

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Obecne teorie uszlachetniania stopów glin-krzem, nap. inż. W. Łoskiewicz, adjunkt Akademii Górniczej w Krakowie.

Rozwój Warszawy (dok.), nap. Inż. Z. Słomiński.

Wyznaczenie wpływu zbiorników retencyjnych na przepływ wielkich wód, nap. Inż. T. Zubrzycki.

Dezynfekcja wody (ciąg dalszy), nap. Inż. A. Szniolis.

Przegląd pism technicznych.

Bibliografia.

## SOMMAIRE:

Théories modernes de l'amélioration des alliages aluminium-silicium. L'influence de l'addition de sodium (à suivre), par M. W. Łoskiewicz, Ingénieur, Adjoint à l'Académie des Mines de Cracovie.

Le projet de l'aménagement et de l'extension de la ville de Varsovie (suite et fin), par M. Z. Słomiński, Ingénieur.

Détermination graphique de l'influence des bassins d'emmagasinage des eaux sur l'écoulement des eaux d'inondation, par M. T. Zubrzycki, Ingénieur.

Les méthodes récentes de la désinfection de l'eau potable (suite), par M. A. Szniolis, Ingénieur.

Revue documentaire.  
Bibliographie.

## Obecne teorie uszlachetniania stopów glin-krzem. (Alpaks – Silumin)

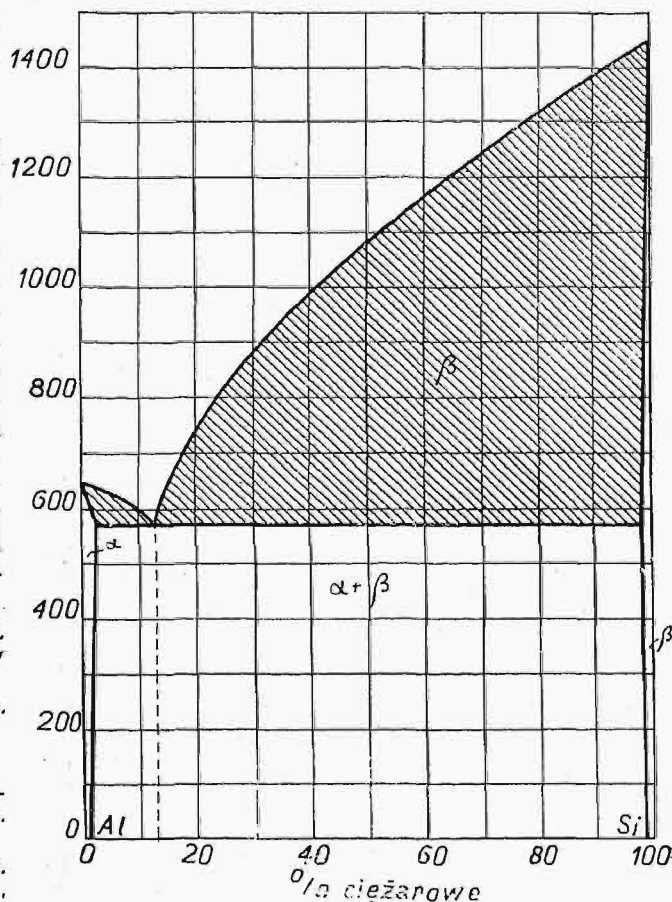
Napisał inż. W. Łoskiewicz, adjunkt Akademii Górniczej w Krakowie.

Stopy glinu z krzemem, które jeszcze przed paru laty (do r. 1921) nie miały żadnego zastosowania technicznego, obecnie wysuwają się na czoło lekkich stopów odlewniczych ze względu na wysokie właściwości mechaniczne, które uzyskują po pewnej obróbce specjalnej.

Znaczenie tych stopów podkreślają liczne prace ogłoszone w roku ubiegłym \*) i zajmujące się stroną teoretyczną ich obróbki, praktycznymi sposobami jej wykonania oraz wpływem dodatków innych metali.

Jak wiadomo obecnie, budowa tych stopów glinu i krzemu zależy od obróbki, jakiej się poddaje płynny stop przed odlewem. Pierwszym, który wskazał na tę obróbkę, był A. Pacz<sup>1)</sup>. Wykazał on, że dodatek przy odpowiedniej temperaturze pewnych topników (mieszaniny fluorków i chlorków metali alkalicznych — sodu) nadaje stopom tak obrobionym zupełnie zmienioną budowę, różniącą się w znacznym stopniu od budowy normalnych, nieobrobionych stopów. Edwards, Frary i Churchill<sup>2)</sup> zastosowali zamiast mieszaniny soli (jak w patencie Pacz'a), z których prawdopodob-

nie roztopiony glin redukuje sól metaliczny, bezpośrednio dodatek sodu. Zamiana ta pozwoliła sto-



Rys. 1. Układ glin-krzem podług Fraenkel'a.

\*) Bibliografia: R. S. Archer i L. W. Kempf. Trans. Amer. Inst. Min. Met. Engineers, Zesz. 1544 E, luty 1926.

Petit, Rev. de Met. 1926, № 7, 8, 418—431, 465—484.

B. Ôtani, J. Inst. Met., 1926, II, str. 243—267,

I. D. Grogen, J. Inst. Met. 1926, II, str. 269—281.

A. G. C. Gwyer i H. W. L. Philips (i D. Stockdale i J. Wilkinson) J. Inst. Met., 1926, II, str. 203—324.

G. Walter J. Inst. Met., 1926, II, 325—339.

Dyskusja nad referatami w J. Inst. Met. 1926, II, str. 341—358. Szereg artykułów i wskazówek w Z. f. Met., Génie Civil, V. D. L. i t. d.

<sup>1)</sup> A. Pacz, U. S. A. Patent № 1387900, zgłosz. w r. 1920, uzysk. w r. 1921.

<sup>2)</sup> Edwards, Frary i Churchill. U. S. A. Patent № 1410461, zgł. w 1920 r., uzysk. w 1922 r.

sować niższe temperatury działania, niż metoda solna.

Obecnie stosuje się również i wodorotlenek sodu.

W poniższej tabeli I zebrane są dane, dotyczące wyników różnych prób w tym kierunku, z po-

Po stronie glinu istnieje bardzo wąski zakres roztworów stałych, których po stronie krzemu prawie nie znajdujemy (rys. 1). Dla skrócenia będziemy oznaczali roztwór stały  $\alpha$  (krzemu w glinie) —

TABELA I.

| Materiał dodawany   | Ilość w % | Temperatura °C | Wynik : budowa                           | Autor            |
|---|-----------|----------------|--|------------------|
| Na F  | 1         | 830            | Zmieniona, niezbyt drobna                | Ōtani            |
| "   | 2         | "              | Zmieniona                                |                  |
| "   | 1         | 730            | Mieszanina zmienionej i niezmienionej    |                  |
| KF  | 1         | 750            | Mniej zmienionej niż poprzednio          |                  |
| 35% Na F + }<br>65% Na Cl }   | 1         | 720            | Mieszanina zmienionej i niezmienionej    |                  |
| 60% Na F + }<br>40% KF }  | 1,5       | 800            | Zmieniona, niezbyt drobna                |                  |
| Na OH   | 1         | 750            | Zmieniona                                |                  |
| "   | 0,2       | 750            | Częściowo zmieniona                      |                  |
| "   | 0,35      | 800            | Zmieniona, niezbyt drobna                |                  |
| "   | 0,4       | 800            | "  |                  |
| "   | 0,4       | 820            | Mieszanina zmienionej i niezmienionej    |                  |
| "   | 0,3       | 820            | "  |                  |
| "   | 0,6       | 700            | Zmieniona " "                            |                  |
| "   | 0,85      | 700            | "  |                  |
| "   | 0,5       | 800            | "  |                  |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + }<br>K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + }<br>boraks | —         | —              | Niezmieniona we wszelkich kombinacjach   |                  |
| dwusiarczek potasu  | —         | —              |  |                  |
| Na Cl + KCl   | —         | —              |  |                  |
| bismut *)   | —         | —              |  |                  |
| kadm *)   | —         | —              | Mało zmieniona                           |                  |
| ołów  | —         | —              |  |                  |
| NH <sub>4</sub> Cl  | —         | —              | Niezmieniona                             |                  |
| NH <sub>4</sub> CO <sub>3</sub>   | —         | —              |  |                  |
| spaliny CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>  | —         | —              |  |                  |
| 66 Na F + }<br>34 Na Cl }   | ?         | 900            | Zmieniona                                | Grogan           |
| Na  | 0,1       | ?              | Zmieniona                                |                  |
| Na OH   | 5         | 750            | Zmieniona                                | Gwyer i Phillips |
| Na  | 0,01—0,13 | 775            | Zmieniona (ilość Na zależy od ilości Si) | Archer i Kempf   |
| Na  | 0,1—0,5   | 700            | Zmieniona                                | Welter           |
| 22 NaF + 15 Na Cl }<br>44 KF + 18 KCl }   | (?)       | 700—800        | "  |                  |
| 33 Na Cl + 64 Na F  | (?)       | 900—950        | "  |                  |
| NaF + NaCl + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | (?)       | 850—950        | " (R i A niższe)                         |                  |
| 50 NaCl + 50 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | (?)       | 800—950        | " " " "                                  |                  |
| Na OH   | 3%        | 750—850        | " (R niższe, A wyższe)                   |                  |
| Na NO <sub>3</sub>  | (?)       | 800—900        | " (R jak wyżej, A niższe)                |                  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | (?)       | 1000—1200      | " (?) (R niższe, A znacznie niższe)      |                  |
| K   | 2%        | 775            | Zmieniona                                | Petit            |

\*) Edwards, Frary i Churchill patentują w 1920 r. Edwards patentuje w 1923 r. Sb i Bi.

daniem ilości dodatków i temperatur, w których robiono próby.

Stopy „zmienione” różnią się od stopów „normalnych” — budową, a z tego wynika, że i właściwościami mechanicznymi. Normalne stopy glin-krzem tworzą eutektykę przy około od 11,6% do 12,2% ciężarowych krzemu, zaś temperatura krzepnięcia leży pomiędzy 577° a 578° C, zależnie od wyników różnych autorów \*) 3) 4) 5).

3) Fraenkel, Z. f. anorg. Chem., 58, 1908, str. 54.

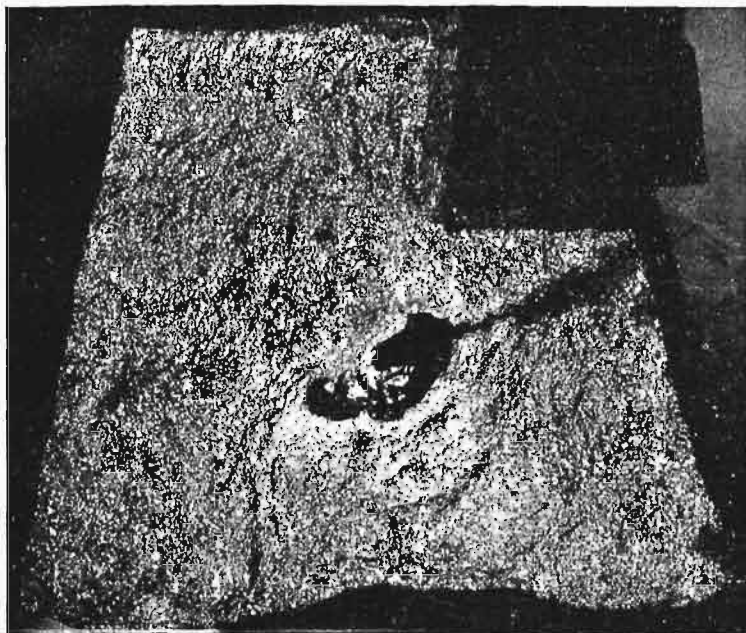
4) Roberts, J. Chem. Soc. 1914, 105, str. 383.

5) W. Köster i F. Müller (Z. f. Met. 1927, N 2, str. 52/57) ustalili, że rozpuszczalność graniczna krzemu w glinie przy temperaturze eutektycznej wynosi około 1,6% przy 400°, około 0,5% poniżej, zaś zaczynając od 300° — 0,1%. Spo-

glin, zaś roztwór stały  $\beta$  (glinu w krzemie) —

sób ustalenia tej rozpuszczalności polega na zjawisku, że krzem, znajdujący się w roztworze stałym, przechodzi po rozpuszczeniu w kwasie siarkowym i stopieniu z węglanem sodowo-potasowym w kwas krzemowy, zaś krzem wolny pozostaje nierozpuszczony (krzem grafityczny). Ustalenie tej rozpuszczalności jest ważne z tego powodu, że pozwala przez odpowiednią obróbkę termiczną (nagrzewanie do 550°, a potem hartowanie) przeprowadzić krzem, będący zanieczyszczeniem czystego glinu, w roztwór  $\alpha$  przez to zwiększyć jego odporność na korozję. Jednocześnie taka obróbką termiczną zwiększa twardość w stosunku do blachy wyzarzonej normalnie (350—400°), lecz zmniejsza przewodnictwo elektryczne (roztwory są twardsze od mieszanin; mieszaniny są lepszymi przewodnikami, niż roztwory stałe).

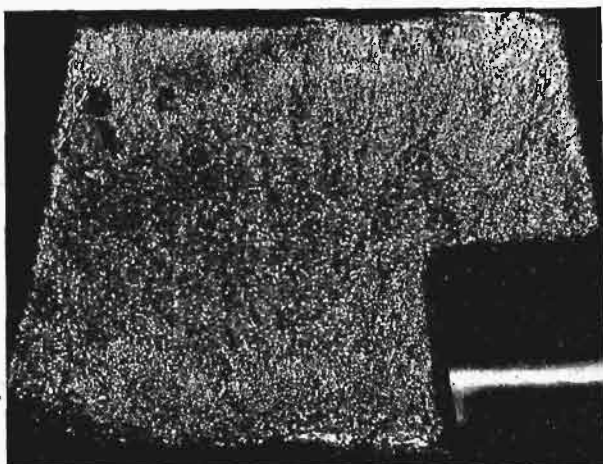
krzem. Złom bloczku normalnego stopu odlanego w piasku pokazany jest na fotografii 1 (stop glin-krzem z Aluminium Français z około 12% krzemu).



Fot. 1. Złom normalnego stopu glin-krzem, odlanego w piasku. Pow. 2X.

Złom jest gruboziarnisty. Również i mikrofotografia 2 potwierdza powyższe, wykazując przedeutektyczny krzem (mniej lub więcej regularne czworoboki otoczone ciemną obwódką) i gruboziarnistą eutektykę (ciemne paski-igły krzemu na białym tle glinu).

Złom takiegoż samego bloczku odlanego w kokili (fot. 3) wykazuje drobniejszą budowę, zwłaszcza w pobliżu ścianek kokili. Mikrofotografie 4 i 5 potwierdzają powyższe. Mikrofotografia 4, wzięta dalej od brzegu, wykazuje budowę analogiczną z fot. 2, lecz drobniejszą. Mikrofotografia 5, wzięta z brzegu bloczka, wykazuje budowę nienormalną. Pomimo że mamy do czynienia ze stopem



Fot. 3. Złom stopu glin-krzem, odlanego w kokili. Pow. 2X.

nadeutektycznym, a więc po stronie krzemu, na mikrofotografii tej widzimy białe dendryty glinu i jednocześnie kryształy krzemu nadeutektycznego, eutektyka jest znacznie drobniejsza.

Złom takiegoż stopu, lecz zmienionego sodem i odlanego w piasku, pokazany jest na fotografii 6.

Złom jest bardzo drobnoziarnisty (dla złamania bloczku trzeba było go nadciąć!). Mikrofotografie 7 i 8 potwierdzają to w zupełności. Mamy białe dendryty glinu na jednorodnym tle szarym, które dopiero przy znacznie, większym powiększeniu



Fot. 2. Normalny stop glin-krzem. Niewytrawiony. Pow. 60X.

(fotografia 8) wykazują swą budowę niejednorodną (eutektyka).

Z powyższego widać, że w stopach zmienionych punkt eutektyczny przesunął się w prawo, t.j. do stopów bogatszych w krzem. Położenie tego zmienionego punktu eutektycznego wykazywane jest rozmaicie przez poszczególnych badaczy (ze względu na niejednakowe szybkości stygnięcia i stopień przechłodzenia) i leży przy 12,5 do 14% Si.



Fot. 4. Brzeg bloczku normalnego stopu odlanego w kokili. Niewytrawiony. Pow. 60X.

Temperatura krzepnięcia tej zmienionej eutektyki leży również niżej, w zakresie od 564 — 570° C, w zależności od szybkości stygnięcia, składu stopu i t. p. Temperatura topienia jest jednak ta sama, co i dla stopu niezmienionego. Powyższe jest w zgodzie z obserwacją, że stop zmieniony, po

roztopieniu i ponownym skrzepnięciu, wykazuje normalną budowę. Należy więc przy każdorazowym topieniu alpaks zmieniać jego budowę przez dodatek sodu i t. p.



Fot. 5. Środek bloczku [normalnego stopu odlanego w kokili. Niewytrawiony. Pow. 60 X.

