

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 24

WARSZAWA, 9 GRUDNIA 1936 R.

Tom LXXV

## TREŚĆ.

Automatyzacja telefonów w Polsce, inż. J. Silberstein.  
 Ilość cementu, a wytrzymałość betonu, inż. H. Wąsowicz.  
 Kolej linowa w Krynicy, inż. P. Jakowlew.  
 Bibliografia.  
 Kronika.  
 Wiadomości T. W. T.

## SOMMAIRE:

Téléphones automatiques en Pologne, par M. J. Silberstein.  
 Quantité de ciment et la résistance du béton, par M. H. Wąsowicz.  
 Funiculaire à Krynica (Polone), par M. P. Jakowlew.  
 Bibliographie.  
 Chronique.  
 Bulletin de la Société Technique Militaire.

Inż. J. SILBERSTEIN

621 . 395 . 34 (438)

## Automatyzacja telefonów w Polsce

W ciągu kilku ostatnich lat struktura miejskich sieci telefonicznych w Polsce uległa zasadniczym przemianom. Zamiast dawnych systemów obsługi ręcznej w coraz większej ilości miast spotykamy nowoczesne centrale automatyczne, zapewniające abonentom telefonicznym wygodną, szybką i sprawną obsługę, czyniące telefon rzeczywiście wartościowym narzędziem życia gospodarczego i społecznego; również i w życiu prywatnym coraz liczniejszych rzesz ludności telefon staje się przedmiotem nie zbytku lecz codziennego użytku; czego dowodem może być choćby coraz większy udział telefonów „mieszkańczych”.

Pierwsze centrale automatyczne na ziemiach polskich wybudowano jeszcze przed wojną w Krakowie i w Poznaniu. Centrala krakowska systemu *Die-tla*, odznaczającego się już przy najbardziej powierzchownym zapoznaniu niezwykle budową aparatów telefonicznych, posiadających zamiast tarczy numerowej drążki ustawiane podobnie jak w niektórych arytmetrach, została w latach powojennych przeniesiona do Tarnowa, gdzie czynna jest do chwili obecnej. Centrala poznańska aczkolwiek zbudowana odrazu jako automatyczna pracowała pozornie jako ręczna, gdyż aparatów abonenckich nie zaopatrzone w urządzenia do wybierania numerów i czynność tę wykonywały telefonistki, z którymi abonenci porozumiewali się jak przy stacjach z obsługą ręczną. Dopiero w okresie późniejszym zaopatrzone aparaty w tarcze numerowe i wyeliminowano telefonistki.

Sieci telefoniczne w Polsce eksploatowane są przez państwowe przedsiębiorstwo „Polska Poczta, Telegraf, Telefon” (Zarząd Poczty) z wyjątkiem kilku największych ośrodków, w których koncesję na prowadzenie telefonów posiada Polska Akcyjna Spółka Telefoniczna; ośrodkami tymi są: Warszawa, Łódź, Lwów, Lublin, Bydgoszcz, Białystok, Zagłębie Naftowe (Borysław, Drohobycz).

Podżcem do automatyzacji telefonów był w większości wypadków bardzo zły stan central ręcznych pozostałych po okupantach, które trzeba było wymienić i rozszerzać. Rentowność central automatycznych nawet przy stosunkowo niskim poziomie płac jest większa niż central ręcznych, zwłaszcza jeśli chodzi o miasta większe. W mniejszych miastach, gdzie argument rentowności schodzi na plan dalszy, odgrywają rolę względy inne, przede wszystkim ogromna przewaga techniczna systemu automatycznego nad ręcznym, wyrażająca się w przyspieszeniu i usprawnieniu ruchu, w uwolnieniu abonentów od przykrych chwil oczekiwania na zgłoszenie telefonistki, w daniu abonentom zajęcia przy wykonywaniu połączenia. Względy te nie są tak błahe jak by się może wydawać mogło; w świetle anegdoty nie tyle może prawdziwej ile popularnej wynalazca telefonów automatycznych *Almon B. Strowger* popchnięty został na drogę wynalazku przez niecierpliwe usposobienie, które czyniło dlań nieznośnym oczekiwanie na wykonanie połączenia przez telefonistkę. Dużą rolę przy automatyzacji

telefonów odgrywają poza tym względy językowe, które zmuszają do pójścia w tym kierunku w miejscowościach, gdzie bywają liczni cudzoziemcy (np. Zakopane). W małych sieciach automatyzacja jest jedyną drogą, umożliwiającą 24-godzinną obsługę abonentów.

Polska Akcyjna Spółka Telefoniczna, której poważnym akcjonariuszem jest szwedzki koncern telefoniczny *Ericssona*, wybrała dla automatyzacji swych sieci system maszynowy *Ericssona*. Zarząd Pocztowy przez kilka lat (1926—1930) decydował sprawę wyboru systemu dla każdego miasta odrębnie, kierując się względami lokalnymi a również i wynikami każdorazowo rozpisywanego przetargu. W r. 1931 postanowiono ze względu na konieczność prowadzenia automatyzacji na szerszą skalę zdecydować się na wybór systemu. Podpisana została w tym czasie umowa z angielskim towarzystwem „Telephone and General Trust”, na mocy której Zarząd Pocztowy zobowiązywał się zakupić pewną ilość central systemu *Strowgera*, uznając go za system normalny dla swych sieci, zaś Trust udzielił pożyczki towarowo-pieniężnej i przekazał Państwowym Zakładom Tele- i Radiotechnicznym licencje na wyrób central systemu *Strowgera*. W ramach tej umowy odbywała się w latach następnych intensywna automatyzacja sieci państwowych systemem *Strowgera*.

Poniższa tabliczka przedstawia stan automatyzacji sieci telefonicznych w Polsce w dn. 1 listopada 1936 r.; obok nazwy miasta podany jest system centrali automatycznej i jej pojemność w numerach.

Jak widać automatyzacja telefonów posunięta już jest bardzo daleko; znaczna większość dużych miast ma dziś telefony automatyczne. Polska Akcyjna Spółka Telefoniczna zautomatyzowała wszystkie swe sieci z wyjątkiem Białegostoku. W porównaniu z ogólną liczbą central telefonicznych na terenie Rzeczypospolitej (3431) liczba central automatycznych, z których jedynie poważniejsze podane są w tabliczce, jest na pierwszy rzut oka bardzo mała, jednak dane statystyczne wykazują, że przeszło  $\frac{2}{3}$  abonentów w Polsce korzysta już obecnie z dobrodziejstw automatyzacji. Dla porównania przytoczymy, że udział procentowy abonentów central automatycznych w Austrii wynosił na 1 stycznia 1936 r. — 75,5%, w Belgii — 61,6%, w Czechosłowacji — 46%, we Francji — 41%, w Holandii — 63,5%, w Italii — 83,7%, w Niemczech — 81,2%, w Szwajcarii — 69,3%, na Węgrzech — 68%, w Wielkiej Brytanii — 44,9%, w Polsce — 68,1%. Wysoki stopień zautomatyzowania telefonów w Polsce ma m. in. przyczynę w smutnym skądinąd fakcie małego stosunkowo rozpowszechnienia telefonów na wsi i w małych miastach i miasteczkach, tym nie mniej pozostaje świadectwem wielkości wykonanych w tym zakresie prac.

Rzut oka na tablicę central automatycznych wystarcza do stwierdzenia, że w Polsce mamy reprezentowane głównie 2 systemy telefonów automatycznych: *Ericssona* i *Strowgera*. Istnieją wogóle 4 główne systemy telefonów automatycznych: *Strowgera*, produkowany głównie w Ameryce,

Anglii (*Aut. El. Co.*) i w Niemczech (*Siemens*), *Rotary*, produkowany w Belgii i Francji (*Concern Standard Electric Co.*), *Ericssona*, produkowany w Szwecji i w Rosji Sowieckiej, *Panel*, produkowany w Ameryce (*Western Electric Co.*) w Europie nie spotykany. Poza tym istnieją i inne systemy, jednak o znaczeniu bądź lokalnym bądź eksperymentalnym.

