H_0$ , którą się zwykle wyznacza kalorymetrem Junkersa. Sam rurociąg jest stale kontrolowany zapomocą sieci ciśnieniomierzy z przekazaniem elektrycznym, po- zatem zaś gaz należy stale analizować, aby sprawd-zić, czy gwarantowane ilości zanieczyszczeń (smoły, amonjaku, siarki i t. d.) są zachowane.

#### Streszczenie.

Rzut oka na rozwój koksowni i gazowni uwydatnił doniosłość zagadnienia przesyłania gazu na odległość. W celu określenia rentowności podo-

bnych urządzeń w Polsce, zbadano pokolei kosztą najekonomiczniejszego transportu gazu, ujmując to zagadnienie matematycznie, oraz przeciwstawi- ono im osiągalne ceny u odbiorców wszelkiego rodzaju. Uzyskane w ten sposób dane liczbowe pozwoliły przy rozpatrywaniu warunków lokalnych ustalić tezę, iż: 1) nie może być obecnie mowy o gazyfikacji jakiegoś zamkniętego obszaru kraju, lecz że 2) nadmiar gazu koksowego może znaleźć rentowne zastosowanie jedynie w najbliższych hu- tach oraz w małych ilościach również w gazow- niach województwa Śląskiego. Rzut oka na stronę techniczną sprawy uzupełnił powyższe wyniki, oświetlając trudności i zagadnienia, które trzeba przezwyciężyć.

### Wrażenia z praktyki gazowniczej w Anglii.

W tym krótkim artykule chciałbym dać wy- raz nadzwyczaj dodatniemu wrażeniu, jakie od- nosiłem z pobytu wśród gazowników angielskich.

Latem r. 1929, dzięki PP. Dyrektorom M. Sei- fertowi i Cz. Swierczewskiemu, otrzymałem prak- tykę przy systemie Glover-West w gazowniach angielskich. Praktykę odbyłem w 2 gazowniach w Manchesterze: Droylsden i Bradford Road, zwiedziłem poza tem 4 wzorowo urządzone ga- zownie w Londynie, Bedford, Partington, Man- chesterze i Colwen-Bay. Właścicielem patentów systemu Glover-West jest światowa firma West's Gas Improvement Co Ltd.

System Glover-West jest jednym z przodują- cych w świecie; jego rozpowszechnienie we wszy- stkich prawie kulturalnych krajach i olbrzymi roz- wój firmy West's Gas Improvement w ciągu ostat- nich lat świadczy najlepiej o bezsprzecznych zale- tach. Do wspomnianej firmy zjeżdżają się na naukę szczegółów systemu studenci z całego świata, tak naprzykład w tym roku wśród 14 praktykantów spotkałem studentów z Francji, Niemiec i Nowej Zelandji.

Gazownictwo angielskie jest najstarsze w świe- cie i zajmuje jedno z pierwszych miejsc pod wzglę- dem rozwoju. Dzięki temu Anglja posiada znaczny zastęp fachowych inżynierów. Większość wyższych szkół technicznych posiada osobne gazownicze wy- działy, z których rok rocznie wychodzą inżynierzy gazownicy. Najlepiej postawione wydziały tego typu są w Leeds i Manchester, w tych też miastach przeważnie kształcą się angielscy gazownicy.

<sup>19)</sup> Arch. Eisenhüttenwes., 4 (1929), str. 267—276.



Warunki wykształcenia fachowego w Anglii zasadniczo się różnią od warunków polskich i — mam wrażenie — są zbliżone do amerykańskich. Uwydatnia się przewaga wykształcenia praktycznego i fachowego nad teoretycznym i ogólnie - naukowym. Studenci angielscy odbywają kilkoletnie często praktyki. Ten rodzaj wykształcenia jest faworyzowany w Anglii i Ameryce, gdyż studenci natychmiast po skończeniu studjów są całkowicie przygotowani do pracy fabrycznej. Dzięki tym warunkom, wytworzyły się w Manchesterze fachowe ośrodki gazownicze, które stoją na wysokim poziomie naukowym. Do jednego z takich ośrodków miałem szczęście trafić i chciałbym wyrazić swój podziw dla firmy West's Gas Improvement, która, dla ułatwienia warunków życiowych studentów praktykantów, utrzymuje specjalny pensjonat.

*Jerzy Malecki*

student Politechniki Warszawskiej.

## Recenzje.

**Gaz ziemny w Daszawie.** [M. Wieleżyński, *Przemysł naftowy*, 4, 595 (1929)]. Autor przechodzi kolejno historję Daszawy, której złoża gazowe odkryła firma »Simon«, wierząc tam w r. 1912 i 1913 za pokładami soli potasowych. Nie mogąc sobie dać



Wybuch gazu ziemnego na szybie »Władysław« w Daszawie.

rady z dowierconemi gazami, zrezygnowano z dalszych prac, a w r. 1916 wyciągnięto nawet rurowanie. W r. 1918 rozpoczęła »Gazolina« roboty na szybie »Piłsudczyk I« na terenach zakupionych przez »Syndykat Naftowy« i »Gazolinę«, osiągając z horyzontu 394 m pierwszą produkcję w ilości ok. 20 m<sup>3</sup>/min.



Widok mostu linowego dla gazociągu obok Rozwadowa.

Omówiwszy dalszy rozwój wierceń na tym terenie oraz budowę rurociągu do Drohobycza i Stryja, przechodzi autor do dokładnego opisu wykonania rurociągu do Lwowa, a mianowicie sposobu spawania, izolacji, przekraczania przez rzeki, wykonywania wykopów, prób szczelności i wytrzymałości i t. d.