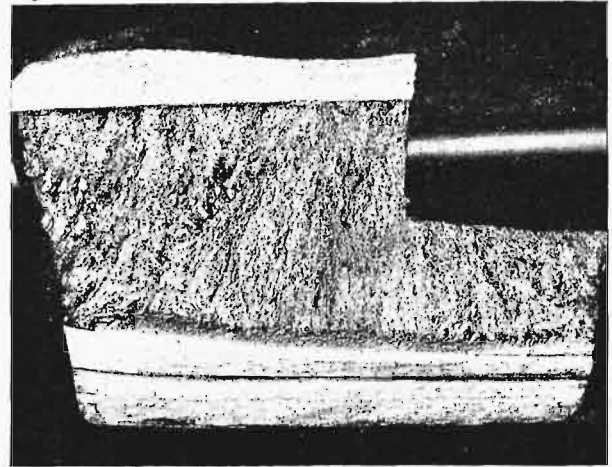
TABELA II.

| % Si  | Archer<br>(odlew w piasku) |      | Gwyer i Phillips |      |          |      | Grogan   |      |          |      |      |
|-------|----------------------------|------|------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|------|
|       | zmienione Na               |      | w piasku         |      | w kokili |      | w piasku |      | w kokili |      |      |
|       | R                          | A*)  | R                | A*)  | R        | A*)  | R        | A*)  | R        | A*)  |      |
| 0,29  | 9,0                        | 25,0 | 9,5              | 28,2 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 1,51  | —                          | —    | 11,5             | 13,7 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 1,48  | 11,1                       | 10,4 | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 3,46  | 11,7                       | 7,0  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 3,90  | —                          | —    | 13,9             | 10,7 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 5,55  | 12,2                       | 6,2  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 6,18  | —                          | —    | 14,9             | 10,2 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 7,79  | 12,5                       | 4,9  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 7,80  | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | 16,2 | 16,5     | 19,1 | 19   |
| 7,95  | —                          | —    | 16,7             | 13,0 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 8,18  | —                          | —    | —                | —    | 15,4     | 11,0 | 19,7     | 14,5 | —        | —    | —    |
| 8,92  | —                          | —    | —                | —    | 16,5     | 9,9  | 20,9     | 17,8 | —        | —    | —    |
| 9,61  | 13,3                       | 4,9  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 9,62  | —                          | —    | 16,8             | 9,5  | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 9,80  | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | 20,2 | 13,5 |
| 9,89  | —                          | —    | —                | —    | 17,0     | 14,5 | 20,9     | 15,4 | —        | —    | —    |
| 10,00 | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | 16,7 | 15,0     | —    | —    |
| 11,02 | 15,6                       | 5,7  | 17,9             | 12,2 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 11,08 | —                          | —    | —                | —    | 17,8     | 14,2 | 21,6     | 12,3 | —        | —    | —    |
| 11,87 | 14,9                       | 4,4  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 12,00 | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | 18,3 | 9,5      | 21,1 | 11,0 |
| 12,15 | —                          | —    | —                | —    | 18,3     | 12,8 | 22,2     | 13,9 | —        | —    | —    |
| 12,18 | —                          | —    | 18,5             | 12,0 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 13,00 | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | 18,7 | 10,5     | —    | —    |
| 13,11 | —                          | —    | 18,9             | 11   | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 13,12 | —                          | —    | —                | —    | 16,5     | 3,5  | 20,3     | 9,2  | —        | —    | —    |
| 13,21 | 14,2                       | 3,0  | 18,9             | 14,5 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 13,50 | —                          | —    | 18,9             | 14,7 | —        | —    | —        | —    | —        | 21,3 | 11,6 |
| 13,69 | —                          | —    | —                | —    | 17,3     | 3,4  | 16,7     | 3,2  | —        | —    | —    |
| 13,70 | —                          | —    | 19,7             | 14,7 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 14,02 | 11,1                       | 1,6  | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 14,10 | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | —    | —        | 21,4 | 10,6 |
| 14,13 | —                          | —    | 19,3             | 11,0 | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 14,30 | —                          | —    | —                | —    | —        | —    | —        | 18,4 | 8,0      | —    | —    |
| 14,80 | —                          | —    | 17,9             | 8,0  | —        | —    | —        | —    | —        | —    | —    |
| 14,98 | —                          | —    | —                | —    | 14,9     | 3,0  | 16,7     | 2,0  | —        | —    | —    |

\*) Wydłużenie na 2-ch calach angielskich.

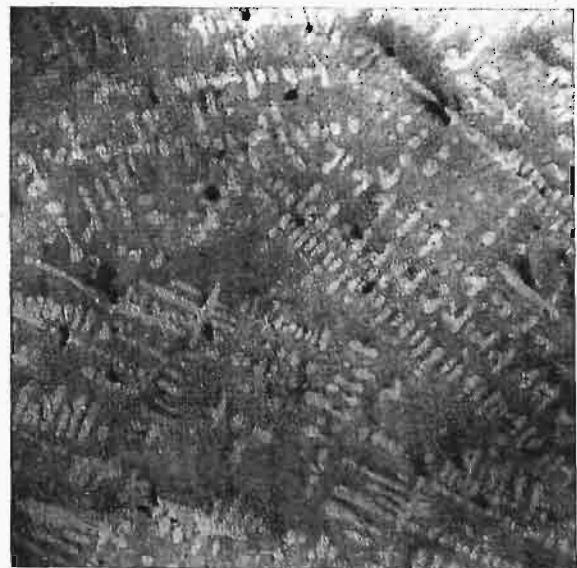
Jak się zmieniają właściwości mechaniczne glinu w zależności od zawartości krzemu, oraz „zmiany” jego budowy, wykazuje tabela II.

Jak widać z tabeli, wzrost zawartości krzemu w glinie w normalnych stopach wywołuje stosun-



Fot. 6. Złom stopu zmienionego, odlanego w piasku. Pow. 2 X.

kowo nieznaczne zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie, natomiast silne zmniejszenie wydłużenia. Porównywując te same lub zbliżone stopy, ale zmienione, widzimy, że wzrost wytrzymałości jest znacznie większy, zaś zmniejszenie wydłużenia nie tak raptowne, jak w stopach normalnych. Jeśli porównamy wydłużenie odlewów alpaksowych z wydłużeniem odlewów z innych lekkich stopów, to widzimy, że pod tym względem alpaks zajmuje pierwsze miejsce.



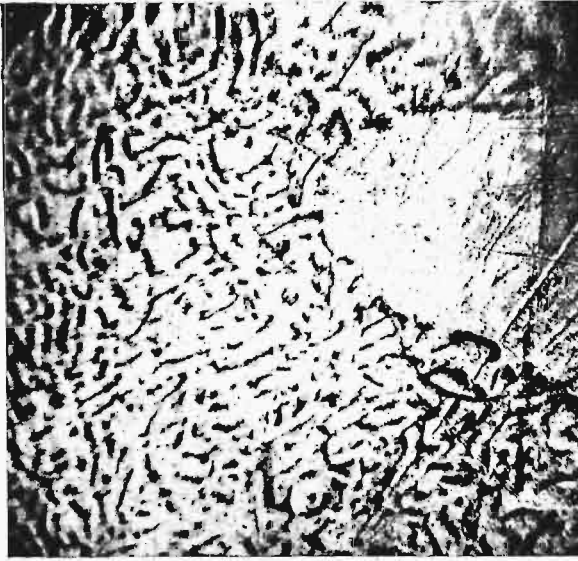
Fot. 7. Zmieniona budowa stopu glin-krzem. Niewytrawiony. Pow. 60 X.

W tabeli III są podane dane porównawcze właściwości mechanicznych niektórych stopów lekkich, używanych obecnie najczęściej; a więc amerykańskiego 3L11 z 8% miedzi; amerykańskiego 2L5 z 2,5% miedzi i 12,5% cynku i niemieckiego, z 2% miedzi i 10% cynku.

Z tabeli widać, że alpaks ma przewagę nad innymi stopami lekkimi, z wyjątkiem niższej gra-



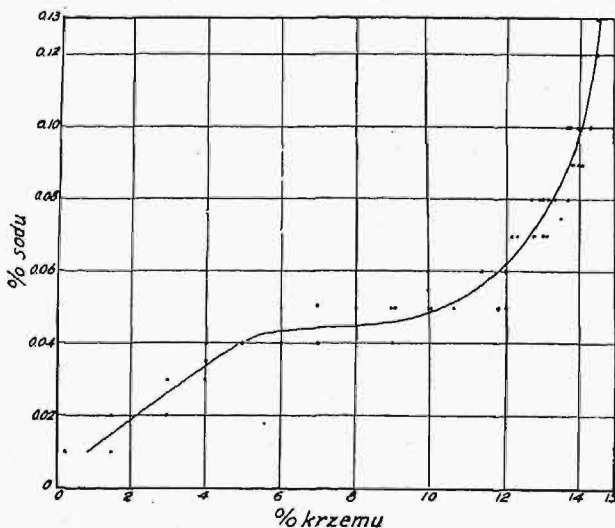
nicy zmęczenia. Otóż Welter dowodzi, że dodatek 0,8% miedzi do zwykłego siluminu podnosi tę granicę, zmieniając jednocześnie bardzo nieznacz-



Fot. 8. Zmieniona budowa stopu glin.-krzem. Niewytrawiony, Pow. 1000  $\times$ .

nie inne właściwości mechaniczne. Sądząc z tabeli jednak, zdaje się, że wydłużenie obniża się dość znacznie<sup>6)</sup>. Należy jednak przy porównywaniu wydłużenia uwzględniać, że długość pomiarowa próbek angielskich wynosi tylko 2 cale (ok. 50 mm), podczas gdy w niemieckiej i francuskiej 100 mm, czyli że wydłużenie w tych wypadkach będzie mniejsze. Poza tem ten dodatek 0,8% miedzi polepsza obrabialność alpaksu narzędziami i stawia go i pod tym względem na równi z innymi stopami odlewniczymi.

Pod względem odlewniczym, ma alpakś przewagę ze względu na mały skurcz (11%) i znaczną wytrzymałość przy wysokich temperaturach (zaraz po odlewie), tak że wyjmowanie z form może nastąpić bardzo szybko po zastygnięciu i jest wskazane z tego względu, że powolne stygnięcie wywołuje pe-



Rys. 2. Zależność ilości dodanego sodu od ilości krzemu w stopie (Archer i Kempf).

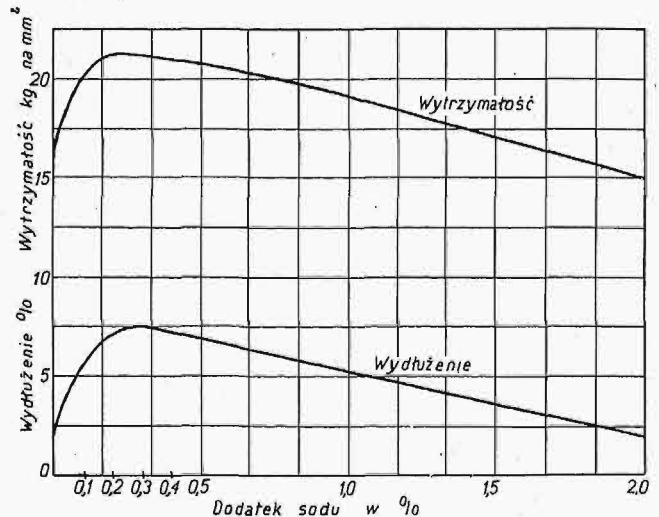
<sup>6)</sup> F. H. Edwards w dyskusji nad pracami ogłoszonymi w Inst. Met., 1926, II, (str. 342), twierdzi również, że dodatek 0,5% miedzi obniża wydłużenie do 3%.

wien wzrost ziaren, a co za tem idzie, obniżenie właściwości mechanicznych.

Uzyskanie stopu o najlepszych właściwościach zależy jeszcze od paru czynników. Naprzykład Archer i Kempf<sup>7)</sup> podają na wykresie 2 zależność ilości dodawanego sodu od ilości krzemu w stopie. Z wykresu tego widać, że początkowo niewielkie ilości sodu wpływają już korzystnie na zmianę budowy, lecz po przekroczeniu 10% krzemu ilość sodu potrzebna do zmiany budowy wzrasta bardzo szybko.

Nadmiar sodu nie wpływa korzystnie na właściwości stopu, jak to wykazuje J. Czochralski<sup>7)</sup> na wykresie 3.

Poza tem na ostateczny wynik ma również wpływ i czas ubiegły od chwili dodatku do chwili odlewu. W wypadku przytoczonym przez Archer'a i Kempf'a  $R$  wzrosło z 15,8  $\text{kg/mm}^2$  przy  $A = 5\%$  do 19,5  $\text{kg/mm}^2$  przy  $A = 15,3\%$  z powodu przetrzymania zmienionego stopu w 1-ym wypadku tylko przez 5 minut przed odlewem, zaś w 2-im wypadku 20—23 minuty. Dłuższe przetrzymania powoduje ponowny spadek właściwości mechanicznych i może wywołać zupełny powrót do budowy normalnej.



Rys. 3. Wpływ ilości dodawanego sodu na własności mechaniczne siluminu (Czochralski).

Przewodnictwo cieplne alpakśu równa się 0,38, rozszerzalność 0,00215, zaś ciężar właściwy około 2,62.

Jakież są przyczyny tej zmienionej budowy?

Najstarszą teorią jest teoria Guillet'a<sup>8)</sup>, który przypuszcza, że dodatek fluorków powoduje rozpuszczenie błonek fluorków glinu i krzemu, które są na powierzchni kawałków metali. Dzięki usunięciu tych błonek, metale mieszają się ze sobą dokładnie i tworzą ciecz jednorodną. Przy krzepnięciu, taka ciecz jednorodna daje równomierny stop stały. Teoria ta obecnie okazała się błędną z tego powodu, że znamy cały szereg soli rozpuszczających te tlenki, np. boraks, dwusiarczan potasu (por. tabelę I), które jednak nie powodują zmiany budowy.

Poza tem teoria ta nie tłumaczy przesunięcia punktu eutektycznego w stronę stopów bogatszych w krzem.

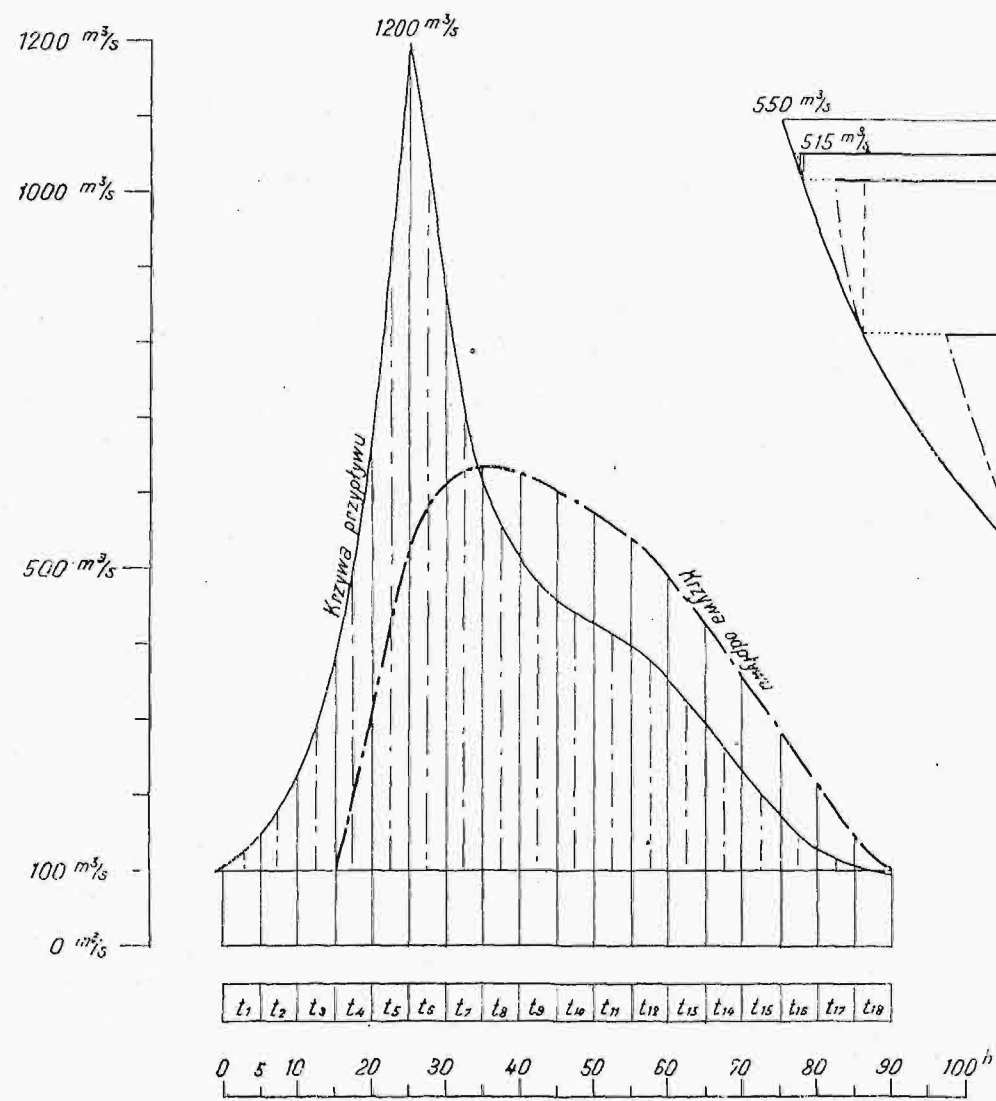
(d. n.)

<sup>7)</sup> J. Czochralski Z. f. Met. 1927, Nr. 1, str. 14—16.

<sup>8)</sup> Guillet, Rev. d. Met., 1922, str. 303 (memoires).