Nazwa miasta	System	Pojemność w numerach
Warszawa:	<i>Ericsson</i>	
Zielna . . . . .	"	35000
Piękna . . . . .	"	23000
Tłumackie . . . . .	"	15000
Zoliborz . . . . .	"	3000
Praga . . . . .	"	4000
Łódź . . . . .	"	18500
Lwów . . . . .	"	12000
Bydgoszcz . . . . .	"	3000
Lublin . . . . .	"	2000
Zagłębie Naftowe:	"	
Borysław . . . . .	"	1000
Drohobycz . . . . .	"	600
Kraków . . . . .	"	9000
Radom . . . . .	"	2000
Zakopane . . . . .	"	1000
Poznań:	<i>Siemens</i>	
Główna . . . . .	"	4500
Łazarz . . . . .	"	2000
Inowrocław . . . . .	"	600
Bielsko . . . . .	<i>Standard</i>	3000
Tarnów . . . . .	<i>Diell</i>	1200
Sieć okręgowa Gdyni:	<i>Strowger</i>	
Gdynia . . . . .	"	3000
Ortowo . . . . .	"	200
Chylonia . . . . .	"	200
Tczew . . . . .	"	500
Grudziądz . . . . .	"	1100
Toruń . . . . .	"	2000
Włocławek . . . . .	"	800
Płock . . . . .	"	600
Piotrków . . . . .	"	600
Częstochowa . . . . .	"	1600
Cieszyn . . . . .	"	500
Rabka . . . . .	"	300
Krynica . . . . .	"	300
Kielce . . . . .	"	800
Przemysł . . . . .	"	800
Zagłębie Węglowe:	"	
Katowice . . . . .	"	6000
Siemianowice . . . . .	"	400
Szopienice . . . . .	"	200
Mysłowice . . . . .	"	400
Ligota . . . . .	"	200
Mikołów . . . . .	"	300
Chorzów . . . . .	"	2000
Tarnowskie Góry . . . . .	"	500
Szarlej-Piekary . . . . .	"	200
Chebbie . . . . .	"	300
Nowa Wieś . . . . .	"	300
Sosnowiec . . . . .	"	2200
Będzin . . . . .	"	1000
Dąbrowa . . . . .	"	500
Sieć okręgowa Otwocka (4 centrale) . . . . .	"	1100

Z pośród 4-ch głównych systemów system *Strowgera* nazywany jest elektromagnetycznym, systemy pozostałe — maszynowym i. Nazwy te odpowiadają podziałowi systemów według sposobu napędu organów łączących t. zw. wybieraków; w systemie *Strowgera* każdy wybierak

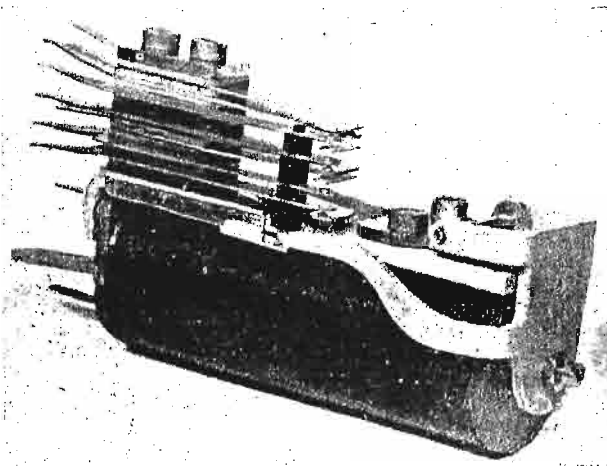
posiada indywidualny napęd za pomocą elektromagnesów ruchowych, działających pod bezpośrednim wpływem impulsów wysyłanych przez abonenta do centrali; w systemach maszynowych napęd organów łączących odbywa się przez sprzężenie mechaniczne — we właściwym momencie — ze stale obracającymi się wałami, sterowanie organów jest pośrednie, impulsy nadane przez abonenta magazynowane są w rejestrach, zaś rejestry kontrolują ruch wybieraków. Układ centrali *Strowgera* jest dziesiętny, centrali systemu maszynowego — nie dziesiętny, wymagający przeliczenia numeru wybranego według innego nie dziesiętnego układu liczenia. Napęd organów centrali *Strowgera* jest indywidualny, centrali systemu maszynowego — grupowy; ruch organów jest w pierwszym wypadku skokowy, w drugim — ciągły.

Szczupłość ram niniejszego artykułu nie pozwala na szczegółowe rozpatrzenie sposobu działania i konstrukcji automatycznych central telefonicznych. Ograniczyć się wypada do najogólniejszego tylko wyjaśnienia samej zasady działania i do przykładowego rozważenia niektórych fragmentów, co pozwoli może czytelnikowi zapoznać się z samym rodzajem zagadnień spotykanych w telefonii automatycznej. Omówimy przede wszystkim system *Strowgera* jako prostszy w zasadzie od systemu *Ericsona*.

Wszystkie systemy telefonów automatycznych, obecnie używane, stosują jako sposób porozumiewania się pomiędzy abonentem a centralą zmiany stanu pętli abonenta t. j. obwodu dwudrutowego, łączącego abonenta z centralą. Gdy mikrotelefon spoczywa na widelkach aparatu (lub wisí na haczyku), linia abonenta zakończona jest uzwojeniem dzwonka i szeregowo z nim połączonym kondensatorem; prąd zmienny, służący do wywołania, może przepływać przez pętlę abonenta, powodując sygnał dzwonekowy, jeśli abonent jest wywoływany; prąd stały natomiast ma drogę przerwana. W chwili gdy abonent podnosi mikrotelefon w celu wywołania innego abonenta, przełącznik widelkowy powoduje zmianę schematu w aparacie telefonicznym i linia abonenta zamyka się przez mikrofon, uzwojenie cewki indukcyjnej i sprężyny t. zw. impulsującej tarczy numerowej. W tym obwodzie płynie prąd stały z centrali przez uzwojenia przekaźnika linowego, przeznaczonego wyłącznie dla danego abonenta, powodując pewne działania organów centrali. Gdy abonent obraca tarczę numerową a następnie ją zwalnia, podczas jej ruchu powrotnego sprężyny impulsujące tarczy numerowej przerywają pętlę abonenta tyle razy, ile jednostek zawiera wybrana cyfra; powrót tarczy przy nakręceniu  $O$  trwa 1 sekundę czyli tarcza daje 10 impulsów na sekundę; każda przerwa trwa 0,067 sek., a następujące po niej zwanie 0,033 sek. Przerwy w pętli wywołują znów pewne działania organów centrali, kolejno ustawiając je w miarę wybierania kolejnych cyfr numeru. Po skończeniu rozmowy gdy abonent odkładają mikrofony na widelki, następuje długotrwała przerwa pętli i wszystkie organy centrali biorące udział w połączeniu powracają do stanu spoczynku. W ten sposób czynności abonenta, spro-

wadzające się elektrycznie do zamknięcia lub przerwania drogi dla prądu stałego, przy czym przerwa może być krótkotrwała lub długotrwała, powodują czynności organów centrali.

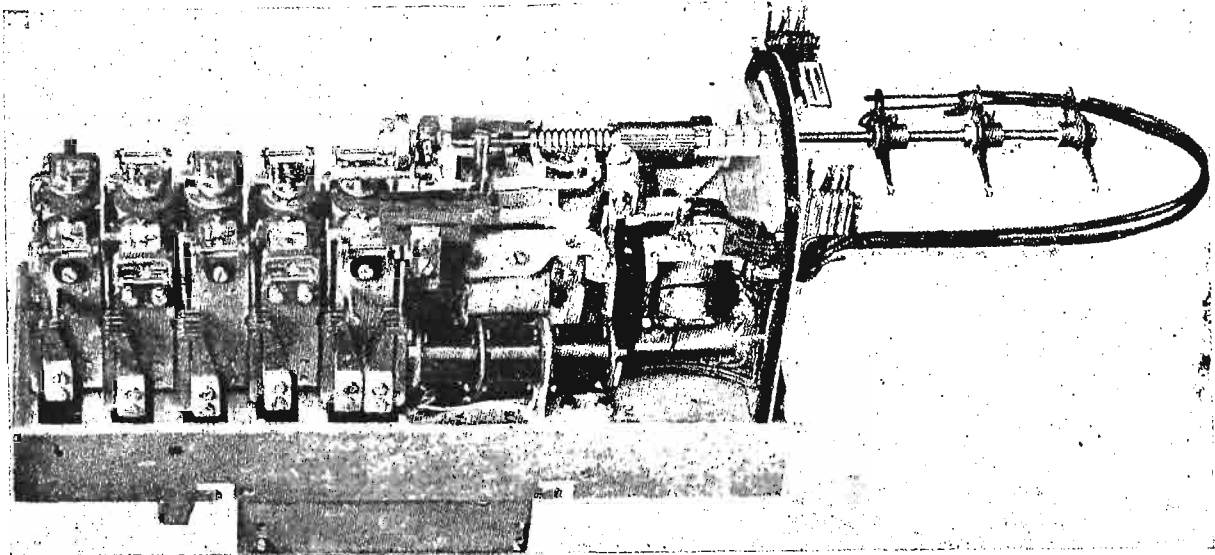
Głównymi elementami central automatycznych są przekaźniki i wybieraki. *Przekaznik* (rys. 1) składa się z rdzenia, na którym nawinięte jest



Rys. 1. Widok przekaźnika.

uzwojenie (niekiedy uzwojeń tych jest parę), z jarzma i kotwiczki. Gdy przez uzwojenie przepływa prąd, rdzeń magnesuje się i przyciąga kotwiczkę, wskutek czego następuje przesunięcie sprężyn stykowych, zamknięcie styków roboczych i rozwarcie spoczynkowych. Sprężyny stykowe uruchamiane przez przekaźnik spotyka się w różnych układach: spoczynkowe — zwierające się w stanie spoczynku przekaźnika, rozwierające przy przyciągnięciu kotwiczki, robocze — o przeciwnym działaniu niż spoczynkowe, przełączające t. zn. takie, w których sprężyna styka się z jedną sprężyną w stanie spoczynku, z drugą w stanie pracy, przełączające pod prądem i t. d.; jeden przekaźnik może być wyposażony w kilka układów sprężyn.