Budowa pomostu dla przekroczenia rzeki Brodnicy.

Wkońcu podkreśla autor znaczenie ekonomiczne gazu ziemnego dla Lwowa i całego obszaru, przez który przechodzi rurociąg.

*J. Cz.*



## Wiadomości bieżące.

**Wykład o gazownictwie.** W dniu 25-go lutego odbył się w Państwowej Szkole Higjenu w Warszawie na kursie dokształcania inżynierów komunalnych wykład »O gazownictwie«, wygłoszony przez inż. J. Konopkę, dyrektora Związku Gospodarczego Gazowni i Zakładów Wodociągowych w Państwie Polskim. Wykład ten zostanie ogłoszony w czasopiśmie »Samorząd« oraz w »Wiadomościach Wystaw Ruchomych«.

**Gaz ziemny w Warszawie.** Gazownia warszawska, dążąc do ograniczenia swego zapotrzebowania na węgiel górnośląski przy równoczesnym wzroście produkcji gazu, postanowiła sprowadzać z zagłębia boryslawskiego skroplony metan, który będzie dostarczany w specjalnych cysternach. Gaz ten o wartości cieplnej 8,500 Kal będzie mieszany z gazem wodnym, wytwarzanym w starych piecach gazowni.

Gazownia warszawska spodziewa się zmniejszyć w ten sposób swe roczne zapotrzebowanie węgla, wynoszące dotychczas około 120,000 tonn, o kilka tysięcy wagonów.

**Uruchomienie pieców Glover-West w Gazowni warszawskiej.** Od dłuższego czasu wysuszane piece systemu Glover-West w Gazowni warszawskiej są już w takim stanie, że budująca je firma West Gas Improvement Co. Ltd. rozpoczęła ich nagrzewanie, a około 20 marca piece zostaną ostatecznie uruchomione.

**Budowa pieców komorowych Koppersa w Gazowni poznańskiej.** Gazownia poznańska buduje u siebie piece o komorach pionowych i ruchu ciągłym systemu Koppersa, takie same, jakimi posługuje się Gazownia krakowska. W budowie jest 8 pieców po 2 komory, t. j. 16 komór na łączną produkcję 68,000 m<sup>3</sup> gazu dziennie. Ogrzewanie tych pieców będzie się odbywać z centralnych generatorów już istniejących. Uruchomienie nowych pieców przewidziane jest w jesieni r. b.

**Uruchomienie czwartego pieca w Gazowni krakowskiej.** W dniu 20 stycznia r. b. uruchomiono w Gazowni krakowskiej czwarty piec o dwóch komorach pionowych i ruchu ciągłym systemu Koppersa, tak, że maksymalna produkcja całego bloku pieców Koppersa wynosi obecnie ok. 38,000 m<sup>3</sup> gazu dziennie. Nowy piec opalany jest począwszy od 13-go lutego gazem mocnym, może być jednak opalany również gazem generatorowym.

W związku z budową tego pieca zmontowano trzeci centralny generator, różniący się w swej kon-

strukcji od generatorów poprzednich, zwłaszcza szerszym płaszczem wodnym.

**Koncesja na budowę gazowni w Gdyni.** O koncesję tę ubiegają się dwie firmy: Polskie Towarzystwo Gazownicze i S. A. »Gazolina«.

**Budowa gazowni we Włocławku** — przy pomocy kapitałów amerykańskich — jest nowym sukcesem Polskiego Towarzystwa Gazowniczego, którego działalność, jak wiadomo, od pewnego czasu zamilkła. Zasługi przy doprowadzeniu tej sprawy do ostatecznego rezultatu położyli: prezes P. T. G. inż. Wł. Braunstein i dyr. inż. J. Konopka.

**X Kongres Acetyleny i Spawania**, oraz przemysłów pokrewnych odbędzie się w Zurychu w dniach 9 do 12 lipca 1930 r. Wobec ogromnego rozwoju tej gałęzi przemysłu od czasu ostatniego Kongresu, który odbył się w Brukseli w roku 1927, Kongres w Zurychu zapowiada się bardzo ciekawie, tem bardziej, że odbędzie się on w centrum przemysłu szwajcarskiego, co umożliwi uczestnikom zwiedzenie znanych z wysokiego poziomu i szerokiego zastosowania spawania wytwórni szwajcarskich w Zurychu, Winterthur, Baden i Oerlikon.

Stowarzyszenie dla Rozwoju spawania i Cięcia Metali w Polsce zaprasza wszystkich swoich członków oraz osoby interesujące się tym działem przemysłu do wzięcia udziału w Kongresie. Bliższych informacji udziela Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Warszawa, Mazowiecka 7.

**Rocznik VIII Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych**, który niedawno opuścił prasę drukarską, wyszedł w znacznie zwiększonym zakresie w celu uczczenia dziesięciolecia odzyskania niepodległości Polski. Rocznik ten zawiera obok obfitego materiału informacyjnego, monograficznego i statystycznego polskiego przemysłu metalowego, jeszcze szereg fachowych artykułów, poświęconych historii i znaczeniu poszczególnych działów tego przemysłu, opracowanych przez wybitnych specjalistów. Rocznik stanowi duży tom in 4 o i liczy ogółem 440 stron, w tem obficie ilustrowany dział monograficzny, charakteryzujący obrazowo wytwórczość metalowo-maszynową polską.

Dzięki starannemu opracowaniu i wszechstronności zawartego materiału, Rocznik VIII Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych jest niezbędnym źródłem dla każdego, kto pragnąłby zorientować się w stanie tej gałęzi polskiej wytwórczości.