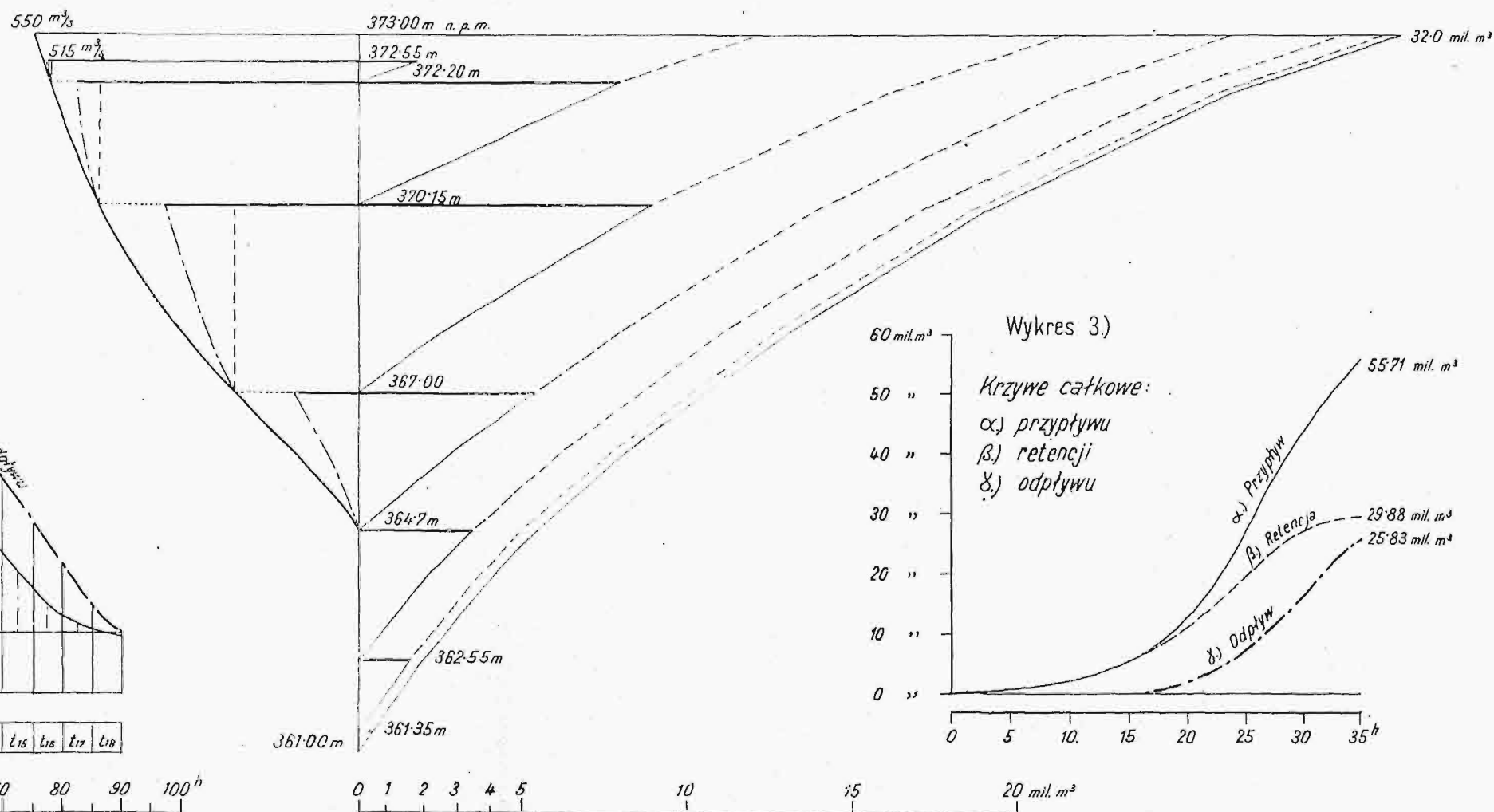
Wykres 1.)

Diagram sekundowych objętości przyprływu i odpływu.



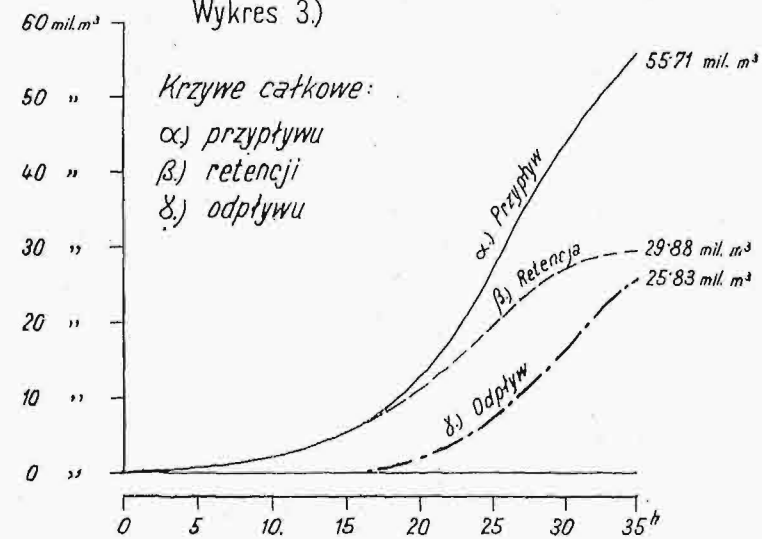
Wykres 2.)

Wyznaczenie pojemności zbiornika i objętości przepływu



Wykres 3.)

Krzywe całkowe:  
α) przyprływu  
β) retencji  
γ) odpływu



# Rozwój Warszawy.<sup>\*)</sup>

[ Napisał Inż. Zygmunt Słomiński. ]

## Mosty.

Warszawa, pod względem rozplanowania, ma warunki podobne do Londynu, Paryża, Wiednia i Petersburga. We wszystkich tych miastach szeroka arterja wodna (rzeka) przerywa środek miasta i przepływa przez miasto na przestrzeni ok. 15 km. Jednak, jakże inaczej wyglądają brzegi Wisły w obrębie Warszawy, aniżeli brzegi Tamizy w Londynie, Sekwany w Paryżu, Dunaju w Wiedniu i Newy w Petersburgu! Wybrzeża i bulwary nad Wisłą, miejsca najodpowiedniejsze na urządzenie najzdrowszych nowoczesnych dzielnic, są prawie puste, niezabudowane.

W Londynie, Paryżu, Wiedniu, Petersburgu dzielnice nadbrzeżne — to dzielnice handlowe, lub najokazalej zabudowane, są to dzielnice najruchliwsze, gdzie tętno życia wielkomiejskiego pulsuje najintensywniej. Dzielnice prawego i lewego brzegu arterji wodnej w tych miastach są wprost organicznie ze sobą zespolone i związane. Zupełnie odwrotnie, niż w Warszawie.

Obecnie Praga, dzielnica oddalona w linii powietrznej od centrum Warszawy o jakie 700 — 800 metrów, czyli położona znacznie bliżej od ulicy Dzikiej, Żelaznej lub Mokotowskiej, uważana jest za dalekie przedmieście, omal że nie za odrębne miasto.

A jakże się przedstawiają w chwili obecnej warunki komunikacyjne pomiędzy Pragą a Warszawą? Porównajmy warunki te w Londynie, Paryżu, Wiedniu i Petersburgu. Londyn posiada przez Tamizę 12 mostów, z których 6 posiada jezdnię i chodniki o szerokości ponad 20 metrów. Paryż posiada na Sekwanie, w obrębie miasta (obszar Paryża ma powierzchnię nieco mniejszą od obszaru Wielkiej Warszawy) 30 mostów, z których 14 o szerokości ponad 20 metrów, a jeden o szerokości ponad 30 metrów. Wiedeń ma 6 mostów, wiodących z jednej strony Dunaju na drugą. Petersburg, o ludności zbliżonej ilościowo do obecnej ludności Warszawy (Petersburg 1 043 000, Warszawa 1 002 000) posiada na Newie 6 mostów, z których 2 o szerokości ponad 25 metrów.

Warszawę po obu stronach Wisły łączą trzy mosty — most Kierbedzia, most Poniatowskiego i byłby most forteczny.

Już pobieżny rzut oka na mapę Warszawy przekonywa nas, że faktycznie można mówić tylko o moście Kierbedzia, jako odpowiednim łączniku prawego i lewego brzegu Wisły. Most Poniatowskiego na prawym brzegu Wisły ma wylot do parku Skaryszewskiego i Saskiej Kępy, t. j. do miejsca stanowiącego wielki rezerwuar powietrzny dla środkowej i południowej części Starej Warszawy, lecz miejsce to jest nieco oddalone od centrum Pragi i nie posiada dogodnego połączenia z nią.

Jedynie most Kierbedzia łączy starą Warszawę z Pragą w dogodnym miejscu. Lecz znaczna

długość tego mostu — przy wąskiej nawierzchni (17 m) oraz ogromny ruch tramwajowy, samochodów, pojazdów i pieszych stanowią przyczynę nadmiernego obciążenia mostu. Przez most ten obecnie przebiega po jednym samochodzie lub furmance na sekundę.

Realnie będzie można odczuć skutki rozszerzenia granic miasta dopiero wtedy, gdy rozwój komunikacji pozwoli pewnej części mieszkańców śródmieścia przenieść się na peryferje miasta. Prawy brzeg Wisły, Praga, mógłby sprostać temu zadaniu, o ile posiadać będzie normalne i dogodne połączenie z lewym brzegiem.

Opracowywany plan regulacji miasta pozwala już obecnie określić punkty, gdzie konieczne jest zbudowanie nowych mostów. Na pierwszym miejscu należy postawić budowę mostu, łączącego ulicę Karową z przeciwnym brzegiem Pragi. Most ten połączy najbardziej załudnione dzielnice śródmieścia i Pragi, obsługiwać będzie przyszły port, znacznie skróci połączenie śródmieścia z dworcem Wschodnim, kolejką dojazdową oraz szosą Brzeską i odciążą most Kierbedzia.

Następny most powinien połączyć jedną z głównych projektowanych na północy Wielkiej Warszawy arterji — przedłużenie ulicy Mostowej (przy obecnie budującej się kolonii oficerskiej na Żoliborzu, na północ od Cytadeli) z Pelcowizną na Pradze. Pelcowizna rozbuduje się szybko, mając połączenie z centrum miasta.

Trzeci most, którego budowa w bliskiej przyszłości stanie się konieczną, będzie to most, łączący południową część Wielkiej Warszawy — Mokotów z Kępą Gocławską, obok nowych wodociągów na Pradze. W tem miejscu ma też stanąć i most kolejowy, dla południowej odnogi kolei obwodowej, łączącej dworzec główny z kolejami na wschód od Wisły.

## Plantacje miejskie.

Niezmiernie ważną kwestją życia, zdrowia i rozwoju stolicy jest sprawa ogrodów i parków. Istniejące w granicach dawnej Warszawy ogrody i parki były niezmiernie szczupłe i zupełnie niewystarczające. To też nowy plan regulacyjny przewiduje założenie całego szeregu wielkich parków i ogrodów, prócz istniejących:

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| ogrodu Krasińskich o pow. . . . . | 3,8 ha |
| " Saskiego . . . . .              | 15,3 " |
| Łazienek Królewskich . . . . .    | 72 "   |
| parku Ujazdowskiego . . . . .     | 5 "    |
| parku Skaryszewskiego . . . . .   | 54 "   |
| parku Praskiego . . . . .         | 48,7 " |
| parku Sieleckiego . . . . .       | 20 "   |
| Lasku Młocińskiego . . . . .      | 114 "  |
| nowego parku Traugutta . . . . .  | 30 "   |
| bulwarów, skwerów i t. d. . . . . | 56,2 " |

Ogółem ok. . . . . 429 ha

Jak widać z planu, najobficiej zaopatrzone są w zieleni krańce miasta — północne i południowe. Od północy, poczynając od parku Młocińskiego,

\*) Dokończenie do str. 857 z № 40 r. b.



prawie bez przerwy ciągną się tereny wojskowe i prywatne niezabudowane — las Bielański, który ma być urządzone, jako wzorowy park leśny o obszarze 280 *ha*; Kępa Potocka, tereny luźno zabudowane na Żoliborzu i przy b. Cytadeli — zakończone parkiem Traugutta nad Wisłą przy ul. Konwiktorskiej.

Na południu, począwszy od terenów na Okęciu, dokąd przeniesione będzie lotnisko i tor wyścigowy, projektowany jest wielki park na gruntach Mokotowa i Rakowca, którego część, założona na dzisiejszym polu lotniczym, będzie nosiła charakter ozdobnego ogrodu publicznego o obszarze 232 *ha*. Będzie się on łączył z ogrodem botanicznym (około 35 *ha*), dalej ze szkołą ogrodniczą (około 29 *ha*) i szkółkami miejskimi (około 35 *ha*).

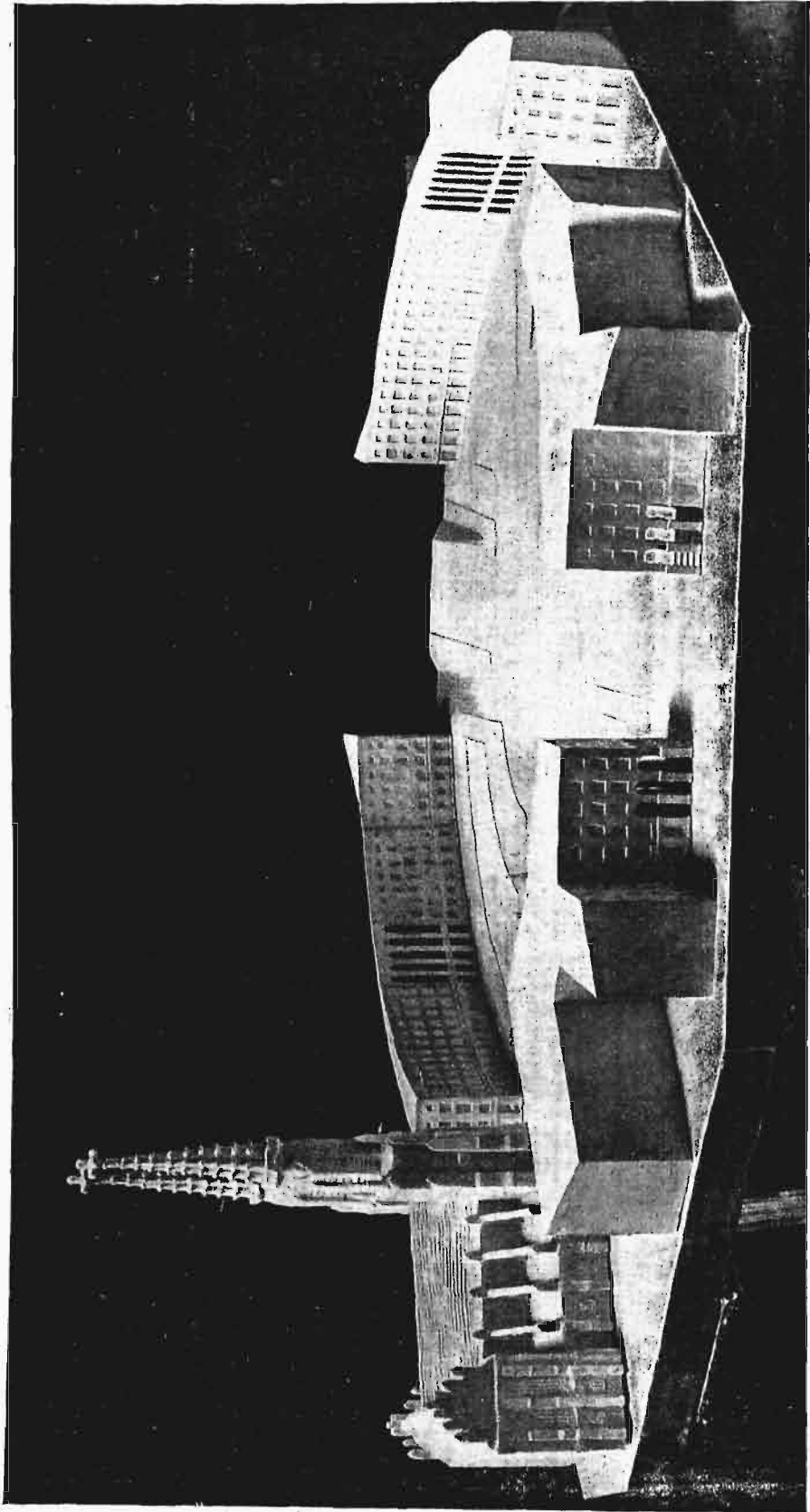
Oprócz parku projektowanego na gruntach Mokotowa i Rakowca, ma powstać jeszcze wielki park ludowy i tereny sportowe na obszernych łąkach Siekierkowskich, które się w zupełności nie nadają do zabudowania. W ten sposób powstanie wielki rezerwoar dla dopływu czystego powietrza z pól zamiejskich, tak od strony południowej, jak i od strony północnej.

Bardziej już upośledzona jest pod względem zieleni strona zachodnia miasta, to jest przedmieścia: Wola, Koło, Ochota i Czyste. Tam jednak role rezerwoarów powietrza będą spełniać głównie cmentarze, położone wzdłuż ulicy Wolskiej, na zachód od kolei, oraz cmentarze położone między ulicami Młynarską a Okopową. Oprócz tego, projektowany jest park na Kole, o obszarze 70 *ha*. Stamtąd będą przenikać świeże prądy powietrza do środka miasta.

We wschodniej części miasta, na Pradze, projekt miejski przewiduje następujące zmiany. Istniejące już parki mają być powiększone: park Skaryszewski o 21 *ha*, park Praski o 65 *ha*; mniejsze ogrody na Targówku (20 *ha*) i ewentualnie na Kamionku, Grochowie i Pelcowiznie. W środkowych dzielnicach Pragi przewiduje się skwery na tere-

nach stacji Wileńskiej i koło bazyliki na Szmulowiznie.