Czas przyciągnięcia kotwiczki i uruchomienia przez to sprężyn stykowych jest w zwykłym przekaźniku rzędu kilkudziesięciu milisekund (tysięcznych części sekundy), czas odpadania kotwiczki po przerwaniu prądu magnesującego jest tegoż rzędu. Istnieją specjalne konstrukcje przekaźników o opóźnionym działaniu, w których czas odpadania wynosi paręset milisekund; dla opóźnienia działania stosuje się bądź zwarte uzwojenie bądź miedzianą tulejkę nasadzoną na rdzeniu przekaźnika; zanikający strumień magnetyczny powoduje powstanie w uzwojeniu zwartym lub tulejce prądów, opóźniających proces rozmagnesowania. Z pośród innych specjalnych konstrukcyj przekaźników na podkreślenie zasługują przekaźniki o działaniu stopniowym, uruchamiające przy przepływie prądu o pewnym natężeniu tylko część swych sprężyn stykowych, resztę dopiero gdy płynie prąd o dostatecznie dużym natężeniu, przekaźniki z bocznikiem magnetycznym, działające wtedy gdy przez dwa uzwojenia płyną prądy o określonych kierunkach, a nie działające w żadnej innej sytuacji i przekaźniki



Rys. 2. Wybierak Strowgera.

różnicowe, posiadające również 2 rozwójnia lecz na tym samym rdzeniu; strumienie wytwarzane przez te 2 uzwojenia przy pewnych kierunkach prądów znoszą się i przekaźnik zwalnia kotwiczkę.

Wybierak Strowgera zwany inaczej skokowo-obrotowym pokazany jest na rys. 2. Wybierak zmontowany jest na podstawie, na której równocześnie umieszczone są przekaźniki, wchodzące w skład schematu wybieraka; podstawa przystosowana jest do zakładania na półkę, umieszczoną na stojaku; połączenie pomiędzy schematem wybieraka a okablowaniem stojaka uzyskuje się za pomocą grzeblenia znajdującego się z tyłu podstawy, wchodzącego do gniazda stykowego przymocowanego do półki. Poniżej półki znajdują się pola stykowe.

Ruchomą częścią wybieraka jest wałek z osadzonymi na nim szczotkami, stykającymi się podczas pracy z wycinkami pola stykowego. Wałek wykonuje 2 rodzaje ruchów: podnoszący, przy którym elektromagnes za pośrednictwem uzębienia na wałku i przesuwaka sztywno związanego z kotwiczką podnosi wałek skokami na poziom odpowiadający wybranej cyfrze (0 = 10), i obrotowy, przy którym elektromagnes obracający obraca wałek tak, by szczotki jego stanęły na pozycji odpowiadającej wybranej cyfrze. Do zwolnienia mechanizmu po skończonej jego pracy służy elektromagnes zwalniający, odsuwający uderzeniem zapadkę podtrzymującą wałek.

W centralach strowgerowskich w Polsce spotyka się przeważnie wybieraki dwusetkowe; posiadają one 3 pary szczotek i 3 sekcje (10 × 10) pola stykowego. Każda sekcja pola stykowego ma 10 poziomów, a na każdym poziomie 20 wycinków stykowych, ułożonych parami odpowiednio do układu szczotek. Do każdego połączenia użyte są 3 szczotki i 3 wycinki stykowe (2 przewody rozmowne i 1 sygnalizacyjny t. zw. przewód c lub p); wobec tego każdej pozycji wałka odpowiadają 2

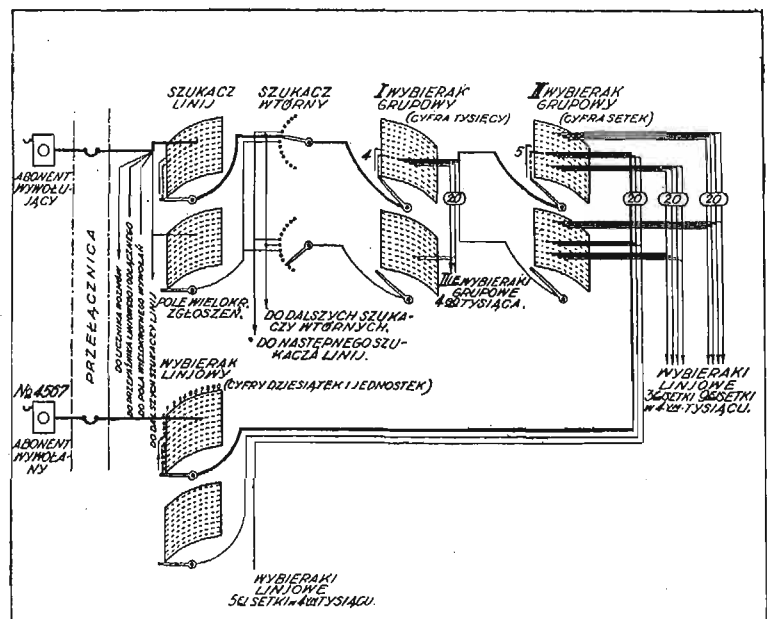
możliwości elektryczne realizowane przez użycie jednej lub drugiej trójki szczotek.

Numeracja styków w polu stykowym przedstawia się jak następuje:

Poziom	10	01	02	03	04	05	06	07	08	09	00
	9	91	92	93	94	95	96	97	98	99	90
	8	81	82	83	84	85	86	87	88	89	80
	7	71	72	73	74	75	76	77	78	79	70
	6	61	62	63	64	65	66	67	68	69	60
	5	51	52	53	54	55	56	57	58	59	50
	4	41	42	43	44	45	46	47	48	49	40
	3	31	32	33	34	35	36	37	38	39	30
	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	20
	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10

Jeśli dany wybierak jest liniowy, to cyfry podane w tabliczce oznaczają ostatnie 2 cyfry numeru abonenta jednej bądź drugiej setki, obsługiwaną przez dany wybierak.

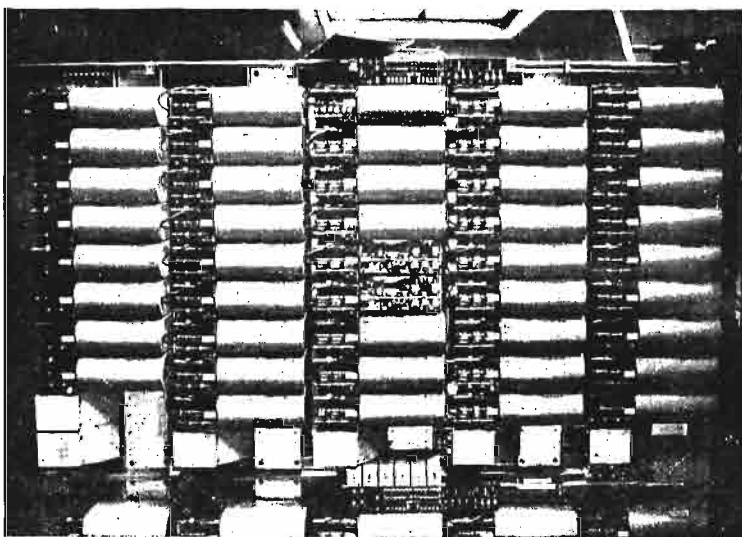
Ogólny układ centrali systemu Strowgera przedstawia w sposób możliwie plastyczny rys. 3. Na podstawie tego schematu przejdziemy kolejno poszczególnie etapy wykonania połączenia.



Rys. 3. Schemat centrali syst. Strowgera.

Linia dwudrutowa abonenta doprowadzona jest do przełącznicy głównej, a stąd doprowadzona jest do pola wielokrotnego szukaczy liniowych i wybieraków liniowych oraz do przekaźnika indywidualnego abonenta; pole wielokrotne (szukaczy lub wybieraków) oznacza, że te same obiekty podłączone są w polu stykowym szeregu identycznych organów; na rysunku mamy pokazane np. 2 szukacze, w rzeczywistości na każdą grupę 200 abonentów wypada ich zależnie od warunków lokalnych 15—30.