Plany regulacyjne przewidują więc wielkie parki.



Rys. 8. Projekt regulacji placu, Św. Florjana (model).

Oprócz wymienionych terenów parkowych, plan regulacyjny przewiduje urządzenie bulwarów wzdłuż Wisły, terenów sportowych i wodnych na Siekierkach i Potoku, całego szeregu boisk. śród

egzystujących lub projektowanych parków (na Czerniakowie, Mokotowie, Ochocie, Burakowie, Żoliborzu, Pradze i terenach pofortecznych), wielkiego stadionu sportowego, przeznaczonego na Olimpiady, na b. forcie Szczęśliwickim — na 25 000 osób, wreszcie wielkiego parku wystawowego obok portu wewnętrznego na Wiśle, obok stacji towarowej i linii obwodowej, obok parku Skaryszewskiego, na Saskiej Kępie — obszaru 200 ha; drogi samochodowej wzdłuż Wisły do Lasku Bielańskiego; Zwierzyńca — ogrodu etnograficznego, żywego muzeum na Bielanych; ogrodu zabaw, t. zw. „Lunaparku” w parku Praskim; pól wyścigowych na Mokotowie obok Okęcia.

Piócz tego, projekt plantacji przewiduje urządzenie wielkich plantów, okalających Warszawę od południa i zachodu — od ul. Puławskiej do Wisły, na północy — na terenach b. fortów i baterij. Projektowane wielkie przestrzenie zieleni winny zupełnie zadowolnić przyszłą stolicę, jeśli się zważy, że Londyn, Hamburg, Drezno, Kolonia wykazują 14% zadrzewionego obszaru, w stosunku do ogólnego swego terenu, Wielka Warszawa zaś wykazuje ten stosunek w wysokości 20%.

### V. Jakie prace wykonano,

Biuro Regulacji, zorganizowane przy Wydziale Technicznym Magistratu m. st. Warszawy i powołane do wykonania prac regulacyjnych, wykonało na zasadzie wspomnianego szkicu, opracowanego przy udziale Koła Architektów, ogólny plan regulacji Wielkiej Warszawy w skali 1 : 10 000; opracowało plany szczegółowe poszczególnych dzielnic w skali 1 : 2500; opracowało plany własności miejskich, państwowych i fundacyjnych, z oznaczeniem budynków państwowych, zabytkowych i t. d.; opracowało cały szereg zamierzeń regulacyjnych w szkicach, wykazując w ujęciu perspektywicznym i architektonicznym sposób zabudowania, ukształtowanie brył i mas, stosunek budowli do arterij komunikacyjnych i do zabudowania przestrzeni.

W celu ułatwienia prac regulacyjnych, zostały dokonane zdjęcia całej Warszawy z samolotów. Zdjęcia te, wykonane z wielką precyzją i usystematyzowane na planszach przez Instytut Geograficzny, stanowią i stanowić będą b. ważny dokument historyczny rozwoju Wielkiej Warszawy.

Przystąpiono do opracowania i należytego rozwiązania placów, a więc po rozebaniu soboru zrealizowano konkurs na plac Saski; ogłoszono konkurs na pl. Teatralny; rozwiązano zagadnienie zabudowy pl. Florjana na Pradze, placu Armji Polskiej, placu Wilsona. Z kolei należy uregulować plac Zamkowy, Krasińskich, Grzybowski i t. d.

Place już opracowane wykonano w modelach gipsowych.

Jednocześnie zestawiono spis i klasyfikację placów i miejscowości, nadających się do ustawiania pomników.

Opracowano sposób załatwiania zatwierdzania planów przez władze samorządowe i państwowe i opracowano ustawę o sposobie zabudowania działek budowlanych, czyli t. zw. ustawę strefową,

wreszcie przeprowadzono pomiary Wielkiej Warszawy.

### Zakończenie.

Na zakończenie poruszę następujące sprawy:

Czy omówione wyżej zagadnienia regulacyjne są realne, czy nie wkraczają w dziedzinę marzeń, ze względu na wielomiljonowe wydatki, jakich realizacja ich wymagać może?

Na pytanie to należy odpowiedzieć, że zamierzenia te są zupełnie realne. Są one w wielu wypadkach realizowane, lub nawet już zrealizowane, jak naprz. cała dzielnica na Żoliborzu, na Bielanych, na Okęciu, dzielnica naukowa, tereny wystawowe, ulica NS. Zresztą przy obecnym zaniku ruchu budowlanego musimy być przygotowani na to, iż gdy on żywiołowo wybuchnie — co, jak sądzimy, nastąpić nie tylko może, lecz musi — regulacja terenów przeznaczonych pod zabudowę musi być przygotowana ze wszystkimi szczegółami, by nie tylko nie zabudowywać ulic, lecz by zastrzeżona była pewna jednostajność i harmonijność budowli, z zachowaniem terenów wolnych od zabudowy, bądź jako rezerw świeżego powietrza, bądź też plantacyj ogólnych.

Waga zagadnień regulacyjnych nie jest jednak przez szerszy ogół doceniana. Atoli, jak widzimy, niema zagadnienia, niema sprawy w gospodarce miejskiej, takiej, która mogłaby być załatwiona po za regulacją. Czy rozpatrywać będziemy sprawy komunikacji ulicznej, jej kierunek, szerokość ulic, przecięcia, place, przebiecia, uregulowanie ruchu ulicznego, ruch samochodowy, budowę mostów, czy zagadnienia gospodarcze, jak: budowę portów, targowisk, wystaw; czy zdrowotne, jak urządzenie parków, ogrodów, boisk, właściwej zabudowy; czy komunikacji ogólnej, jak ułożenie dworców, linii obwodowych, metro, tramwajów, lotnisk, kanałów; czy zagadnienia artystyczne, jak rozwiązania architektoniczne, wzniesienie gmachów, kościołów, utrzymanie zabytków; czy ogólne — wyzyskanie gruntów, przeznaczenie na dzielnice; czy zagadnienia budowlane w ogólnym znaczeniu, — wszystkie te sprawy ściśle są związane z dobrze pojętym i opracowanym planem regulacyjnym.

To też wszystkie instytucje państwowe i samorządowe winny harmonijnie współpracować, wzajemnie sobie pomagać, uzgadniać swe zamierzenia ze zgóry ułożonym planem regulacji, gdyż taką Warszawę będziemy mieli na bardzo długie lata, jaką ją sobie dziś zabudujemy.

Nie wolno używać argumentów, że projekt regulacyjny jest nierealny, bo rozwiązuje zagadnienia te daleko od miasta, w szczerem polu, a więc tam można się do niego nie stosować. Argument taki jest krótkowzroczny: w szczerem dziś jeszcze polu wzniesiony nieopatrzenie lub lekkomyślnie budynek, lub jakieś urządzenie, może na długie lata wypaczyć prawidłowo pojętą sprawę regulacji.

Nie wolno jest na zagadnienia regulacyjne patrzeć z punktu widzenia spraw prywatnych — własnego podwórka, dominować winno ujęcie sprawy ogólne, dla dobra całego miasta.

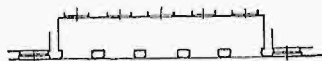
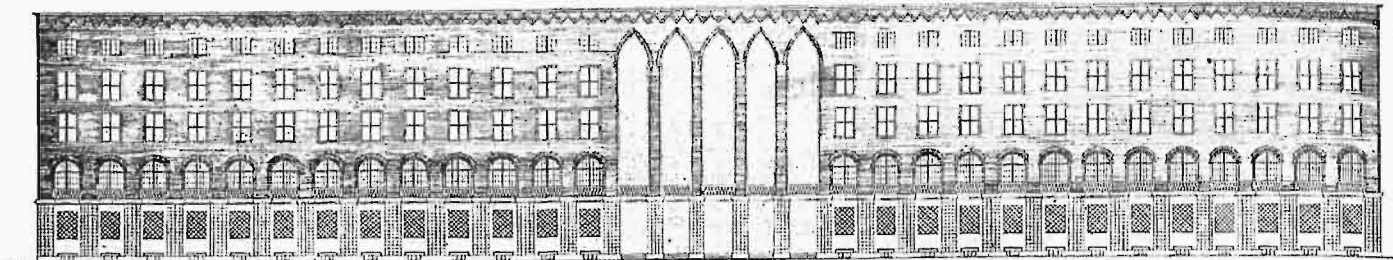
Warszawa ma przed sobą wielką przyszłość. Zdaniem Lessepsa, będzie ona stanowiła wielki punkt handlowy Zachodu i Wschodu, leżąc na

wielkim trakcie, łączącym Starą Europę ze Wschodem. Siłą więc rzeczy musi się do tej roli przygotować.

Mając obszar swój obecnie zakreślony na 12 100 ha, jest już obecnie większa od wielkiego Paryża (8100 ha). Ilość jej mieszkańców z dnia

rozwijać się będzie, to według obliczeń ilość przejezdnych za 50 lat osiągnie 280 milionów osób.

Mamy przed sobą wielkie horoskopy, mamy wielkie przestrzenie niezabudowane, jesteśmy w oczekiwaniu wzmożenia się ruchu budowlanego, mamy przewidywać normalne inwestycje państwo-



Rys. 9. Szpital na placu Św. Florjana.

na dzień zwiększa się. I gdy będzie się ona rozwijała w tem samym tempie, to według obliczeń, za ok. 50 lat osiągnie jej ludność 5 milionów.

Ilość przejezdnych przez Warszawę przed wojną osiągała 10 milionów rocznie; jeśli nic nie stanie na przeszkodzie i stolica nasza normalnie

we, miejskie i prywatne, starajmy się przeto na każdym kroku uszanować zamierzenia regulacyjne, by później na nas nie narzekano.

Starajmy się działać według zgóry obmyślanego planu, a wówczas zgodnie kroczyć będziemy do wielkiego i potężnego jutra naszej stolicy.

## Wyznaczenie wpływu zbiorników retencyjnych na przepływ wielkich wód.

Napisał Inż. Tadeusz Zubrzycki.

**P**rojektowanie zbiorników powodziowych (retechniki, które wymagają — poza obszer-tencyjnych) należy do tych zadań hydro-nym materiałem obserwacyjno - pomiarowym — szczególnie starannego opracowania podstaw hydrologicznych projektu. Ocena, czy i w jakiej mierze projektowany zbiornik spełni swą rolę podczas powodzi, stanowi zagadnienie dość złożone, zwłaszcza wówczas, gdy należy się liczyć z odprowadzeniem ze zbiornika w dół rzeki znaczniejszego nadmiaru wody, który w żadnym razie nie powinien przekroczyć pewnego oznaczonego zgóry maximum.

Jeżeli nadmiar ten ma spływać w całości lub częściowo przez upusty samoczynne jakiegokolwiek rodzaju, to działanie ich pozostawać będzie w bezpośrednim i wzajemnym związku z pojemnością zbiornika: większa wysokość ciśnienia wody w zbiorniku wywołuje automatycznie zwiększenie odpływu, naodwrot zaś — większy odpływ stanowi ulgę dla napełnienia zbiornika. Ponieważ wszystkie trzy wchodzące tu w rachubę czynniki — objętość dopływu w danym okresie czasu, oraz objętość napełnienia i objętość odpływu w tymże okresie — nie są wartościami stałymi, lecz zmieniają się ciągle w miarę postępu wezbrania, więc rozdział dopływu na odpływ i retencję może być zbadany jedynie przez określenie przebiegu zmian, jakim w poszczególnych fazach ulega (przy zna-

nym kształcie objętościowej krzywej dopływu) napełnienie zbiornika, w związku z czynnością urządzeń odpływowych. Przeprowadzenie takiego badania drogą matematyczną wymagałoby niewspółmiernie dużego nakładu pracy bardzo znużdej, gdyż dopiero po wykonaniu szeregu osobnych prób dla każdego z obranych odcinków czasu, możnaby w rezultacie otrzymać w każdej z tych faz powyższe dwie, związane z sobą, wartości niewiadome, których wyznaczenie stanowi warunek uzyskania właściwego poglądu na działalność retencyjną zbiornika.

O ile projekt przewiduje nie upusty samoczynne, lecz wyłącznie urządzenia pozwalające na mechaniczne, dowolne (w pewnych granicach) regulowanie odpływu, to najodpowiedniejsze zaprojektowanie takich urządzeń i plan użycia ich przy nadejściu wielkiej wody w sposób zapewniający najskuteczniejsze wykorzystanie zbiornika, wymaga również poznania przebiegu odkształcenia, jakiemu pod wpływem retencji ulega naturalny przebieg fali powodziowej w różnych jej stadjach.

Do badań tego rodzaju nadaje się specjalnie metoda graficzna, używana na długi czas przed wojną światową w Hydrograficznym biurze centr. b. Ministerstwa robót publicznych w Wiedniu, zwana od nazwiska autora, jednego z inżynierów Biura, „metoda Goeb la”. Ponieważ nie spotkałem się z żadną publikacją, któraby podawała ten spo-

sób obliczenia, znany mi jedynie z tradycji biurowej, ani też nie słyszałem o jego zastosowaniu w Polsce, sądzę, że może nie będzie rzeczą niestosowną podać tę dawną a mało znaną metodę do szerszej wiadomości, zwłaszcza obecnie, gdy sprawa budowy zbiorników w okęgach górskich nabiera cech aktualności. W tem mniemaniu zrekonstruowano wspomnianą metodę, przedstawiając ją na opracowanym a d h o c przykładzie, który może w przybliżeniu odpowiadać naturalnym warunkom naszych rzek i dorzeczy.

Za punkt wyjścia służy diagram objętości wody, dopływającej do zbiornika w okresie katastrofalnego wezbrania. W diagramie tym (bądźto wyznaczonym bezpośrednio na podstawie obserwowanych stanów wody i pomierzonych objętości sekundowych, bądź też skonstruowanym sztucznie na podstawie najniekorzystniejszych założeń co do natężenia opadu i przebiegu spływu) rzędne przedstawiają sekundowe ilości wody, zaś odstępy czasu<sup>1)</sup>. Dzielnik powierzchnię diagramu (która przedstawia całkowitą objętość wezbranej wody) na paski o szerokości równej obranemu odstępowi czasu  $t$  (w przyjętej skali  $t = 5 l. = 5 mm$ ), otrzymamy szereg pól w przybliżeniu trapezowych; przechodząca przez środek każdego z tych pól rzędna będzie przedstawiała (w obranej podziałce  $1 cm = 100 m^3/sek$ ) średnią objętość przypływu<sup>2)</sup>  $p_m$ , dla odstępu czasu  $t$ . Całkowita objętość wody, przypływającej w czasie  $t$ , może być przedstawiona linjowo przez tę samą długość (odpowiadającą w powyższej skali wartości  $p_m$ ) pod warunkiem, że miara czasu będzie odpowiednio uwzględniona w podziałce; jeżeli np. długość  $1,2 cm$ , odpowiadająca wartości  $p_m$ , przedstawia w podziałce objętości sekundowej wartość  $120 m^3/sek$ , jeżeli dalej wymiar  $t$  w podziałce czasu przedstawia  $5 h = 18 000''$ , to długość  $1,2 cm$  odpowiada objętości:  $18 000'' \times 120 m^3/sek = 2 160 000 m^3$  w podziałce:  $1 cm = 18 000'' \times 100 m^3/sek = 1 800 000 m^3$ .

Chcąc zatem porównać objętość wody, dopływającej do zbiornika w następujących po sobie równych odstępach czasu  $t$ , z objętościami poszczególnych warstw wody w zbiorniku, trzeba związek pomiędzy poziomem zwierciadła wody w zbiorniku a jego pojemnością przedstawić wykreślnie w podziałce objętości:  $1 cm = 1,8$  milionów  $m^3$  (wykres 2, strona prawa); skala wysokości jest oczywiście obojętna, w danym wypadku przyjęto ją na  $1 : 1000$ .

Od tej samej osi pionowej, od której odmierzamy objętości retencji, odcina się w odwrotnym kierunku (strona lewa) objętości wody wypływającej ze zbiornika, przyjmując dla ich wartości sekundowych tę samą skalę, co dla sekundowych objętości przypływu. Analogicznie więc odcinek, przedstawiający sekundową objętość odpływu w skali  $1 cm = 100 m^3/sek$ , da w skali  $1 cm = 1,8$  milj.  $m^3$  całkowitą objętość odpływu w czasie  $t$  — o ile długość jego będzie odpowiadała średniemu odpływowi sekundowemu dla tegoż odstępu czasu. W każdym z tych odstępów  $t$ , suma z odpowiadającego danemu odstępowi napełnienia zbiornika i z odpowiedniej objętości od-

plywu musi oczywiście równać się objętości przypływu. Sposób wyznaczania tych wartości da się najłatwiej przedstawić na poniższym przykładzie.

Załóżmy, że:

fala wielkiej wody ma kształt przedstawiony linją ciągłą na wykresie 1.); największy (kulinacyjny) przypływ sekundowy wynosi  $1200 m^3/sek$ ; działalność zbiornika rozpoczyna się przy sekundowej objętości przypływu  $p_0 = 100 m^3/sek$ ;

w chwili nadejścia fali powodziowej zbiornik jest napełniony do rzędnej  $361,0 m$  i zawiera  $9$  milj.  $m^3$  wody; z całkowitej jego pojemności, która wynosi, przy maksymalnym dopuszczalnym spiętrzeniu (do koty  $373,00 m$  nad poziomem morza)  $41$  milj.  $m^3$ , pozostaje na retencję  $32$  milj.  $m^3$ ;

odpływ wielkiej wody ze zbiornika odbywa się z pomocą szeregu otworów w murze zapory<sup>3)</sup>, które zaczynają działać automatycznie, gdy zwierciadło wody w zbiorniku osiągnie poziom ich dolnej krawędzi, t. j. kotę  $364,70 m$ ; wszystkie otwory razem mogą odprowadzić przy maximum spiętrzenia  $550 m^3/sek$ ;

podczas powodzi, pozostałe urządzenia dla odpływu wody (umieszczone u spodu zbiornika) odprowadzają stale ilość  $100 m^3/sek$ ; zatem wartości, odpowiadające na wykresie 1) objętościom przypływu, odmierza się od poziomu odpowiadającego stałemu odpływowi  $100 m^3/sek$ ;

największy odpływ poniżej zbiornika nie może przekroczyć  $700 m^3/sek$ .