Gdy abonent podnosi mikrotelefon, prąd płynie przez uzwojenie przekaźnika indywidualnego, wskutek czego przekaźnik ten przyciąga kotwiczkę. Przejście jego sprężyn na styki robocze powoduje wyznaczenie jednego z wolnych szukaczy liniowych do wyszukania linii abonenta wywołującego centralę; odbywa się to za pośrednictwem t. zw. rozdzielnika zgłoszeń, składającego się z szeregu przekaźników i wybieraka obrotowego, do styków którego przyłą-



Rys. 4.

czony są szukacze obsługujące daną grupę. Wyznaczony szukacz zaczyna ruch pionowy, który kończy się, gdy szczotki jego wzniosą się na poziom, na którym są styki abonenta wywołującego. Następnie rozpoczyna się ruch obrotowy, trwający do chwili zatrzymania się szczotek na stykach abonenta; wyróżnienie abonenta wywołującego od innych polega na nacechowaniu jego przewodu sygnalizacyjnego potencjałem innym niż w stanie spoczynku lub podczas rozmowy.

Szukacze liniowe dołączone są do styków pola wielokrotnego szukaczy wtórnych, wykonanych jako wybieraki obrotowe o odmienniej konstrukcji i mniejszej pojemności pola stykowego niż wybieraki skokowo-obrotowe. Podobnie jak poprzednio uruchomił się szukacz liniowy w poszukiwaniu abonenta, tak obecnie uruchamia się szukacz wtórny w poszukiwaniu szukacza liniowego. Gdy to poszukiwanie kończy się, aparat abonenta poprzez 2 stopnie szukania połączony zostaje z pierwszym wybierakiem grupowym.

Pierwszy wybierak grupowy wysyła do abonenta akustyczny sygnał zgłoszenia centrali wskazujący, że można zacząć wybieranie numeru. Jeśli numeracja centrali jest czterocyfrowa, pierwsza cyfra numeru jest cyfrą tysięcy, a pierwszy wybierak grupowy jest wybierakiem tysięcy. Podczas powrotu tarczy numerowej do pozycji wyjściowej po nakręceniu pierwszej cyfry, impulsy prądu przeniesione przez przekaźniki powodują skokowe podniesienie wałka wybieraka na poziom, odpowiadający wybranej cyfrze (4). Następnie wskutek pewnych przełączeń w schemacie poczyna otrzymywać impulsy prądu elektromagnes obracający wybieraka — zupełnie niezależnie od czynności abonenta i nim abonent zdąży wybrać drugą cyfrę numeru — i szczotki wędrują skokowo po wycinkach danego poziomu. Do tych wycinków stykowych dołączone są drugie wybieraki grupowe, które mogą być zajęte nie tylko przez omawiany ale i przez inne istniejące w centrali pierwsze wybieraki grupowe. Sprawdzenie zajętości odbywa się przez kontrolę potencjału na przewodzie sygnalizacyjnym. Ruch szczotek pierwszego wybieraka grupowego odbywa się do chwili znalezienia wolnego drugiego wybieraka grupowego, po czym obwód abonenta przedłużony zostaje do drugiego wybieraka. Podkreślić trzeba, że ruch pionowy wybieraka grupowego jest ruchem przymusowym, bo sterowanym przez abonenta, natomiast ruch obrotowy, jest ruchem swobodnym.

Druga cyfra numeru (cyfra setek — 5) powoduje podniesienie wałka drugiego wybieraka grupowego na wybrany poziom, po czym następuje ruch swobodny obrotowy w celu znalezienia wolnego wybieraka liniowego.

Trzecia cyfra numeru (cyfra dziesiątek — 6) przyjęta zostaje przez wybierak liniowy i powoduje podniesienie wałka wybieraka na poziom 6, zaś czwarta cyfra (cyfra jednostek — 7) wywołuje ruch obrotowy wałka wybieraka liniowego i ustawienie szczotek na stykach, odpowiadających wy-

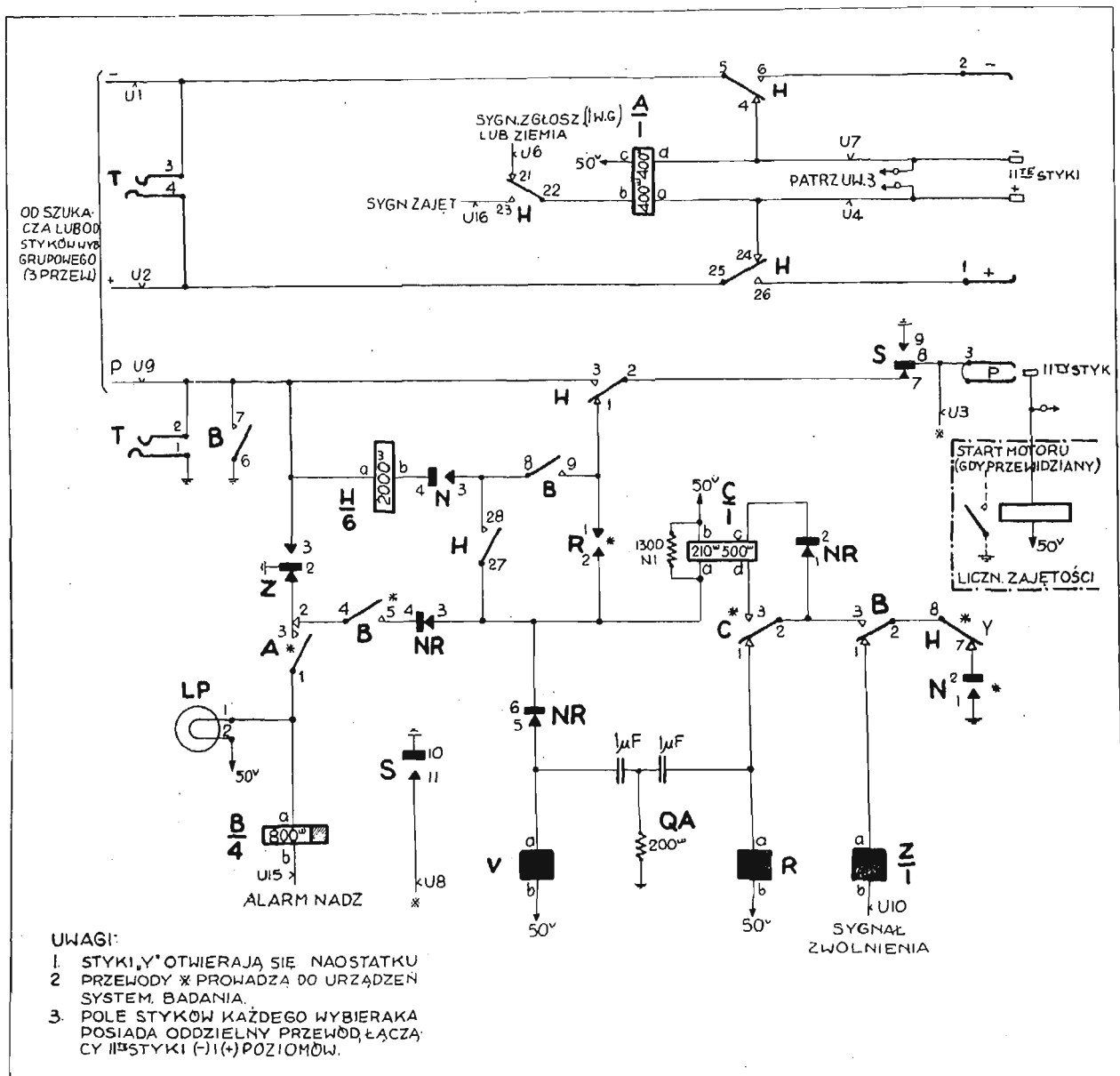
wołanemu abonentowi Nr. 4567. Obydwa ruchy wybieraka liniowego są przymusowe.

Jeśli abonent wywołany jest wolny, co poznaje się po stanie elektrycznym jego przewodu sygnalizacyjnego (istniejącego tylko w obrębie centrali), wysłany doń zostaje prąd dzwonekowy; jeśli jest zajęty, abonent wywołujący otrzymuje sygnał zajętości.

W chwili podniesienia słuchawki przez abonenta wywołanego, działa licznik rozmów abonenta wywołującego.

Po ukończonej rozmowie abonent wieszają mikrotelefon i wszystkie użyte do połączenia organy powracają do położenia spoczynku.

Aby wprowadzić czytelnika w świat zagadnień i metody rozwiązań telefonii automatycznej, rozpatrzmy poniżej nieco dokładniej jeden z najprostszyc fragmentów centrali systemu *Strowgera*, a mianowicie s c h e m a t w y b i e r a k a g r u p o w e g o (rys. 5) użytego jako pierwszy. Spre-cyzujemy przede wszystkim czynności, jakie ma wy-



Rys. 5. Schemat wybieraka grupowego.

bierek spełnić: 1. wysłać do abonenta sygnał zgłoszenia; 2. przyjąć impulsy pierwszej wybranej cyfry numeru i ustawić wałek wybieraka na właściwym poziomie; 3. w ruchu swobodnym znaleźć drugi wybierak grupowy i przedłużyć doń linię abonenta.

Z chwilą gdy szukacze wykonały swą pracę, linia abonenta przyłączona jest do wybieraka grupowego w punktach  $U_1$  i  $U_2$ . Abonent otrzymuje zasilanie w obwodzie:

(1) 50 V (ujemny biegun baterii), uzwojenie przełącznika  $A$  (400-omów), styk spoczynkowy sprężyn przełączających przełącznika  $H$  —  $H$  4—5,  $U_1$ , linia i aparat abonenta...  $U_2$ ,  $H$  25—24, drugie uzwojenie  $A$  (400 omów), sprężyny  $H$  22—21, „sygnał zgłoszenia”, ziemia (dodatni biegun baterii).

„Sygnał zgłoszenia” oznacza tu wtórne uzwojenie transformatora, którego uzwojenie pierwotne zasilane jest prądem o częstotliwości akustycznej.

Przełącznik  $A$  przyciąga kotwiczkę i jego sprężyna  $A$  1 styka się z  $A$  3, odrywając ją od  $A$  2 (mamy tu

przykład przełączania pod prądem). Magnesuje się przełącznik  $B$ , przez uzwojenie którego przepływa prąd:

(2) — „alarm nadzorczy”, uzwojenie  $B$  (500 omów),  $A$  1—3, styk spoczynkowy sprężyn uruchamianych przez kotwiczkę elektromagnesu zwalnającego wybieraka, ziemia.

Alarm nadzorczy i zapalająca się lampka  $LP$  służą do zwrócenia uwagi obsługi centrali, gdyby abonent przez dłuższy czas nie wybierał numeru; wówczas obsługa centrali włącza się do wybieraka (gniazdka  $T$ ) i porozumiewa z nim.

Sprężyny  $B$  6—7 zwierając się wskutek uruchomienia przełącznika  $B$  uziemiają przewód  $p$  ( $U_9$ ), co ma znaczenie dla szukaczy i utrzymuje je w stanie pracy. Inne sprężyny stykowe przełącznika  $B$  mają na razie tylko znaczenie przygotowawcze.

Abonent po otrzymaniu sygnału zgłoszenia centrali wybiera pierwszą cyfrę numeru. Gdy tarcza powraca po tym do pozycji spoczynkowej, następują kolejno przerwy pętli abonenta, a przez to przerywa



się obwód (1) prądu, przepływającego przez uzwojenia przekąźnika *A*. Przy pierwszej przerwie przekąźnik ten rozmagnesowuje się i jego sprężyny *A* 1—3 rozwierają się, zaś zwierają się sprężyny *A* 2—3. Obwód przekąźnika *B* (2) przerywa się, jednak przekąźnik ten ma opóźnione zwalnianie i podczas krótkiej przerwy nie zdąży się rozmagnesować; jego czas zwolnienia wynosi 300—400 milisekund, zaś przerwa trwa tylko 67 milisekund. Wobec tego przy czynnym przekąźniku *B* i nieczynnym *A* — w czasie przerwy pętli abonenta — otrzymuje impuls prądu elektromagnes podnoszący wybieraka *V*:

(3) ziemia, styk spoczynkowy sprężyn *Z*, czynnych gdy przyciągnięta jest kotwiczka elektromagnesu zwalnającego, sprężyny *A* 3—2, *B* 4—5, styk spoczynkowy sprężyn *NR*, uruchamianych mechanicznie z chwilą rozpoczęcia ruchu obrotowego wałka wybieraka, styk spoczynkowy sprężyn *NR* 6—5, uzwojenie elektromagnesu podnoszącego *V*, —.

Elektromagnes *V* przyciąga kotwiczkę i podnosi wałek wybieraka tak, że szczotki stają na pierwszym poziomie. Równocześnie z obwodem (3) powstaje obwód:

(4) ziemia, *Z* 2—1, *A* 3—2, *B* 4—5, *NR* 4—3, uzwojenie przekąźnika *C* (210 omów), bocznikowane oporem 1300 omów, —.

Przekąźnik *C* przerzuca swą sprężynę na styk roboczy *C* 2—3; w ten sposób jego uzwojenie 500-omowe zostaje zwarte i przekąźnik *C* uzyskuje opóźnione zwalnianie, nie tak wielkie co prawda jak przekąźnik *B*, jednak wystarczające, by kotwiczka *C* nie zdążyła odpaść podczas przerwy pomiędzy impulsami, trwającej 33 milisekund.

Gdy pętla abonenta znów na chwilę się zamyka podczas ruchu powrotnego tarczy numerowej, przekąźnik *A* znów się magnesuje, na nowo powstaje obwód (2), a przerywają się obwody (3) i (4). Kotwiczka elektromagnesu podnoszącego odpada, zaś kotwiczka przekąźnika *C* pozostaje przyciągnięta.

Przy następnym impulsie wszystko powtarza się od początku i w ten sposób każdy impuls podnosi wałek wybieraka o jeden poziom do góry.

Po ukończeniu serii impulsów wałek wybieraka znajduje się na wybranym poziomie. Ponieważ przekąźnik *A* przyciągnął znów trwale (nim abonent zdąży wybrać następną cyfrę), więc przekąźnik *C* rozmagnesowuje się, a z chwilą przejścia jego sprężyny *C* 2 na styk spoczynkowy magnesuje się elektromagnes obracający wybieraka *R*:

(5) ziemia, sprężyny robocze *N* 1—2, uruchomione mechanicznie z chwilą wyjścia wałka wybieraka z położenia spoczynkowego t. j. już przy pierwszym impulsie, sprężyny spoczynkowe *H* 7—8, *B* 2—3, *C* 2—1, uzwojenie elektromagnesu obracającego *R*, —.

Elektromagnes *R* przyciąga kotwiczkę i obraca wałek — szczotki wchodzą na pierwsze wycinki stykowe danego poziomu. Sprężyny *NR* przechodzą na styki robocze i już w nich pozostają, sprężyny *R* też przechodzą na styki robocze, jednak tylko na okres przyciągnięcia kotwiczki *R*.  
przekąźnik *C*:

Jeśli drugi wybierak grupowy, odpowiadający badanym obecnie wycinkom stykowym jest zajęty, na jego przewodzie *p* jest ziemia i działa ponownie przekąźnik *C*:

(6) ziemia, przewód *p* drugiego wybieraka grupowego, wycinek stykowy w polu pierwszego wybieraka grupowego, szczotka *p*, sprężyny spoczynkowe *S* 8—7, uruchamiane gdy wałek wybieraka w poszukiwaniu wolnego wyjścia obróci się do 11-ej pozycji, *H* 2—1, *R* 1—2, uzwojenie *C* (210 omów), —.

Tym razem uzwojenie 500-omowe przekąźnika *C* nie jest zwarte, bo sprężyny *NR* 1—2 są rozwarte, więc przekąźnik *C* nie ma już opóźnionego zwalniania. Rozwierające się sprężyny *C* 2—1 przerywają obwód (5), kotwiczka elektromagnesu *R* odpada, a sprężyny *R* 1—2 przerywają obwód (6) i przekąźnik *C* też się rozmagnesowuje. Obwód (5) z tą chwilą powstaje ponownie i wałek wybieraka znów obraca się — szczotki stają na drugich z kolei wycinkach stykowych. Jeśli i tym wycinkom odpowiadający drugi wybierak grupowy jest zajęty, znów działa przekąźnik *C*, w wyniku czego rozmagnesowuje się elektromagnes *R*, znów przerywa się obwód *C* i t. d. aż do chwili znalezienia wolnego drugiego wybieraka grupowego. Cechą wolnego wybieraka jest izolacja przewodu *p*. Gdy szczotki stają na wycinkach mu odpowiadających, obwód (6) nie może powstać, natomiast realizuje się inny obwód:

(7) ziemia, *B* 6—7, uzwojenie przekąźnika *H* (2000 omów), sprężyny robocze *N* 4—3, *B* 8—9, sprężyny robocze *R* 1—2 (elektromagnes *R* przyciąga kotwiczkę), uzwojenie *C* (210 omów), —.

Prąd, który płynie w tym obwodzie, wystarcza do namagnesowania przekąźnika *H*, natomiast nie wystarcza do namagnesowania przekąźnika *C*, który pozostaje nieczynny.