W pierwszym pięciogodzinnym odstępzie czasu  $t_1$  ilość wody dopływającej, zmniejszona o powyższe  $100 m^3/sek$ , wynosi  $0,45$  milj.  $m^3$ , co odpowiada długości  $0,25 cm$ , mierzonej w środku odstępu  $t_1$ . Długość ta, ujęta w cyrkiel i przeniesiona na prawą stronę wykresu 2) wskazuje, że (ponieważ urządzenia dla odpływu wielkich wód jeszcze nie działają) zwierciadło wody w zbiorniku, mając pomieścić  $0,45$  milj.  $m^3$ , podniesie się z  $361,00$  na  $361,35 m$ . Pozostająca jeszcze do rozporządzenia objętość zbiornika zmniejszy się więc narazie o  $0,45$  milj.  $m^3$ , co uwidoczniemy na wykresie, przesuując krzywą retencji ku osi rzędnych tak, aby punkt zerowy znalazł się na poziomie  $361,35 m$ .

Analogicznie otrzyma się w odstępzie czasu  $t_2$  dalszy ubytek pojemności o  $1,53$  milj.  $m^3$  przy podniesieniu zwierciadła wody do  $362,55 m$ , a w odstępzie czasu  $t_3$  podobnie:  $3,51$  milj.  $m^3$  przy  $364,70 m$ .

W odstępzie czasu  $t_4$  zaczynają działać upusty wielkiej wody. Wartość, odpowiadająca ich średniemu odpływowi w tym okresie, leżąc będzie na linji, połowiącej w poszczególnych poziomach odstępy zawarte pomiędzy osią rzędnych a krzywą przedstawiającą wzrost objętości odpływu przy wzroście napełnienia. Biorąc w cyrkiel z wykresu 1) długość odpowiadającą średniemu przypływowi w czasie  $t_4$ , szukamy na wykresie 2) takiego poziomu, w którymby średni odpływ (lewa strona wykresu) wraz ze zwiększeniem retencji (strona prawa) dał wielkość równą średniemu przypływowi; poziom ten znajdujemy na kocie  $367,00 m$ , konstatując, że z przypływu wynoszącego  $7,29$  milj.

<sup>1)</sup> (patrz osobną tabelę XXIV).

<sup>2)</sup> Używamy tu wyrażenia „przypływ” (nie przepływ), względnie „dopływ”, w odróżnieniu od odpływu.

<sup>3)</sup> Podobne urządzenie zastosowano przy budowie zbiornika w Wölfelsgrund nad Nissą Kłodzką (por. Beyerhaus: „Über Wasserabflussversuche an Talsperrenmodellen”, Berlin, 1914).

$m^3$  przypada na retencję 5,40 milj.  $m^3$ , zaś na odpływ 1,89 milj.  $m^3$ . Najmniejszy odpływ sekundowy w czasie  $t_1$  jest = 0, średni wynosi 105, zaś największy (przy końcu okresu  $t_1$ ) 210  $m^3/sek$ .

W czasie  $t_5$  odpływ zaczyna się od 210  $m^3/sek$ ; zatem linia średniego odpływu w tym czasie będzie na poszczególnych poziomach przecinała w połowie odstęp pomiędzy krzywą objętości odpływu a linią pionową, poprowadzoną przez punkt przecięcia tej krzywej z rzędną 367,00  $m$ .

Dalsze postępowanie tym trybem okaże, że po upływie okresów  $t_5$ ,  $t_6$  i  $t_7$ , zwierciadło wody zajmie kolejno wysokości: 370,15, 372,20 i 372,55  $m$ . W chwili osiągnięcia tej ostatniej rzędnej, odpływ zrówna się z malejącym już przypiływem; od tej chwili zaczyna się także stopniowe zmniejszanie się odpływu i stopniowe opadanie wody w zbiorniku.

Główny wynik badania można już zatem uważać za osiągnięty. Wyraża się on w tem, że dla danego przykładu:

największe napełnienie zbiornika osiągnie kotę 372,55  $m$ , leżącą o 0,45  $m$  poniżej dopuszczalnego maximum spiętrzenia,

kulminacyjna objętość fali przypiływu zmniejszy się z 1200  $m^3/sek$  na  $535 + 100 = 635 m^3/sek$  i zostanie opóźniona o 10 godzin.

Wzajemny stosunek objętości dopływu, odpływu i retencji w badanych odstępach czasu podaje następujące zestawienie <sup>1)</sup>:

| Odstęp czasu:     | Dopływ      |           | Odpływ      |           | Retencja    |           |
|-------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|                   | jednostkowy | całkowity | jednostkowy | całkowity | jednostkowa | całkowita |
| w milionach $m^3$ |             |           |             |           |             |           |
| $t_1$             | 0,45        | 0,43      | —           | —         | 0,45        | 0,45      |
| $t_2$             | 1,53        | 1,98      | —           | —         | 1,53        | 1,98      |
| $t_3$             | 3,51        | 5,49      | —           | —         | 3,51        | 5,49      |
| $t_4$             | 7,29        | 12,78     | 1,89        | 1,89      | 5,40        | 10,89     |
| $t_5$             | 14,85       | 27,63     | 5,85        | 7,74      | 9,00        | 19,89     |
| $t_6$             | 16,74       | 44,37     | 8,64        | 16,38     | 8,10        | 27,99     |
| $t_7$             | 11,34       | 55,71     | 9,45        | 25,83     | 1,89        | 29,88     |

Jako uzupełnienie, podano w wykresie 3) krzywe całkowite przypiływu, odpływu i retencji.

W podobny sposób można oczywiście otrzymać dalszy przebieg odpływu i stopniowego opadania wody w zbiorniku, wykonywując konstrukcję od-

wrotną. Ponieważ nie ma to jednak właściwie praktycznego znaczenia, więc aby nie zaciemniać wykresu, pominięto tę konstrukcję w diagramie 2), uzupełniając jedynie wykres 1) krzywą sekundowego odpływu, wyznaczoną także przy fali opadającej. Z wykresu tego widać na pierwszy rzut oka, że pole zawarte pomiędzy krzywą objętości przypiływu i poziomem odpowiadającym objętości 100  $m^3/sek$ , nie jest wcale równe analogicznemu polu ograniczonemu przez krzywą odpływu. Pochodzi to stąd, że część całkowitej objętości przypiływu, mieszcząca się jeszcze po upływie czasu  $t_{1,8}$  w zbiorniku, zostanie dopiero następnie odprowadzona, np. przez upust denny.

Wynik badania byłby ujemny, gdyby wykazał przekroczenie bądź to największego dopuszczalnego spiętrzenia, bądź największej dozwolonej objętości odpływu. Wówczas należałoby wziąć pod rozwagę odpowiednią modyfikację położenia, względnie ilości lub rozmiaru otworów odpływowych, ewentualnie — podwyższenie zaporę.

Możliwie daleko idące wyzyskanie zbiornika przy zapewnieniu samej budowie koniecznego bezpieczeństwa przedstawia niekiedy szczególne trudności. Zachodzi to np. tam, gdzie podstawy obliczenia nie są dostatecznie pewne, gdzie warunek nieprzekroczenia pewnej normy odpływu nie da się w zupełności zadawalający sposób pogodzić z utrzymaniem poziomu wody w zbiorniku w granicach dopuszczalnych, gdzie chodzi o połączenie celów retencyjnych z użytkowymi, gdzie dokładność i szybkość prognozy potrzebnej do uregulowania odpływu nie może być z całą pewnością zagwarantowana i t. d. Wymaga to szczególnie starannego obmyślenia urządzeń do odprowadzania wody, zaprojektowania przelewów o odpowiednim poziomie, długości i wysokości warstwy wody, a w krańcowym wypadku — rozważenia możliwości przelania wody przez koronę muru zaporowego, który oczywiście musi wówczas otrzymać odpowiedni kształt i wymiar. Jednak tego rodzaju komplikacje założeń nie utrudniają wcale badania poszczególnych wypadków podanym wyżej sposobem, który właśnie w takich razach, gdy skombinowane obliczenie ma być przeprowadzone kolejno dla szeregu alternatyw, oddaje szczególnie cenne usługi.

## Dezynfekcja wody.<sup>\*)</sup>

Napisał Inż. Aleksander Szniolis, Państwowa Szkoła Higjeny w Warszawie.

### IV. Chlorowanie wody.

Ostatnim sposobem dezynfekcji wody, najbardziej tanim i prostym, jest chlorowanie wody. Sposób ten zaczął rozpowszechniać się stosunkowo bardzo niedawno, ale jeśli rzucimy okiem wstecz, to zobaczymy, że już w roku 1800 chlor został po raz pierwszy użyty przez Morveau we Francji, jako środek dezynfekcyjny. W r. 1854 Angielska Komisja Królewska zastosowała podchloryn wapnia

<sup>1)</sup> W zestawieniu tem uwzględniono tylko tę objętość wody, która przewyższa początkową objętość przypiływu, t. j. 100  $m^3/sek$ .

<sup>\*)</sup> Ciąg dalszy do str. 840 w Nr. 39 z r. b.

do dezynfekcji ścieków m. Londynu. Ług bielący, czyli woda Javelle'a, wynaleziona przez Percy'ego w fabryce Javelle'a w r. 1792, cieszyła się dużym powodzeniem, w przeciągu stulecia, jako dobry środek dezynfekcyjny i dezodorator.

Do połowy zeszłego stulecia uważano podchloryny jedynie jako dezodoratory, nie wiedząc nic o właściwym ich działaniu na życie biologiczne i używano ich wyłącznie do ścieków lub wydalin. Później, kiedy już zapoznano się z bakterjami, dokonano, zwłaszcza w Niemczech, wielu badań, ale znów prawie wyłącznie ze ściekami.

Co się tyczy dezynfekcji wody, to ściśle określić czas zastosowania chloru jest b. trudno. Są

dane, że w r. 1850 podchloryn wapnia był zastosowany do dezynfekcji studni. W r. 1897 Sims Woodhead użył roztworu podchlorynu wapnia do dezynfekcji rur wodociągu m. Maidstone w czasie epidemii duru brzuszego. Pierwsze systematyczne zastosowanie podchlorynu sodu do dezynfekcji wody, jako takiej, było dokonane przez A. C. Houston'a w r. 1904 w Lincoln, w Anglii. Od roku tego datuje się początek właściwego procesu chlorowania wody. Chlorowanie wody przez Houston'a było spowodowane wybuchem epidemii duru brzuszego po powodzi, w czasie której zbiornik wody, filtry i rurociągi zostały zanieczyszczone. Zastosowanie podchlorynu sodu dało tak dobre wyniki bakteriologiczne, że wkrótce inne miasta zaczęły wprowadzać stałą chlorynację wody.

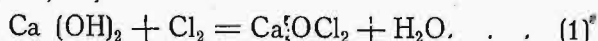
Jeszcze w r. 1903 Nesfield podał myśl zastosowania skroplonego czystego chloru, ale zaledwie w r. 1910 myśl jego urzeczywistnił major oddziału medycznego armji Stanów Zjedn. Darnall.

Od tego czasu chlorowanie wody na wodociągach miejskich zaczęło rozpowszechniać się z niesłychaną szybkością w Stanach Zjednoczonych i Anglii. W roku 1913 w Stanach Zjednoczonych chlorowano 6 milj. m<sup>3</sup> na dobę podchlorynem wapnia, w roku zaś 1924 — 15 milj. m<sup>3</sup> wody już chlorowano czystym chlorem w 3000 miast. Dzisiaj 80% całej ilości wody, dostarczanej przez wodociągi, chloruje się prawie wyłącznie czystym chlorem. W Europie również chlorowanie rozpowszechnia się bardzo szybko, szczególnie w Francji i w Niemczech.

Sprawa ta ma dla Polski pierwszorzędne znaczenie, ze względu na opłakane stosunki w dziedzinie zaopatrywania ludności w dobrą wodę, wobec czego poświęcimy jej więcej uwagi.

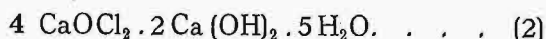
Do chlorowania wody używa się trzech rodzajów związków chlorowych: 1) podchlorynów wapnia i sodu, 2) czystego chloru, jako skroplonego gazu i 3) chloraminy.

Podchloryn wapnia wytwarza się przez przepuszczenie chloru przez wapno gaszone. Przytem otrzymujemy:



Teoretycznie związek ten winien zawierać około 50% chloru, lecz produkt handlowy nie zawiera więcej ponad 35 — 37%.

Produkt handlowy może być wyrażony wzorem chemicznym

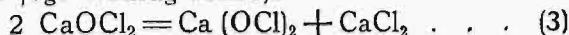


Zawiera on 68% CaOCl<sub>2</sub>, 20% Ca(OH)<sub>2</sub>, 12% H<sub>2</sub>O.

Związek ten nie jest stały i winien być przechowywany w suchym i ciemnym miejscu, ponieważ inaczej rozkłada się i traci chlor w bardzo szybkim czasie.

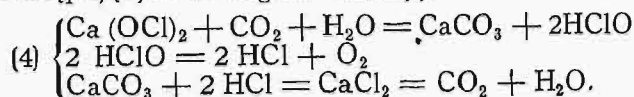
Związek CaOCl<sub>2</sub> nie jest właściwym podchlorynem wapnia, którego wzór jest Ca(OCl)<sub>2</sub>, nie jest to również mieszanina CaCl<sub>2</sub> i Ca(OCl)<sub>2</sub>, jak uprzednio przypuszczano. W stanie suchym związek ten istnieje jako CaOCl<sub>2</sub>. Związek ten w stanie czystym chemicznie istnieć nie może. Dla utrzymania go wymagana jest obecność nadmiaru zasady, która, jak widzieliśmy, w produkcie handlowym wynosi 20%.

Przy rozpuszczaniu w wodzie, następuje rozkład jego według reakcji



i w ten sposób w roztworze wodnym mamy już do czynienia z Ca(OCl)<sub>2</sub>, tracąc przytem część czynnego chloru na CaCl<sub>2</sub>. Odczyn roztworu jest lekko zasadowy.

Działanie podchlorynu, jako dezynfektora, i dalszy jego rozkład był tłumaczony poprzednio następującym szeregiem reakcyj:



Aczkolwiek reakcje te nie są nieprawidłowe i prawdopodobnie przebieg procesu w zasadzie jest zbliżony do tych reakcyj, to jednak tak napisane reakcje nie tłumaczą całego szeregu zjawisk, jakie zostały zaobserwowane przy chlorowaniu wody podchlorynami, a które zostały zakwalifikowane, jako niezrozumiałe lub anormalne. Chodzi tu głównie o wpływ elektrolitów na szybkość przebiegu reakcji.

Postaramy się to wytłumaczyć, opierając się na teorii elektrolitycznej dysocjacji jonów. Przy rozpuszczaniu w wodzie handlowego podchlorynu wapnia, będziemy mieli mało niezdysocyjowanych cząstek Ca(OCl)<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> i Ca(OH)<sub>2</sub> oraz mało jonów H<sup>+</sup>, pochodzących z dysocjacji wody, zaś dużo jonów Ca<sup>+</sup>, (OCl)<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> i (OH)<sup>-</sup> i dużo cząstek niezdysocyjowanych H<sub>2</sub>O. Z kombinacji tych jonów mogą powstać w roztworze następujące związki:

Z jonów H<sup>+</sup> i (ClO)<sup>-</sup> — HClO — b. słabo zdysocyjowany związek.

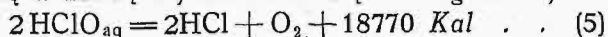
Z jonów Ca<sup>+</sup> i (ClO)<sup>-</sup> — Ca(OCl)<sub>2</sub> — stosunkowo nieźle zdysocyjowany.

Z jonów Ca<sup>+</sup> i (OH)<sup>-</sup> — Ca(OH)<sub>2</sub> — dobrze zdysocyjowany.

Z jonów Ca<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup> — CaCl<sub>2</sub> — najlepiej zdesocjowany.

W tych warunkach, jak wiemy, reakcja pójdzie w kierunku wytwarzania się związków najmniej zdysocyjowanych, t. zn. HClO. Ponieważ ilość jonów wodoru jest bardzo mała, to i szybkość wytwarzania się HClO będzie stosunkowo bardzo mała. Jeżeli ilość jonów wodorowych zostanie zwiększona przez dodanie kwasów lepiej zdysocyjowanych, aniżeli HClO, na przykład CO<sub>2</sub>, to obecność ich wpłynie na zwiększenie się szybkości reakcji, t. zn. wytwarzania HClO.

HClO, jako związek bardzo niestały, rozkłada się w miarę wytwarzania się według reakcji:



W ten sposób szybkość reakcji w wodach kwaśnych posiadających CO<sub>2</sub> będzie większa i proces rozkładu podchlorynów będzie zakończony wcześniej. Taki sam wpływ przyspieszający ma większa ilość dwuwęglanów wapnia, powodujących czasową twardość wody. Reakcją (5) tłumaczy się również bielące własności podchlorynow.