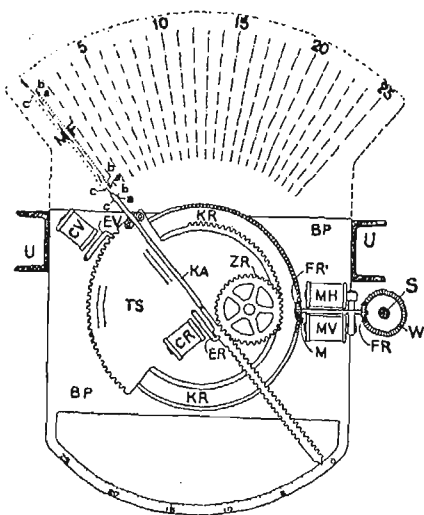
Przekąźnik *H* za pomocą własnych sprężyn roboczych *H* 27—28 uniezależnia się od sprężyn *R*; sprężyny przełączające *H* 45 i *H* 25 przechodzą na styki robocze i po przez szczotki i wycinki pola stykowego przedłużają obwód abonenta do drugiego wybieraka grupowego. Przekąźnik *A* i w ślad za nim *B* w omawianym wybieraku rozmagnesowuje się, zaś przekąźnik *H* pozostaje nadal czynny dzięki ziemi nadchodzącej z drugiego wybieraka grupowego przez wycinek stykowy i szczotkę *p*. Sprężyny *H* 7—8 przerywają obwód prądu elektromagnesu *R*.

W tym stanie t. zn. z czynnym przekąźnikiem *H* wybierak grupowy pozostaje aż do chwili odłożenia mikrotelefonu przez abonenta wywołującego. Wówczas w wyniku przebiegów odbywających się w wybieraku liniowym i drugim wybieraku grupowym znika ziemia z przewodu *p* i rozmagnesowuje się przekąźnik *H*. Elektromagnes zwalnający *Z* otrzymuje prąd w obwodzie:

(8) —, „sygnał zwolnienia“, uzwojenie *Z*, sprężyny spoczynkowe *B* 1—2, *H* 8—7, *N* 2—1, ziemia.

Obwód ten trwa do chwili powrotu wałka wybieraka do położenia spoczynku, po czym zostaje przerwany dzięki rozwarciu się sprężyn *N* 1—2, które są zwarte tylko gdy wałek wybieraka jest podniesiony.

System *Ericssona* różni się od *Strowgera* zarówno konstrukcyjnie jak i schematowo. Wybierak *Ericssona* pokazany na rys. 6 jest typu płaskiego. Obydwa ruchy jego drążka stykowego KA, spełniającego tę samą rolę co wałek ze szczotkami w wybieraku *Strowgera* są w tej samej płaszczyźnie; najpierw odbywa się ruch obrotowy, zmierzający do ustawienia drążka na przeciw właściwej ramki pola wielokrotnego, po tym ruch promieniowy, przy którym drążek wchodzi w głąb ramki. Pole wielokrotne składa się z gołych drutów, umieszczonych w ramkach; ramek jest 25 a w każdej ramce  $3 \times 20$  drutów, odpowiadających bądź 20 abonentom (w szukaczu lub wybieraku liniowym) bądź też 20 drugim wybierakom grupowym czy liniowym (w wybieraku grupowym). Układ pola wielokrotnego jest pionowy, a wybieraki umieszczone są na stojaku jeden nad drugim; zwykle na stojaku jest ich 40—70.



Rys. 6. Wybierak *Ericssona*.

Wzdłuż stojaka umieszczony jest pionowy wał napędowy S; ruch poszczególne wybieraki otrzymują w chwili gdy magnesuje się elektromagnes sprzęgający (MH lub MV) i sprzęga kołko napędowe FR z kołkiem zębatego W. Ruch przenoszony jest za pośrednictwem pierścienia zębionego KR; drążek stykowy może wykonywać ruch obrotowy w obie strony oraz ruch promieniowy w głąb ramki i w kierunku przeciwnym, zależnie od pracy elektromagnesów wyzwalających CR i CV.

Pojemność pola stykowego szukaczy lub wybieraków wynosi 500 obwodów. Jasną jest rzeczą, że przy takiej pojemności nie można sterować wybieraków wprost impulsami od abonenta, bo impulsy te wydawane są przy dziesiętnym układzie liczenia. Potrzebne jest urządzenie przeliczające numer abonenta na ten dość skomplikowany układ liczenia, w którym jednostką podstawową jest 25 (ramki) i 20 (obwodów w ramce).

Przypuśćmy, że mamy centralę o pojemności 10 000 numerów. W centrali takiej przy systemie *Ericssona* mamy jako podstawowe organy łączenia: szukacze liniowe, wybieraki grupowe (tylko 1 stopień) i wybieraki liniowe. W polu wielokrotnym wybieraków grupowych pierwsza ramka zawiera

wyście do wybieraków liniowych, obsługujących abonentów Nr. 10.000—10.499, druga ramka 10.500—10.999, trzecia 11.000—11.499..., dziesiąta 14.500—14.999..., dziewiętnasta 19.000—19.499, dwudziesta 19.500—19.999, dwudziesta pierwsza i następne 4—numery specjalne (np. zamawianie rozmów międzymiastowych, zegarynka, telefoniczne nadawanie depesz, centrala zleceń) dwucyfrowe.

W każdej nieparzystej grupie 500 abonentów (licząc w stosunku do pola wybieraków grupowych) numeracja obwodów w pierwszej ramce jest 000—019, w drugiej 020—039..., w dziesiątej 180—199, w dwudziestej piątej ramce 480—499; w parzystej grupie pierwsza ramka ma numerację 500—519, ostatnia (25) 980—999.

W ten sposób numer abonenta np. 14 692 przelicza się w następujący sposób: abonent ten należy do grupy dziesiątej (14500—14999) w polu wybieraków grupowych, a w obrębie tej grupy ma numer 192 (14692—14500); obwód jego znajduje się więc w dziesiątej ramce (180—199) w polu wybieraków liniowych i tu jest 13-ym (192—180+1); ostatecznie numer 14692 przelicza się w opisanym układzie liczenia na 10—10—13, i tak powinny ustawiać się drążki wybieraków, wykonywających połączenia.

Do przeliczenia numeru zastosowane jest specjalne urządzenie zwane rejestrem. Urządzenie to najpierw kolejno zapisuje poszczególne cyfry numeru wybrane przez abonenta wywołującego. Wybierak grupowy uruchomia się i przy każdym posunięciu o 1 pozycję w ruchu obrotowym (właściwie co drugą pozycję, bo bierze się pod uwagę impulsy pozytywne i negatywne) wysyła impuls wstecz do rejestru; gdy stanie w pozycji 10-iej, przed 10-ą ramką, ruch wybieraka zostaje zastopowany, po czym drążek wchodzi do ramki i w ruchu swobodnym szuka wolnego wybieraka liniowego obsługującego pożądaną grupę abonentów. W analogiczny sposób ustawiany jest wybierak liniowy, jedynie jego ruch promieniowy też jest kontrolowany przez rejestr za pomocą impulsów zwrotnych.

W systemie *Ericssona* wszystkie cyfry numeru odbierane są przez rejestr, przez ten sam przekaznik impulsujący podczas gdy w systemie *Strowgera* kolejne cyfry numeru były odbierane przez przekazniki impulsujące w poszczególnych stopniach łączenia.

Odrębny dział telefonii automatycznej stanowią zagadnienia związane z tworzeniem współpracy kilku central automatycznych jak to ma miejsce w sieciach wielkomiastowych (Warszawa) lub okręgowych (Zagłębie Węglowe i in.). Stosuje się w takich wypadkach najrozmaitsze rozwiązania, przy czym obecnie uważane jest niemal za regułę, że abonent powinien wybierać numer abonenta innej centrali tej samej sieci jednym ciągiem, nie czekając w trakcie wybierania na żadne sygnały; jest to t. zw. system skrytych cyfr kierunkowych, podczas gdy przy jawnych cyfrach kierunkowych abonent wybiera najpierw numer kierunkowy pożądanego centrali a potem numer jej abonenta; system jawnych cyfr kierunkowych zastosowano u nas dotąd tylko przy współpracy abonentów sieci otwockiej z abonentami centrali warszawskich.



Przy tworzeniu sieci okręgowych centrale dzieli się na kategorie: główne i satelitowe. Centrale główne mają między sobą połączenie bezpośrednie, centrale satelitowe łączą się za pośrednictwem central głównych; w sieci Zagłębia Węglowego centralami głównymi są Chorzów, Katowice, Sosnowiec. Połączenia pomiędzy satelitami Chorzowa a satelitami Katowic przechodzą przez obie te centrale główne; użyte są w centralach satelitowych wybieraki współbieżne przy pierwszej cyfrze numeru uruchamiają się jednocześnie wybierak współbieżny w centrali satelitowej i pierwszy wybierak grupowy w centrali głównej.

Przy dość znacznych odległościach pomiędzy centralami sieci okręgowych, dochodzących do kilkudziesięciu kilometrów, trudności budzi przesyłanie impulsów pomiędzy centralami. Stosuje się niekiedy impulsowanie prądem zmiennym (np. Droho-byz—Borysław) lub też pośrednie przenośnie, korygujące impulsy prądu stałego t. zw. regeneratory (Zagłębie Węglowe).

W ostatnich latach automatyzacja wkracza stopniowo również i do telefonii międzymiastowej. Podobnie jak telefonistka międzymiastowa w Warszawie uzyskuje połączenie z abonentem warszawskim na drodze pełno automatycznej, wybierając numer za pomocą klawiszy cyfrowych, tak i telefonistki łódzkie od nie dawna wykonywają połączenie z Ło-

dzi do Warszawy obchodzą się bez pośrednictwa telefonistek warszawskich; zastosowana w tym wypadku instalacja wyrobu Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego umożliwia wybranie bezpośrednio z Łodzi abonenta warszawskiego, przymusowe rozłączenie prowadzonej rozmowy miejskiej na korzyść międzymiastowej, wydzwonienie abonenta, otrzymanie sygnału w chwili odłożenia mikrofonu przez abonenta i t. d. Aparatura pracuje impulsami prądów akustycznych.

W nowej centrali międzymiastowej w Warszawie, wykonanej przez Państwowe Zakłady Tele- i Radiotechniczne a uruchomionej jesienią 1935 r., telefonistki międzymiastowe uzyskują dostęp do obwodów międzymiastowych za pomocą automatu międzymiastowego, wybierając numer kierunku (np. Katowice) i łącząc się w ten sposób z jednym z wolnych obwodów danego kierunku. Jest to pierwsza centrala tego typu w Polsce i jedna z pierwszych w Europie; dotychczas telefonistki do połączeń z obwodami międzymiastowymi używały sznurów z wtyczkami wkładanymi do gniazdek pola wielokrotnego przeprowadzonego przez wszystkie łącznice międzymiastowe; w dużych centralach międzymiastowych takie pole wielokrotne ze względu na dużą ilość łącznic i obwodów międzymiastowych jest nader kosztowne.

Inż. H. WĄSOWICZ

620 . 173 : 666 . 971/2

## Ilość cementu, a wytrzymałość betonu

Szeroko rozpowszechnione mniemanie, że beton jest tym wytrzymalszy, im więcej jest cementu w betonie, nie zawsze jest słuszne.

Bardzo często betony o mniejszej zawartości cementu wykazują większą wytrzymałość, niż betony o większej zawartości, ponieważ wytrzymałość betonu zależy nie tylko od ilości cementu, ale również od ilości pozostałych składników, t. j. wody i kruszywa.

W betonie ściśłym, t. j. w betonie bez porów strukturalnych, suma objętości składników równa się objętości betonu

$$O_k + \beta C + W = B,$$

gdzie  $O_k$ — objętość, jaką kruszywo zajmuje w betonie  
 $\beta C$ — „ „ „ cement „ „ „  
 $W$ — „ „ „ woda „ „ „  
 $B$ —objętość betonu zawierającego  $O_k$  litrów kruszywa,  $C$  kg cementu i  $W$  l wody.

Równanie to obowiązuje dla wszystkich betonów ściśłych i wskazuje, że zmiana ilości któregokolwiek ze składników powoduje zmianę ilości na 1 objętości betonu jednego lub obu pozostałych. Dodając np. do objętości betonu  $B$  pewną ilość cementu, jednocześnie zmniejszamy ilość kruszywa i wody na jednostkę objętości betonu, gdyż ilości poprzednie przypadają na objętość betonu większą niż  $B$ .

Każdy z trzech zasadniczych składników betonu spełnia inne zadanie, jednak wszystkie te składniki wpływają jednocześnie na właściwości betonu, t. j. na wytrzymałość, konsystencję i t. d.

Cement wypełnia wraz z wodą przestrzeń pomiędzy ziarnami kruszywa i twardniejąc tworzy szkielet betonu, który wiąże ziarna kruszywa w całość. Jeżeli do przygotowanego betonu dodać pewną ilość cementu, to otrzymany beton wykaże większą wytrzymałość, niż beton poprzedni. Możemy uważać za pewnik, że powiększanie ilości cementu w danym betonie zwiększa jego wytrzymałość, nie znaczy to jednak wogóle, że im więcej cementu jest w betonie, tym beton jest więcej wytrzymały niezależnie od innych warunków, t. j. ilości wody lub ilości i jakości kruszywa. Beton o zawartości 400 kg cementu w 1 obj. bet. może okazać się mniej wytrzymałym od betonu o zawartości 250 kg cementu. Wytrzymałość i jakość cementu decyduje o mocy szkieletu betonu i o szybkości jego twardnienia; dlatego rodzaj cementu, niezależnie od innych warunków, ma bezpośredni wpływ na wytrzymałość betonu.

Woda, łącząc się chemicznie i fizycznie z cementem, przyczynia się do wiązania i twardnienia betonu i daje w znacznym stopniu możność przygotowania betonu odpowiedniej konsystencji. Do przygotowania betonu takiej konsystencji, jaka potrzebna jest do łatwego ułożenia mieszaniny w formach, musimy dawać więcej wody, niż potrzeba do hydratacji cementu. Nadmiar wody (woda wolna) pozostaje w betonie niezwiązany chemicznie i fizycznie z cementem i wytwarza po wyschnięciu

pory. Zwiększając porowatość betonu, woda wpływa nie tylko na jego wytrzymałość, ale na szczelność i inne cechy fizyczne.

Kruszywo wypełnia w betonie szkielet, utworzony ze stwardniałego zaczynu, i jednocześnie stanowi formę do jego utworzenia. Im kruszywo jest ściślej ułożone w betonie, tym cieńsze są warstewki stwardniałego zaczynu, otaczające ziarna kruszywa, przez co zmniejsza się znacznie skurcz betonu, powstający wskutek kurczenia się twardniejącego i wysychającego zaczynu. Kruszywo najczęściej nie jest ułożone w betonie zupełnie ściśle, ale nawet najściślej ułożone, zawiera przestrzenie wolne pomiędzy ziarnami. Stosunek objętości, jaką kruszywo zdolne jest wypełnić w betonie, do objętości, jaką może zająć przy najściślej ułożeniu ziarn, nazywamy wskaźnikiem wypełnienia kruszywa  $m_o$ . Wskaźnik wypełnienia charakteryzuje zatem ilość przestrzeni wolnych w kruszywie które w celu utworzenia ściśłego betonu powinny być wypełnione przez zaczyn. Ilość przestrzeni wolnych w kruszywie może być większa lub mniejsza, zależnie od uziarnienia i wielkości ziarn. Dlatego do wypełnienia przestrzeni wolnych w kruszywie, zależnie od wielkości wskaźnika wypełnienia  $m_o$ , potrzeba większej lub mniejszej ilości zaczynu, t. j. cementu i wody.

Przy mieszaniu z płynnym zaczynem kruszywo zatrzymuje na ziarnach i pomiędzy ziarnami pęcherzyki powietrza, które powodują powstawanie porów powietrznych. Przeciętna ilość porów powietrznych stanowi od 2% do 5%; przy kruszywie drobnym i zawierającym znaczną ilość pyłów, objętość porów powietrznych dochodzi do 9%.

Konsystencja betonu zależy od stosunku ilości wody użytej do betonu, do ilości wody potrzebnej do nasycenia kruszywa i cementu. Ilość wody, potrzebnej do nasycenia kruszywa, charakteryzuje wskaźnik nasycenia kruszywa  $k_o$ . Im większy wskaźnik nasycenia posiada kruszywo, tym więcej wody należy dodać do betonu z tego kruszywa dla uzyskania potrzebnej konsystencji. Jak zaznaczono wyżej, nadmiar wody, potrzebnej do uzyskania pożądanej konsystencji, tworzy pory wodne. Objętość porów wodnych w betonie, zależnie od konsystencji i rodzaju kruszywa, stanowi od 11% do 30%.

Używane do betonu kruszywo przeważnie zawiera od 2% do 6% wilgoci. Przy mieszaniu wilgoć kruszywa wraz z dodawaną wodą tworzy ogólną ilość wody w betonie. Ilość wody, wprowadzanej do betonu wraz z wilgotnym kruszywem, jest często tak znaczna, że stanowi ok. 50% ogólnej ilości wody, potrzebnej do przygotowania betonu.