Bardzo ciekawym zjawiskiem jest wpływ na szybkość reakcji najrozmaitszych elektrolitów, dodawanych lub obecnych w wodzie. Zauważono, że dodanie chlorków — dobrych elektrolitów — ma

bardzo znaczny wpływ na przyspieszenie reakcji. Tak na przykład dodanie w małych ilościach chloru amonu, zwykłej soli kuchennej i innych chlorków przyspiesza rozkład podchlorynu w bardzo znacznym stopniu.

Tłomaczą to w sposób następujący: w roztworze podchlorynu wapnia mamy  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  w stanie zdysocjowanym i niezdisocjowanym. Przy dodaniu chloru lepiej zdysocjowanego aniżeli  $\text{CaCl}_2$ , wprowadzamy większą ilość jonów  $\text{Cl}^-$ . Zmusza to do zmniejszenia się stopnia dysocjacji  $\text{CaCl}_2$ . Tem samym ilość jonów  $\text{Ca}^{2+}$  zmniejsza się, co wywołuje lepsze zdysocjowanie się  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . Większa ilość jonów  $(\text{OCl})^-$  wpłynie na szybsze wytwarzanie się  $\text{HClO}$ , czyli na przyspieszenie reakcji.

Griffen i Hedallen (Jour. Soc. Chem. Ind., 1915, 34, 530) stwierdzili, że wpływ tych elektrolitów na szybkość rozkładu podchlorynu idzie w parze z ich zdolnością dysocjowania się.

Wpływ elektrolitów jest nie tylko ciekawy z punktu widzenia teoretycznego, lecz ma duże znaczenie praktyczne. Naprzykład może to być wykorzystane do przyspieszenia reakcji chlorowania w warunkach polowych. Z drugiej strony, należy liczyć się z tem zjawiskiem przy określaniu dozy chloru w postaci podchlorynów do wód z wielką ilością soli mineralnych.

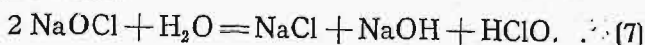
Zupełnie odmienny proces nastąpi, jeżeli do roztworu podchlorynu dodamy  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Związek ten, jako bardzo słabo zdysocjowana zasada (0,013), nie wpłynie zupełnie na zmniejszenie się stężenia jonów wodorowych w roztworze. Natomiast wejdzie w połączenie chemiczne z podchlorynem i wytworzy chloraminę  $\text{NH}_2\text{Cl}$ :



która sama jest specyficznym środkiem dezynfekcyjnym.

Własności bielące roztworu giną przytem zupełnie, co jest dowodem, że tlen w tym wypadku nie występuje zupełnie. Własności bakterjobjęcze chloraminy są bardzo silne. Szczegółowo omówimy działanie chloraminy niżej.

Drugim podchlorynem używanym w praktyce jest podchloryn sodowy, który działa szybciej, aniżeli podchloryn wapnia, ze względu na nieobecność nadmiaru zasady i obecność elektrolitu w postaci  $\text{NaCl}$ .

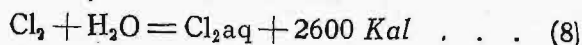


Podchloryn sodu jest używany prawie wyłącznie we Francji.

Używanie podchlorynu sodu nie wywołuje zwiększenia twardości wody, jak to czyni podchloryn wapnia (dodanie podchlorynu wapnia w ilości odpowiadającej jednemu  $\text{mg}$  chloru na litr wody zwiększa twardość o  $2\frac{1}{2}$   $\text{mg}$  na litr w oblizeniu na  $\text{CaCO}_3$ ).

Zupełnie inne reakcje powstają przy dodaniu do wody chloru czystego.

Przedewszystkiem tworzy się roztwór chloru w wodzie, czyli woda chlorowa:

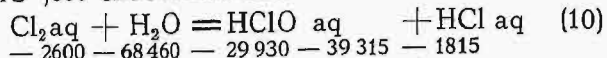


Woda chlorowa jest stosunkowo stała, lecz pod wpływem światła i obecności ciał organicz-

nych lub innych ciał, łatwo utleniających się, następuje jej rozkład:

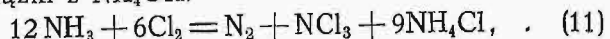


przyczem  $\text{HClO}$  prawie zupełnie się nie wytwarza i można wykryć tylko jego ślady w wodzie, co jest zupełnie zrozumiałe, gdyż reakcja wytwarzania się  $\text{HClO}$  jest endotermiczna:



Z poprzednich reakcji wynikałoby, że wpływ elektrolitów lub innych soli mineralnych na szybkość reakcji rozkładowych  $\text{Cl}_2\text{aq}$  nie powinien mieć miejsca.

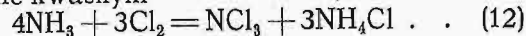
Nie możemy również wytworzyć chloraminy w wodzie przez dodanie amonjaku, ponieważ chlor czysty, będąc bardzo czynnym, wytwarza inne związki z  $\text{NH}_4\text{OH}$ .



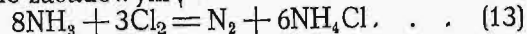
czyli obecność amonjaku w wodzie wpłynie tylko na stratę czynnego chloru.

Bray i Dovell wykazali, że produkty, otrzymywane z tej reakcji, zależne są od stężenia jonów wodorowych.

W odczynie kwaśnym



W odczynie zasadowym]



Dodanie amonjaku w stosunku 1:4 lub 1:3 do chloru nie tylko całkowicie niweczy działanie chloru, jako czynnika bakterjobjęczego, lecz nawet odwrotnie, wywołuje zwiększony wzrost bakteryj, prawdopodobnie z racji zwiększenia się ilości chloru amonu w wodzie, który służy jako pokarm dla bakteryj.

Działanie bakterjobjęcze czystego chloru jest takie samo, jak tej samej ilości czynnego chloru, obecnego w roztworze podchlorynu. Jednak, ponieważ nie cały chlor zawarty w podchlorynie jest czynny, a część jego ginie wraz z osadami przy rozpuszczaniu (około 2%) przeto udowodniono praktycznie, że jedna część chloru czystego jest równorzędna 6—7 częściom świeżego podchlorynu wapnia.

Przy dodaniu chloru w postaci czy to chloru czystego, czy też podchlorynu do wody naturalnej, powstaje szereg procesów, z których głównymi są:

- 1) utlenianie ciał organicznych i mineralnych, zawartych w wodzie;
- 2) bezpośrednie połączenie chloru z ciałami organicznymi i amonjakiem, o ile jest on obecny w wodzie;
- 3) działanie bakterjobjęcze.

Najszybciej przechodzi reakcją pierwszą, zwłaszcza utlenianie ciał organicznych. Naogół większość chloru, dodawana do wody, jest zużywana na ten proces. Tak na przykład 0,02  $\text{mg/l}$  chloru w wodzie dystylowanej ma znacznie większe działanie bakterjobjęcze, aniżeli 0,40  $\text{mg/l}$  w wodzie filtrowanej, która zawiera zawsze pewne ilości ciał organicznych. W wodach, zawierających dużo ciał organicznych, lub związków specyficznych, jak olejki, wydzielane przez plankton, kreatorzot, związki fenolowe i inne, reakcja druga jest czasem powodem wielu przykrości, ze względu na

powstawanie ciał o przykrym i specyficznym zapachu. Prawdopodobnie w czasie chlorowania tworzą się wyższe chloraminy organiczne, które nadają wodzie ten przykry smak. Przy kreozocie i związkach fenolowych naprz., które często trafiają do wody przy zanieczyszczeniu jej ściekami przemysłowymi, woda po chlorowaniu nabiera zapachu jodoformu.

O zjawiskach, jakie powodują zniszczenie bakterij, faktycznie nic nie wiadomo — są tylko różne przypuszczenia i teorie, nad którymi zatrzymywać się nie będziemy.

Danych co do ilości chloru, jakie są potrzebne do zabicia tego lub innego rodzaju bakterij, znajdujemy w literaturze bakteriologicznej bardzo wiele. Przeglądając je, będziemy zdziwieni niezwykłą rozbieżnością, jaka jest pomiędzy nimi, i z drugiej strony olbrzymimi dozami chloru, jakie są podawane przez autorów. Naprzykład Schuder (1911) podawał, że nawet 40 mg/l chloru nie zabija bakterij tyfusu i cholery. Nissen (Instytut Higjenu w Berlinie, 1890) podaje, że trzeba 420 mg/l chloru dla zniszczenia większości bakterij tyfusu w ciągu jednej minuty. Mohler (1911) znowu donosił, że po 50 minutach, przy dozie chloru 3 mg/l, otrzymał zupełną jałowość wody, posiadającej poprzednio 20 000 bakterij tyfusu. Rozbieżność danych tych pochodzi z kilku przyczyn. Jak już wspomnieliśmy, chlor dodany do wody jest przedewszystkiem skwapliwie pochłaniany przez proces utleniania ciał organicznych, przy czem lwią jego część zużywa się na ten właśnie proces. Otóż badacze ci zupełnie przeoczyli ten proces i nie brali pod uwagę tych ciał organicznych, jakie wprowadzali w postaci pożywki bakteriujnej przy inokulacji badanej wody bakteriami. To jednak ma wpływ olbrzymi, bo jeżeli dodamy do jednego litra wody 1 cm<sup>3</sup> kultury bakteriujnej w zwykłej wodzie peptonowej, to zwiększymy przytem zawartość ciał organicznych w wodzie o 10 mg, co pochłonie znaczne ilości chloru.

Drugim błędem, popełnianym przy tych badaniach, było dodawanie olbrzymich ilości badanych bakterij, takich ilości, jakich nigdy nie bywa w praktyce w wodzie, przeznaczonej do zaopatrywania ludności.

Trzecim wreszcie błędem było wymaganie, aby woda zakażona została wyjałowiona w bardzo krótkim okresie czasu, najczęściej w ciągu kilku minut; tymczasem w praktyce mamy przeważnie do rozporządzenia znacznie dłuższy okres czasu.

Wszystko to spowodowało nie tylko rozbieżność danych u poszczególnych badaczy, lecz również wyznaczanie przez nich niebywale wysokich doz chloru, jakich w praktyce nigdy nie możnaby było zastosować.

Pierwsze właściwe dane co do niezbędnej dozy chloru przy chlorowaniu wody podali w roku 1912 Lederer i Bachmann.

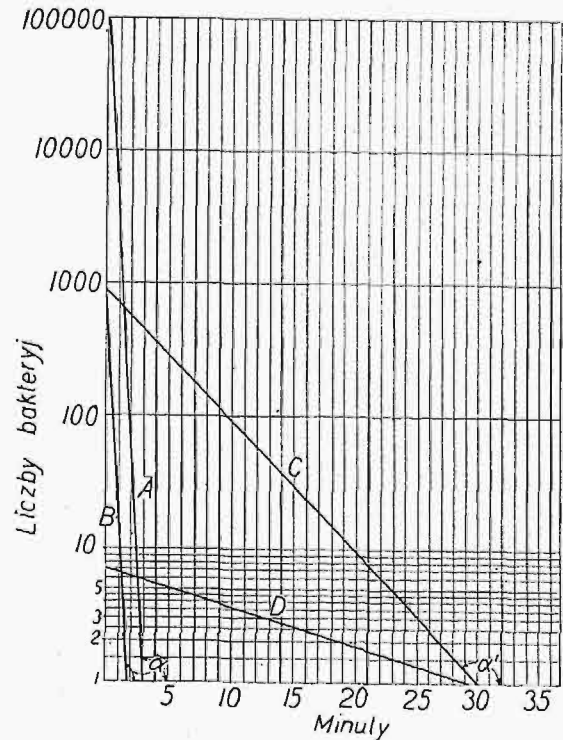
Jak widzimy z<sup>3</sup> załączonej tabeli V, z wyjątkiem proteus mirabilis, które tworzą zarodniki, wszystkie bakterje były zniszczone przy dozie 0,5 mg na litr chloru w ciągu 15 minut, pomimo że ilości bakterij również były wysokie. Przy dozowaniu, należy sobie uprzytomnić, że bakterje nig-

TABELA V.

Odsetkowe ilości zniszczonych bakterij po 15 minutach działania chloru.

| Ilość czynnego chloru mg/l                         | Rodzaj bakterij: |                         |                 |                   |                |                     |                  |
|--|------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|------------------|
|  | B. Cloacae       | B. feacalis alcaligenes | B. paratyphosus | Proteus mirabilis | B. Enteritidis | B. lactis aerogenes | B. choleroesius. |
| 0,1  | —                | 99,98                   | —               | 27,3              | —              | —                   | —                |
| 0,2  | 99,69            | 99,99                   | 99,97           | 45,5              | 99,83          | 99,17               | 95,8             |
| 0,3  | 99,75            | 100,00                  | 100,00          | 63,7              | 99,98          | 99,98               | 100,00           |
| 0,5  | 100,00           | —                       | —               | 62,7              | 100,00         | 100,00              | —                |
| 0,7  | —                | —                       | —               | 63,7              | —              | —                   | —                |
| 1,0  | —                | —                       | —               | 63,7              | —              | —                   | —                |
| 3,0  | —                | —                       | —               | 90,9              | —              | —                   | —                |
| 5,0  | —                | —                       | —               | 90,0              | —              | —                   | —                |
| Liczba bakt. w 1 cm <sup>3</sup> próby początkowej | 160 000          | 9500                    | 3000            | 8000              | 180 000        | 180 000             | 500              |

dy nie giną natychmiast pod wpływem tego lub innego czynnika. Wymieranie następuje zawsze według tak zwanej „krzywej wymierania“, której charakter zasadniczo zawsze jest ten sam, lecz której nachylenie waha się w zależności od czynności stosowanego środka. Jeżeli na papierze półlogarytmicznym oznaczać będziemy na osi pionowej liczby pozostałych przy życiu bakterij, a na osi poziomej — czas, to krzywa wymierania będzie przedstawiała się, jako prosta. Kąt nachylenia jej do osi poziomej będzie charakteryzował czynność lub intensywność środka. Im większy jest ten kąt (α), tem słabsze jest działanie środka (rys. 4).



Rys. 4. Krzywe wymierania bakterij.

Linja A charakteryzuje warunki stawiane dezynfekcji przez poprzednich badaczy: duża ilość bakterij i krótki czas kontaktu, — wskutek czego kąt α winien być stosunkowo mały, czyli intensywność środka winna być wysoka, to znaczy doza



chloru bardzo duża. Linja B charakteryzuje warunki podobne jak przy A, lecz ilość bakterij jest mniejsza, doza chloru ta sama — wobec czego zyskuje się na czasie dezynfekcji. Linje C i D charakteryzują warunki, spotykane w praktyce — ilość bakterij stosunkowo nieduża, czas rozporządzany duży, doza chloru wypada mała, ponieważ kąt jest duży.

Ostatnie badania w Stanach Zjednoczonych, w szczególności Race'a, wykazały, że przy zawartości 1000 B. Coli w  $1\text{ cm}^3$ , ilość ich redukuje się do 2 B. Coli w  $100\text{ cm}^3$  pod wpływem działania 0,1 mg/l chloru w przeciągu 10 minut w temperaturze  $18^\circ\text{C}$ , naturalnie nie biorąc pod uwagę chloru, niezbędnego przytem na utlenianie ciał organicznych. W wodach używanych do zasilania wodociągów, przy najwyższym ich zanieczyszczeniu, będziemy mieli około 1000 B. Coli w  $1\text{ cm}^3$ , w wodzie zaś przefiltrowanej — zaledwie kilka w  $1\text{ cm}^3$ . Stąd wynika, że dla wód naturalnych doza chloru, niezbędna do zniszczenia bakterij, jest minimalna, jeżeli obrano dostatecznie długi czas kontaktu.

Ponieważ jednak chlor jest zużywany w czasie chlorowania i na inne procesy, jak również może ulegać absorbcji, pomimo tych procesów, na przykład pod wpływem wyższej temperatury, lub intensywnego światła, przeto przy określaniu ilości chloru, jaką mamy dozować wodę, należy wziąć pod uwagę wpływ:

- 1) ilości ciał łatwo utleniających się, zawartych w wodzie;
- 2) temperatury wody;
- 3) sposobu i miejsca zastosowania chloru;
- 4) czasu kontaktu wody z chlorem i
- 5) innych wyjątkowych warunków, jak światła, mętności wody i t. p., które mogą wchodzić w grę w tym procesie.

Ze związków nieorganicznych, chlor utlenia sole żelazawe, azotyny i siarkowodór. Proces utleniania ciał organicznych odbywa się bardzo szybko w przeciągu pierwszych 5 minut po dodaniu chloru. O ile woda posiada barwę naturalną, która jest spowodowana bardzo stałymi ciałami organicznymi w stanie koloidalnym, to proces utleniania ich odbywa się bardzo długo i dozowanie w takich wypadku winno być oparte wyłącznie na próbach bakteriologicznych.

Wyższa temperatura wody przyspiesza nie tylko działanie bakterjobjęcze, ale i szybkość rozkładu chloru. Wobec tego dozy chloru w lecie muszą być większe, aniżeli w zimie. Ponieważ w wodzie cieplej proces rozkładu chloru może nastąpić wcześniej aniżeli proces zniszczenia bakterij, należy specjalnie uwzględnić ten warunek przy dozowaniu chloru dla cieplej wody.

Sposób i miejsce zastosowania chloru, a zwłaszcza gruntowne zmieszanie wody z chlorem, jest b. ważnym czynnikiem, wpływającym na dozę chloru. Niedostateczne przemieszanie wywołuje zwiększone stężenie chloru w pewnych częściach wody przy niedostatecznym stężeniu w innych. To zaś wywołuje niezbędną zwiększenia dozy chloru lub przedłużenia czasu kontaktu. Bardzo skuteczne jest mieszanie mechaniczne lub dodawanie chloru przed pompami odśrodkowymi, jeżeli takie istnieją w zakładzie.

Czas kontaktu jest b. ważnym warunkiem, gdyż przez obranie dłuższego kontaktu możemy zmniejszyć ilość chloru. Niema racji dodawania wielkiej ilości chloru w celu zmniejszenia czasu kontaktu, tembardziej, że przytem pozostanie duża jego część w stanie nierozłożonym i nieuniknione będą skargi konsumentów na zapach chloru w wodzie. Tak samo nie można obierać czasu kontaktu zbyt długiego, gdyż po 1-szym efekcie spadku ilości bakterij w wodzie następuje raptowny ponowny ich wzrost. Zwykle czas kontaktu ustala się nie krótszy niż 30 min i nie dłuższy niż 3 godz. Po 24 godzinach najczęściej wzrost bakterij jest znaczny.

Mętność wody wpływa ujemnie na dozowanie, ponieważ bakterje mogą być zawarte wewnątrz cząstek zawieszonych i przetrwać okres chlorowania, o ile doza chloru nie zostanie odpowiednio zwiększona w celu ich zabicia.

Światło wpływa dodatnio na proces rozkładu chloru, tak że, jeżeli woda chlorowana jest przechowywana w zbiornikach otwartych, to czas kontaktu może być skrócony, przy odpowiednim zwiększeniu dozy.

Praktyczne sposoby wyznaczania dozy chloru są następujące:

1) Sposób amerykański: dodaje się do wody pewną ilość chloru i po 5 min określa się ilość pozostałego chloru czynnego. Do ilości chloru absorbowanego w przeciągu tych 5 min. dodaje się 0,2 mg/l chloru, jako „dodatek bezpieczeństwa“, zapewniający zniszczenie bakterij. Przyjmuje się, że chlor zużyty w ciągu 5 min zużywa się wyłącznie na utlenianie ciał organicznych i mineralnych. Przy takim dozowaniu, po 30 min najczęściej cały chlor jest absorbowany, bakterje zaś zredukowane do pożądaných granic. Ten sposób dotyczy wód klarownych i posiadających nieznaczne zabarwienie. Stosowany jest na wszystkich wodociągach miejskich w St. Zjednoczonych.

2) Sposób Gascard'a i Laroche'a (używany w armji francuskiej i znany powszechnie). Do szeregu miseczek wlewa się po  $100\text{ cm}^3$  wody, która ma być chlorowana, i dodaje się stopniowo: do 1-szej miseczki — 1 kroplę, do 2-ej — 2 i t. d. rozcieńczonego 1:100 roztworu wody Javelle'a. Po 20 min dodaje się  $1\text{ cm}^3$  roztworu jodlku potasu i skrobi (1 g KJ, 1 g skrobi, 1 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kryst. do  $100\text{ cm}^3$  wody). Próbę z najniższą koncentracją chloru, wykazującą zabarwienie, uznaje się za właściwą. Liczba podobnych kropeł roztworu 1:1 wody Javelle'a na 10 litrów jest wówczas właściwą dozą.

3) Sposób, używany w naszej armji — zmodyfikowany dla podchlorynu wapnia: łyżeczkę podchlorynu wapnia, której pojemność równa się 2 g tego związku, wsypuje się do miseczki o pojemności  $150\text{ cm}^3$  i dolewa się  $150\text{ cm}^3$  wody. Po rozcieńczeniu, dodaje się 1, 2, 3... krople do szeregu miseczek z  $200\text{ cm}^3$  wody badanej w każdej. Po 30 min dodaje się roztwór jodlku potasu i skrobi. Najwyższą dozę, która nie wykazała zabarwienia, uznaje się za właściwą. Ilość łyżeczek podchlorynu wapnia, odpowiadająca ilości kropeł w próbie obranej, jest właściwą dozą dla 500 litrów wody. Przy takim określaniu, nie jesteśmy zupełnie zależni od ilości chloru czynnego w posiadanym podchlory-

nie wapnia. Są jeszcze inne sposoby, jednak wymienione są najpraktyczniejsze w zastosowaniu.

Ilościowe wyznaczanie chloru czynnego w wodzie najlepiej jest dokonywać z ortotolidyną (o ile niema w wodzie większych ilości azotynów, soli żelazawych lub znacznego zabarwienia naturalnego). Próby dokonywa się w opisany niżej sposób: 1 g czystej ortotolidyny rozpuszcza się w 1 litrze 10% roztworu kwasu solnego; 1 cm<sup>3</sup> tego roztworu dodaje się do 100 cm<sup>3</sup> badanej wody i po 5 minutach porównywa się kolorometrycznie ze stałymi roztworami standardowymi, specjalnie do tego przygotowanymi. W tym celu badana próbka wody i roztwory standardowe winne być umieszczone w Nesslerowskich cylindrach o jednakowej średnicy i jednakowej wysokości słupa wodnego. Standardowe roztwory przygotowuje się z roztworów siarczanu miedzi i dwuchromianu potasu w sposób następujący:

a) roztwór siarczanu miedzi: rozpuścić 1,5 g siarczanu miedzi i 1 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu siarkowego w 100 cm<sup>3</sup> wody dystylowanej,

b) roztwór dwuchromianu potasu: rozpuścić 0,25 g dwuchromianu potasu i 1 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu siarkowego w 100 cm<sup>3</sup> wody dystylowanej.

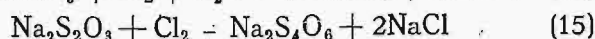
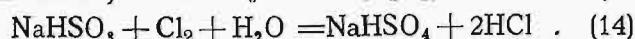
Następnie dodać obydwie roztwory w ilościach wskazanych w podanej niżej tabeli i dopełnić każdą mieszaninę do 100 cm<sup>3</sup> wodą dystylowaną.

STABELA VI.

Stałe roztwory standardowe według Hale'a i Muer'a (1925).

| Jakiej ilości mg/l chloru czynnego odpowiada roztwór | Ilość cm <sup>3</sup> roztworu siarczanu miedzi | Ilość cm <sup>3</sup> roztworu dwuchromianu potasu |
|--|---|--|
| 0,10   | 1,9   | 1,3  |
| 0,15   | 1,9   | 1,7  |
| 0,20   | 2,0   | 2,1  |
| 0,25   | 2,0   | 2,6  |
| 0,30   | 2,0   | 3,0  |
| 0,35   | 2,0   | 3,4  |
| 0,40   | 2,0   | 3,8  |
| 0,50   | 2,0   | 4,7  |
| 0,60   | 2,0   | 5,5  |
| 0,70   | 2,0   | 6,4  |
| 0,80   | 2,0   | 7,2  |
| 0,90   | 2,0   | 8,1  |
| 1,00   | 2,0   | 9,0  |

W wypadkach, kiedy chlorowanie winno być przeprowadzone szybko (naprzykład w polu), można używać nadmiaru chloru i po 10—15 min nadmiar pozostałego chloru dechlorować przez dodanie roztworu NaHSO<sub>3</sub> lub Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, wedł. reakcji:



Skuteczniejsze jest działanie NaHSO<sub>3</sub>, na zdechlorowanie bowiem 1 części chloru trzeba 1,46 części NaHSO<sub>3</sub>. Związek ten jednak nie jest stały. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jest stałym związkiem, ale na zdechlorowanie jednej części chloru trzeba 7 części tej soli.

Przy chlorowaniu wody, podobnie jak i przy innych sposobach dezynfekcji, nie wszystkie bakterje giną w wodzie. Najwcześniej giną bakterje t. zw. „wodne”, następnie te bakterje, które są zwykłym mieszkańcami przewodu pokarmowego — bakterje Coli i inne. Bakterje cholery i tyfusu giną w tym samym czasie, jak B. Coli. Bakterje zaś wy-

tworzące zarodniki, a tego rodzaju bakterje mamy w wodzie przeważnie z grupy subtilis, pochodzenia ziemnego, i B. enteritidis sporogenes, ze ścieków i nawozu, nie giną wszystkie, ponieważ zarodniki tych bakterji są bardzo odporne i przy zwykłych dawkach chloru nie giną. Można by było je zabić większą ilością chloru lub powtórną chlorynacją, lecz to nie ma racji, ponieważ te formy bakterji, które są zwykle spotykane w wodzie, nie mają żadnego znaczenia sanitarnego. Ciekawe jest, że po chlorynacji otrzymujemy często ilość kolonii na agarze przy 37° C większą, aniżeli przy 20° C na żelatynie, co jest zrozumiałe, wobec tego, co powiedziano powyżej.

Wzrost liczby bakterji po chlorynacji zależy całkowicie od temperatury wody i ilości chloru, dodanego do wody. Wzrost w lecie jest b. szybki, wobec czego dozowanie winno być odpowiednio dostosowane. Wzrost bakterji daje się szczególnie odczuwać w końcowych liniach wodociągu, gdzie woda przebywa znacznie dłużej, aniżeli normalnie w całej sieci. Aczkolwiek wzrost późniejszy bakterji nie jest niebezpieczny, to jednak jest bezwzględnie niepożądany, chociażby ze względu na trudność kontrolowania stanu sieci rur w mieście w drodze bakteriologicznej. Przy odpowiednim zaprojektowaniu sieci wodociągowej (z krążeniem w całej sieci) i odpowiednim dozowaniu wody chlorem, można jednak uniknąć tego.

Co się tyczy smaku i zapachu wody pod wpływem chlorowania, to naogół, przy prawidłowym dozowaniu i wyborze odpowiedniego czasu kontaktu, skarg ze strony konsumentów niema. Bywają skargi ze strony osób nerwowych, pod wpływem auto-sugestji. Bardzo często w Stanach Zjednoczonych skargi takie zgłaszano do zarządów wodociągów zaraz po ogłoszeniu, że woda ma być chlorowana, aczkolwiek chlorowanie jeszcze nie zostało uruchomione. W wodach, zawierających dużo soli mineralnych, zapach chloru najczęściej występuje w wodzie ogrzanej. Są również trudności z wodami, w których ilość ciał organicznych zmienia się często, co utrudnia dozowanie chloru i dzięki czemu, w pewnych chwilach, może się zdarzyć jego nadmiar. Z drugiej strony, wody zabarwione pozwalają na większe odchylenia w dozie chloru i przytem nie pozostaje w wodzie ani smaku, ani zapachu chloru.

(d. n.).

## Nowe wydawnictwa.\*)

- Ustroje zreszereniowe w powojennych cukrownictwach europejskich. W. Osten-Sacken. Str. 74. Warszawa, 1927.
- Traité de la teinture moderne. H. Spétebroot. Wyd. 2-gie. Str. 740 ze 178 rys. Dunod. Paryż, 1927.
- Elektrische Widerstand - Schweissung und - Erwärmung. A. J. Neumann. Str. 188 z 250 rys J. Springer. Berlin, 1927.
- Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. Dr. Ing. E. Reutlinger i Ing. M. Gerbel. Tom I. Str. 264 ze 109 rys. J. Springer. Berlin, 1927.
- Papierprüfung. Prof. W. Herzberg. Wyd. VI. Str. 268 z 110 rys. i 23 tab. mikrofol. Wyd. J. Springer. Berlin, 1927.

\*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

# PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

## DROGI KOŁOWE.

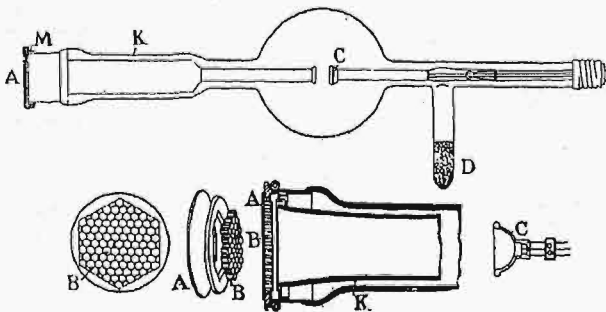
### Wybór materiału nawierzchni dla dróg samochodowych.

Opisując wykonane w Niemczech drogi samochodowe, ich zalety i wady (m. in. przytaczając opis poważnej katastrofy, jaka się zdarzyła na jednej z dróg), wymienia autor wymagania, jakim powinien odpowiadać materiał nawierzchni, dla bardzo szybkiego ruchu. Są to głównie: dostateczna szorstkość powierzchni, zapobiegająca odrzucaniu pojazdu pod działaniem siły odśrodkowej; niewrażliwość na oddziaływanie kół; niewytwarzanie kurzu, wzgl. wytwarzanie jaknajmniejszej ilości tegoż; odporność nawierzchni na działanie gazów spalimowych i smarów. Zarazem zaznacza jednak, że żaden ze znanych obecnie materiałów nie odpowiada tym wymaganiom, lecz najbardziej zdaje się do nich zbliżać beton. Przy stosowaniu betonu, powstają wszakże trudności z przykrywaniem fug wykonywanych ze względu na rozszerzalność i skurcz betonu, oraz z zabezpieczeniem od śliskości nawierzchni podczas deszczu. Trudności te jednak uważa autor za możliwe do przezwyciężenia. (B a u i n g., 1927, zes. 22, 399—401).

## FIZYKA STOSOWANA.

### Wysocprzenikliwe promienie katodowe.

Lenard'owi udało się w r. 1894 po raz pierwszy przepuścić promienie katodowe poza lampę w atmosferę; jednak dopiero w r. ub. Coolidge zbudował aparaturę specjalną, mogącą emitować na zewnątrz promienie katodowe o znacznej intensywności.



Rys. 1. Schemat ustroju rury katodowej Coolidge'a.

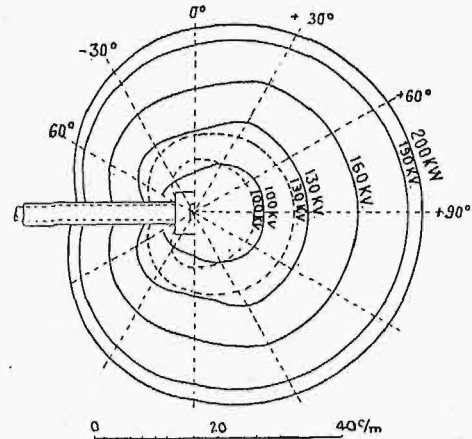
A — anoda-okienko, B — siatka molibdenowa, C — katoda, D — rurka z węglem kakaowym lub z potasem, K — rura miedziana, M — chłodnica wodna.

Rury Coolidge'a, służące do tego celu, mają 89 cm długości, przy napięciu 250 kV, i 155 cm — przy 350 kV (rys. 1). Anoda A zawiera zarazem okienko dla promieni; składa się ona z bardzo cienkiej blaszki niklowej, opartej na siatce molibdenowej i ochładzanej obiegami wody M. Rura miedziana K służy jako pokrywa elektrostatyczna osłony szklanej. Żeby uniknąć nadmiernego grzania się anody, pod działaniem uderzających w nią elektronów, emitowanych przez rozżarzoną katodę C, należy dążyć do rozłożenia uderzeń tych możliwie na całą powierzchnię anody. Również uniknąć należy uderzeń elektronów o rurę K, ponieważ powodują one grzanie się tej i wytwarzanie się pasożytniczych promieni Röntgena.

Okienko A powinno być wykonane z metalu o małym ciężarze atomowym, dużej gęstości, odpornym na utlenianie się w wysokich temperaturach i o dużej przewodności cieplnej. Grubość używanej blaszki niklowej wynosi 0,0127 mm. Siatka molibdenowa służy do podparcia tej cienkiej blaszki. Do wytwarzania potrzebnej energii elek-

trycznej używa się takiej samej instalacji, jak do promieni Röntgena. Obserwator powinien być bardzo starannie osłonięty.

Intensywność promieni może być zmieniana w b. szerokich granicach, przez zmiany prądu zrzecenia. Zasięg promieni jest określany zapomocą obserwowania fluorescencji kawałka kredy, lub też drogą fotograficzną. Ilustruje go rys 2.



Rys. 2. Krzywe zasięgu promieni katodowych.

Promienie katodowe oddziałują na reakcje chemiczne i wywierają duży wpływ fizjologiczny. Istnieją przypuszczenia, że w obu tych kierunkach działanie promieni katodowych wroży wielkie możliwości, odnośnie jednak badania są dopiero zapoczątkowane. \*) (ETZ., 19 maja r. lb.)

## KOTŁY PAROWE.

### Pęknięcie blach kotłowych.

Pęknięcia blach kotłowych w pobliżu nitowań są natury międzykrystalicznej, w przeciwieństwie do innych zjawisk pęknięcia — transkrystalicznego. Pęknięcia te powodowane są łącznie przez wyzarcia chemiczne i naprężenia mechaniczne. Woda, zawierająca nadmiar siarczanu sodu w stosunku do sody, nie powoduje kruchości „kaustycznej”, ponieważ siarczan osadza się w szwach i tworzący się tu ług chroni je od wyzarcia. W związku z tem Amer. Stow. Inż. Mechaników zaleca stosowanie nast. stosunku siarczanu sodu do sody w wodzie zasilającej: dla ciśnienia poniżej 10 at — 1:1, przy 10 ÷ 17 at — 2:1, a ponad 17 at — 3:1. Praktyka wykazuje, że w tych warunkach kruchość pod działaniem wyzarcia nie występuje. (Industrial Engg. Chem., 1927, zes. 5, str. 620—622).

## METALOZNAWSTWO.

### Badanie przebiegu rekrytalizacji srebra, miedzi i glinu.

Analiza roentgenograficzna wykazała, że orientacja krystalitów po przewalcowaniu zmienia się podczas rekrytalizacji: 1) tworząc nowe ułożenie rekrytalizacyjne, przechodzące w wyższych temperaturach w bezwładne ułożenie (przykładem srebro o 98% zgniotu), 2) tworząc nowe ułożenie rekrytalizacyjne trwałe aż do temperatury topienia (przykładem miedź o 99% zgniotu), 3) tworząc od razu bezwładne ułożenie krystalitów (glin o 98% zgniotu). Na charakter zachowania się metalu podczas rekrytalizacji (powyższe trzy rodzaje) wpływa silnie poprzednia obróbka na gorąco i następna na zimno, stopień zanieczyszczenia i ilość możliwych symetrycznych położań kryształów. Nawet bardzo znaczne stopnie zgniotu nie są w stanie usunąć wpływu

\*) Por. Przegl. Techn. t. 64 (1926) str. 553—554, oraz t. 65 (1927) str. 141—142.

poprzedniego wyżarzania, z czym należy się liczyć w praktyce. Nieznaczne już domieszki zmieniają silnie temperaturę rekrytalizacji, a zatem i inne właściwości metali. Tak np. 0,2% Cu podwyższa temperaturę rekrytalizacji srebra o 65°, jeszcze silniej działa na srebro Fe, bo w ilości 0,05% obniża temperaturę rekrytalizacji ze 150° do temperatury pokojowej, co jest bardzo niepożądane, bo tworzą się przy tem wielkie ziarna i metal staje się kruchym. (R. Glocker i H. Widmann. *Z. für Metallkunde* 1927, str. 41).

Z. J.

### Badanie materiałów z punktu widzenia obróbki i zastosowania.

Badanie materiałów stosuje się przeważnie w dwóch wypadkach: a) w celu określenia jego właściwości potrzebnych podczas przeróbki, b) w celu oznaczenia właściwości potrzebnych dla konstruktora, czyli w celu określenia właściwości materiału podczas zastosowania. Dla przeróbki miarodajne są właściwości plastyczne i określenie tego zakresu, w którym odkształcenia plastyczne mogą zachodzić, ponadto ważną jest rzeczą znajomość wpływu temperatury na te właściwości, gdyż przeważnie w technice obróbka odbywa się w temperaturach wyższych. Wytrzymałość i wydłużenie (przewężenie) przy wyższych temperaturach są miarodajnymi czynnikami przy określaniu zdolności przerobczej metali i stopów. Granica sprężystości odgrywa natomiast przy tego rodzaju naprężeniach jedynie rolę podrzędną, jako wskaźnik dla zastosowania siły zgniatającej. Przeciwnie, przy zastosowaniu konstrukcyjnym metali i stopów, warunki, a zatem i wymagania są inne. Przeważnie chodzi w tym wypadku o zachowanie się materiałów w temperaturze zwykłej (pomijając zastosowania specjalne). Naprężenia wchodzące tu w grę są sprężyste, t. j. ograniczone granicą sprężystości. Z tego wynika, że najważniejszym czynnikiem dla konstruktora będzie określenie granicy sprężystości danego metalu czy stopu. Twierdzenie to opiera się na obserwacji ogólnej, istnieją bowiem i w konstrukcjach wypadki zużytkowania plastycznych właściwości metalu (uszczelnienia metalowe, bezpieczniki przy walcach i t. d.). Granicę sprężystości określa się obecnie, zgodnie z uchwałą Zjazdu Międzynarodowego Stowarzyszenia dla Badań Materiałów w Brukseli w 1906 r., jako takie obciążenie, które wywołuje 0,001% trwałej zmiany długości, podczas gdy przez granicę płynności rozumiemy obciążenie pozostawiające 0,2% zmiany długości. Przyczyną niestosowania jednak przez konstruktora właśnie granicy sprężystości są zarzuty następujące: 1) granica sprężystości nie jest stała dla materiałów poprzednio zgniecionych; występują wahania od 0 do 20 kg/mm<sup>2</sup>; 2) granica sprężystości zmienia się, gdy materiał zostanie poprzednio poddany działaniu sił rozciągających; 3) wartość określająca granicę sprężystości materiału zależy od dokładności użytych przyrządów pomiarowych; 4) wartość granicy sprężystości zależy od naprężeń powstałych podczas hartowania, walcowania i kucia; 5) niema granicy sprężystości w materiałach nie-metalowych.

Na podstawie własnych badań i dociekań, doszedł autor do wniosków, że: ad 1): badając granicę sprężystości na zgniecionych stopach glinowych nie zauważył wspomnianych wahań. Niepewnym może się stać określenie granicy sprężystości jedynie dla materiałów, wykazujących silne naprężenia wewnętrzne; ad 2): o ile poprzednio działające siły były poniżej granicy sprężystości, nie zmienia się ona w dalszym ciągu, zaś przy poddaniu materiału naprężeniom ponad sprężystym, granica sprężystości wzrasta. Również i starzenie zgniecionych stopów nie obniża granicy sprężystości. Obciążenia zmienne, o ile nie przekraczają wartości spręży-

stych, nie zmieniają granicy sprężystości, nawet po wielokrotnem zastosowaniu zmiany obciążeń (skręcanie, gięcie, ciągnięcie okresowe). Raz zastosowane zmienne naprężenie nadsprężyste, powoduje stałe odkształcenie, które może się pogłębiać w dalszym ciągu już pod wpływem naprężeń sprężystych; ad 3): na podstawie wykresów wartości pomiarowych, otrzymanych z dającą się obecnie osiągnąć dokładnością, należy przypuszczać, że błąd popełniany przy określaniu granicy sprężystości, jest mniejszy niż 10% wartości otrzymanej in minus, o ile na podstawie innych wywodów przyjmie się, że granica sprężystości wogóle istnieje; ad 4): z doświadczeń wynika, że najniższa wartość granicy sprężystości występuje w materiale wyżarzonym, podobnie jak i wytrzymałość; ad 5): badanie zjawiska zmęczenia uwypukla niejednokrotnie asymptotyczną wartość naprężenia, poniżej której można cykliczne zmiany naprężeń powtarzać nawet do 400 milionów razy bez wywołania zmęczenia, co staje się dowodem istnienia granicy sprężystości. Znaczną trudność stanowi pomiar granicy sprężystości. Dotychczas przeprowadza się go aparatem lusterkowym Martens'a. Nieprecyzyjne zawieszenie próbki powoduje niejednakowe wychylenia lusterek i czyni cały pomiar iluzorycznym. Trudność zaś dokładnego zamocowania próbki w stosowanych obecnie aparatach jest bardzo wielka, jak o tem wie każdy, kto te pomiary wykonywał. Autor podaje opis aparatu z dokładnym pionowym prowadzeniem próbek. Wszystkie powyższe wnioski oparte są na badaniach przeprowadzonych na stopach glinowych i miedzianych. W konkluzji dochodzi autor do wniosku, że znaczenie granicy sprężystości dla konstruktora jest niezmiernie ważne. W dyskusji nad powyższym artykułem zaznaczono, że kwestja ta jest dopiero w stadium rozwoju i należałoby w pierwszym rzędzie przeprowadzić badania nad stałą. (G. Welter, *Z. f. Metallkunde*, 1927, 232—265).

Z. J.

### Wpływ drobnych domieszek (Bi, Pb, Sn i t. d.) na budowę i obrabialność złota i jego stopów.

Srebro, miedź, nikiel, platyna i pallad tworzą ze złotem roztwory stałe ciągłe. Dodatek żelaza do 10%, cyny do 5%, bizmutu do 4%, antymonu do 3%, przechodzi w roztwór stały, lecz obrabialność stopów tych spada znacznie szybciej. Tak więc stopy złota z maximum 1% Fe, 1% Sn, 0,01% Bi, 0,1% Sb są jeszcze obrabialne. Antymon, glin, tellur i ołów tworzą związki chemiczne ze złotem, przez co zmniejszają jeszcze bardziej obrabialność stopu. Glin w ilości do 1%, tellur do 0,01%, i ołów do 0,005% nie pogarszają zbytnio obrabialności złota. Wyżarzanie w żadnym z powyższych wypadków nie polepsza obrabialności materiału. (L. Nowack. *Z. f. Metallkunde*, 1927, 238).

Z. J.

### OGRZEWNICTWO.

#### Zagadnienia ogrzewania domów i izolacji.

Na tle rozważań o znaczeniu ogrzewania gazowego i izolacji cieplnej, przytacza autor przykład oszczędności paliwa w domu 3-piętrowym o dachu betonowym, 10 cm grubości, o polu 1300 m<sup>2</sup>, przy zastosowaniu izolacji. Przy temperaturach zewnętrznej — 18° i wewnętrznej 21° C, przepływa przez dach 86 500 Kal/h, w razie zaś zaizolowania płytami korkowymi 38 mm grub. — 32 000 Kal/h (przewodność w pierwszym wypadku 0,35, w drugim — 0,13). Zakładając średnią t-ę zewnętrzną 4° C i 210 dni opalania w roku, oblicza autor, że oszczędność roczna węgla wyniesie 40 t, przy wart. opałowej 7800 Kal/kg i sprawności instalacji ogrzewniczej 0,60. Natomiast koszt izolacji wyniosą zaledwie 2—3% wartości budowli. (Amer. Gas J., 1927, zes. 17, 403—406).

## TECHNIKA CIEPLNA.

### Trzykrotne wyzyskanie pary.

Wytwórnia Lincoln Oil Refining Co, w m. Robinson, powiększając 5-krotnie moc swych urządzeń, wprowadziła nową gospodarkę parową, wyzyskując wytwarzaną parę 3-krotnie: para z kotłów, o prężności 18 at man., rozpręża się w turbinie do 7,5 at man., następnie zużywa się ją do celów fabrykacyjnych, rozprężając do 0,15 at man., wreszcie wprowadza ponownie do turbiny, gdzie — w części niskoprężnej — zachodzi ostateczne jej wyzyskanie. Artykuł zawiera szczegółowy opis instalacji. (Power, 1927, zes. 20, str. 732—737).

### Przegrzewanie międzystopniowe zapomocą świeżej pary.

W znanej elektrowni Crawford Avenue ma być wkrótce uruchomiona pierwsza w Ameryce turbina z przegrzewaniem międzystopniowym, zapomocą świeżej pary. Turbinę tę wykonało T-wo General Electric Co; jej moc wynosi 90 000 kW, z czego 35 000 kW przypada na część wysokoprężną, zaś 55 000 kW — na niskoprężną. Ciśnienie dołotowe ma wynosić 38,5 at, temperatura 385°. Para wylotowa z części wysokoprężnej ma być przegrzewana do 240°—250° zapomocą pary świeżej. Jako ważną zaletę tego przebiegu, wymienia autor oszczędność na kosztach zakładowych oraz zupełnie jednostajną temperaturę pary przegrzanej, która zależy tylko od temperatury nasycenia pary świeżej. Wadą natomiast jest stosunkowo nieduże przegrzanie.

Ponieważ jednak w danym wypadku para pozostaje aż do ostatecznego wieńca prawie w stanie przegrzanym, przeto powyższa cecha ujemna nie ma znaczenia i korzyści gospodarcze przewyższają braki termiczne. (Power, 23 sierpnia r. b., str. 288).

## TURBINY PAROWE.

### Badanie turbiny Zoelly o mocy 11 000 kW.

Prof. Stodola opisuje przeprowadzone badanie powyższej turbiny, dokonane w celu wyznaczenia sprawności łopatek, która daje właściwą miarę doskonałości przetwarzania energii w łopatkach. Autor przytacza opis metod pomiarowych i zastosowanych przyrządów, a następnie podaje nast. wyniki, otrzymane na podstawie pomiarów i bilansów termodynamicznych: sprawność przy całkowitem obciążeniu, odniesiona do mocy wewnętrznej i stanów: przed pierwszym kołem kierowniczym i za ostatnim kołem roboczym — 84,8%; odniesiona do tejże mocy i stanów z przed I-go koła kierowniczego i w skraplaczu — 83,9%; w odniesieniu do mocy na sprzęgle i stanów: przed głównym zaworem dołotowym i w skraplaczu — 81,6%. Dla 6-go koła łopatkowego w obrębie wysokiej prężności otrzymano — po odliczeniu strat na tarcie wirnika i na nieszczelności — sprawność łopatek 90%. (VDI, 71 (1927), 22, 747—752).

## WALCOWNICTWO.

### Badania nad zachowaniem się metali przy walcowaniu lub kuciu.

Przesunięcia cząsteczek materiału przy walcowaniu są dotychczas mało zbadane, przeważnie bowiem opierano się dotąd na wynikach, otrzymywanych przy zwykłym zgnieciu metalu. Autor wykazuje, że jest to niedopuszczalne, że przy badaniu należy warunki nateżeń bardziej zbliżyć do rzeczywistych, jakie powstają przy walcowaniu, wzgl. kuciu. Na podstawie całego szeregu prób, autor stwierdził, że wędrowanie cząsteczek wzdłuż osi walcowania (wydłużenie) i wpoprzek osi (roztlaczanie boczne) jest zależne od: plastyczności materiału, a ta znow — od temperatury metalu, różnicy wysokości przed i po przejściu przez walce, średnicy walców i szybkości walcowania. Ujęcie poszczególnych wpływów w

ściłą regułą jest dotąd niemożliwe. Z tego też powodu kalibrowanie dziś jeszcze polega na odgadywaniu intuicyjnym pewnych reguł zachowania się materiału.

Na podstawie całego szeregu makrografii i mikrografii profilów przejściowych i końcowych kątowników, walcowanych w różny sposób, dochodzi autor do wyniku, że kątowniki należy kalibrować „sposobem rozchylonym”, przy innych bowiem sposobach materiał ulega przy ostrzu kątownika zbyt-nim nateżeniom, co wpływa ujemnie na własności fizyczne kątownika. Zarazem stwierdza ogólnikowo, że należy unikać zbyt wielkiego nateżenia w części jednego wykroju, lecz kształtowanie pożądanego profilu należy równomiernie rozdzielić na kilka wykrojów. (G. Sachs, Z. f. Metallkunde, 1927, zeszyt 5). Ł-ski.

## Bibliografia.

Wärmewirtschaft. Dr. Kurt Geisler. Technische Fachbücher, nakł. C. W. Kreidel'a. Monachjum, 1927.

Gospodarka cieplna Dr. inż. K. W. Geislera napisana jest w sposób b. przystępny i przeznaczona dla pracowników kotłowych i maszynowych o wykształceniu elementarnym.

Atoli autor dzieli książkę na pięć części.

W części I-ej, będącej poniekąd wstępem, autor objaśnia, drogą prymitywną, pojęcia temperatury, ilości ciepła oraz istotę i cele racjonalnej gospodarki cieplnej.

Część II-ga zawiera wstępne wiadomości z fizyki: pojęcie ciężaru, objętości, ciśnienia, skale temperatur oraz temperaturę bezwzględną. Wyjaśnia pojęcie ilości ciepła i ciepła właściwego, mówi o zmianie stanu skupienia ciał, o gazach, o parze nasyconej i przegrzanej.

W sposób dostosowany do poziomu czytelników o wykształceniu elementarnym, mówi o dwu zasadniczych prawach termodynamiki, o spalaniu, materiałach opałowych i przewodzeniu ciepła.

Część III-cia traktuje o sprawności silników i kotła parowego, wyjaśnia pojęcia pracy i mocy, posilkując się jednocześnie przykładami liczbowymi.

W części IV-tej obznajmia przygotowanego już czytelnika z zasadniczymi urządzeniami zakładów cieplnych. Mówi o kotłach parowych, o paleniskach i przegrzewaczach i kominie. Na podanych wykresach Sankey'a bilansu cieplnego kotła wyjaśnia wpływ zupełnego spalania na wydajność cieplną kotła.

Omawiając krótko istotę ogrzewania parowego niskiego i wysokiego ciśnienia oraz ogrzewania powietrznego, autor przechodzi do maszyn i turbin parowych. Objaśnia sposób pracy pary w cylindrze maszyny, podając wykres indykatora, mówi o pracy maszyn z przeciwprężnością i skraplaniem pary, o maszynach wielocylindrowych i rodzajach rozrządu pary.

Wyjaśniając różnicę pomiędzy turbiną akcyjną i reakcyjną, autor podaje bilanse cieplne turbin zwykłych oraz pracujących z wykorzystaniem ciepła pary odlotowej i pobieranej między stopniami ciśnienia. Porównywa następnie maszynę parową z turbiną. Silniki spalinalowe traktowane są bardzo zwięźle, przyczem dla porównania autor załącza równoległe bilanse cieplne silników parowych i spalinalowych.

Parę słów poświęcił też autor chłodnictwu, a następnie zasobnikom ciepła, wyjaśniając na przykładach zasadę ich pracy, i nakoniec generatorom gazowym.

W ostatniej, V-ej części znajdujemy porównanie pracy urządzeń silnikowych parowych i spalinalowych, oraz poruszone są zagadnienia wyzyskania pary odlotowej do celów grzejnych w elektrowniach i zakładach chemicznych.

Całość sprawia wrażenie zwięzłej, przystępnej pracy, obejmującej całokształt zagadnień gospodarki cieplnej współczesnej, utrzymanej na poziomie niższych techników, werkmistrzów i inteligentnych maszynistów, i dla takich czytelników jest bardzo polecenia godna.

Czytając tę książkę, nasuwa się myśl o konieczności stworzenia polskiej biblioteczki dziełek technicznych dla tej właśnie kategorii czytelników, która bardziej od innych wymaga dokształcania, utrudnionego dziś właśnie wskutek braku dobrych a przystępnych podręczników.