Najniekorzystniejsze do betonu jest kruszywo drobne, gdyż zawiera dużo przestrzeni wolnych i wymaga dużo wody; dlatego charakteryzuje go mały wskaźnik wypełnienia  $m_o$  i duży wskaźnik nasycenia  $k_o$ . Aby sporządzić z drobnego kruszywa beton o większej wytrzymałości potrzeba dużo cementu, bo dużo jest przestrzeni wolnych, niewypełnionych przez kruszywo; dla uzyskania konsystencji płynnej lub plastycznej, które najczęściej są stosowane do betonów, układanych zwykłym spo-

sobem, potrzeba dużo wody. Przy układaniu betonu za pomocą prasowania możemy stosować drobne kruszywo z mniejszą ilością wody i cementu, np. do fabrykacji cegły cementowej, płyt chodnikowych i t. p. Kruszywo grube np. żwir lub tłuczeń, do uzyskania wytrzymałego betonu wymaga również dużo cementu, bo zawiera wiele przestrzeni wolnych (mały wskaźnik wypełnienia  $m_o$ ), ale korzystniejsze jest od drobnego, bo wymaga mniejszej ilości wody (mały wskaźnik nasycenia  $k_o$ ). Porównując dwa rodzaje kruszywa żwir i tłuczeń, możemy orzec, na podstawie pomiarów wskaźników wypełnienia i nasycenia, że do uzyskania betonu tej samej wytrzymałości i konsystencji, tłuczeń, jako posiadający większy wskaźnik nasycenia, będzie wymagał więcej wody, z tym i więcej cementu, niż żwir.

Jak widzimy, kruszywo znacznie wpływa na wytrzymałość betonu, gdyż zależnie od wielkości wskaźnika nasycenia może wymagać większej lub mniejszej ilości wody, oraz może zatrzymywać większą lub mniejszą ilość powietrza, co decyduje o ogólnej ilości porów w betonie (wodnych i powietrznych).

Beton zawiera nie tylko pory wodne i powietrzne, ale jeszcze pory strukturalne i brzegowe, które powstają wskutek niewłaściwego dobrania proporcji składników (złe zaprojektowanie betonu), lub niestarannego ułożenia betonu. Widzimy zatem, że wytrzymałość betonu wzrasta przy zwiększaniu ilości cementu i zmniejszaniu ilości wody i zależy nie tylko od jakości kruszywa, ale jeszcze od właściwie dobranej proporcji składników i dokładnego ułożenia.

Z przytoczonych wyżej rozważań wynika, że rolę wszystkich składników i ich wpływy na właściwości betonu zająbiają się z sobą i że wszystkie składniki, a nie tylko jakość lub ilość cementu, decydują o wytrzymałości i innych cechach betonu.

Beton określonej wytrzymałości wymaga różnej ilości cementu, zależnie od tego jakiej ma być konsystencji i z jakiego kruszywa może być przygotowany. W pracy „Projektowanie betonu — nowa metoda” pokazano na rysunkach i opisano w tablicy czternaście różnych betonów o jednakowej wytrzymałości 180 kg/cm<sup>2</sup>, z których siedem zaprojektowano i wykonano z pospółki (żwir z piaskiem); betony te, zależnie od konsystencji, zmienianej od t. zw. sypkiej do płynnej, wymagały cementu od 250 do 414 kg; pozostałe siedem betonów zaprojektowano i wykonano z bardzo drobnego piasku, betony te również różnych konsystencji wymagały cementu od 435 do 609 kg.

Beton wytrzymałości $R_n = 180 \text{ kg/cm}^2$	Wskaźnik konsystencji $j = W : W_n$						
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
z pospółki $m_o = 0,801$ $k_o = 0,089$	250	278	305	333	360	387	414
z drobnego piasku $m_o = 0,673$ $k_o = 0,206$	434	468	500	529	557	584	609

Przykład ten wyraźnie wskazuje, że beton wytrzymałości 180 kg/cm<sup>2</sup>, zależnie od konsystencji i rodzaju kruszywa, wymaga od 250 do 609 kg cementu. Wytrzymałość betonu zależy od ilości cementu, ale określona ilość cementu nie decyduje o wytrzymałości betonu.

Prof. dr. S. Bryła na podstawie przestudjowania 311 wyników łamania kostek próbnych, wykonanych w różnych miejscach, z różnego kruszywa i różnej konsystencji, nadesłanych przez Mechaniczną Stację Doświadczalną Politechniki Lwowskiej, podaje następujące wahania wytrzymałości betonu \*):

Ilość cementu na 1 m <sup>3</sup> kruszywa w kg	Wytrzymałość kostek próbnych w kg/cm <sup>2</sup>	
	od	do
120	43	179
200	68	308
235	78	112
250	64	252
300	92	434
350	108	455
400	156	412

Autor zaznacza, że cyfry dotyczące dolnych granic wytrzymałości są niewątpliwie wynikiem złego wykonania betonu, dochodzi jednak do wniosku, że „wytrzymałości kostek próbnych z betonu, określonego wyłącznie ilością cementu w betonie, są bardzo rozmaite i różnią się od siebie nieraz o kilkaset procent”.

Doświadczenia uczonych amerykańskich Talbota i Richarda, ogromna ilość prac uzależniających wytrzymałość betonu wyłącznie od wielkości wskaźnika wodocementowego, badania własne i rozważania wyżej przytoczone pozwalają twierdzić, że wytrzymałość betonu jest wprost proporcjonalna do wytrzymałości i ilości cementu w betonie i odwrotnie proporcjonalna do objętości porów w betonie. Nowa metoda pozwala na względnie dokładne obliczenie ilości porów w betonie uwzględniając nietylko pory wodne, ale i pory powietrzne, a przez to daje możliwość projektowania betonów zadanej konsystencji i wytrzymałości z dokładnością wystarczającą do celów praktycznych.

Przyjmując, że wytrzymałość  $R_n$  betonu  $B$  tak się ma do wytrzymałości  $R_o$  betonu  $B_o$ , jak stosunek ilości cementu  $C$  do objętości porów  $P_b$  betonu  $B$ , do stosunku ilości cementu  $C_o$  do objętości porów  $P_{b_o}$  betonu  $B_o$ , otrzymamy:

$$R_n : R_o = \frac{C}{P_b} : \frac{C_o}{P_{b_o}}$$

stąd

$$R_n = R_o \frac{C}{P_b} \cdot \frac{P_{b_o}}{C_o}$$

Podstawiając w powyższe równanie zamiast  $R_o$  wy-

trzymałość na ściskanie normalnej zaprawy po  $n$  dniach  $N_n$ , a zamiast  $\frac{P_{b_o}}{C_o}$  współczynnik  $t$ , oznaczający stosunek objętości porów do ilości cementu w normalnej zaprawie cementowej otrzymamy następujący wzór, wyrażający zależności pomiędzy wytrzymałością betonu, a wytrzymałością i ilością cementu oraz ilością porów w betonie

$$R_n = \frac{t N_n C}{P_b} \dots \dots \dots (1)$$

Wyrażając ilość porów w betonie  $P_b$  przez ilość cementu w betonie  $C$ , objętość kruszywa  $O_k$ , wskaźnik wodocementowy  $H$ , współczynnik  $\eta$ , oznaczający ilość wody mocno związanej przez cement i przez wskaźniki wypełnienia kruszywa  $m_0$  i  $m_1$  otrzymamy:

$$R_n = \frac{t N_n C}{C(H - \eta) + O_k \left(1 - \frac{m_1}{m_0}\right)} \dots \dots (2)$$

względnie dzieląc przez  $C$

$$R_n = \frac{t N_n}{H - \eta + \frac{O_k}{C} \left(1 - \frac{m_1}{m_0}\right)} \dots \dots \dots (3)$$

Wzór (3) wskazuje, że wytrzymałość betonu jest wprost proporcjonalna do wytrzymałości cementu  $N_n$  i jest tym większa

- 1) im mniejszy jest wskaźnik wodocementowy  $H$ ,
- 2) im mniejszy jest stosunek  $\frac{O_k}{C}$  t. j. im więcej jest cementu w betonie w stosunku do objętości kruszywa,
- 3) im mniej powietrza kruszywo zatrzymuje w betonie (stosunek  $\frac{m_1}{m_0}$  jest bliższy do jedności).

Przy założeniu, że beton przygotowany jest w sposób uniemożliwiający zatrzymanie powietrza przez kruszywo, t. j. przy  $m_1 = m_0$  wzór (1) przybierze postać

$$R_n = \frac{t N_n}{H - \eta} \dots \dots \dots (4)$$

Wzór (4) wskazuje że wytrzymałość betonu jest tym większa, im mniejszy jest wskaźnik wodocementowy, t. j. im więcej cementu i im mniej wody jest w betonie.

Wprowadzając do wzoru (1) zamiast  $P_b$  objętość zaczynu  $Z$  i objętość porów powietrznych  $P_k$  otrzymamy wzór (1) w postaci

$$R_n = \frac{t N_n C}{Z + P_k - C(\beta + \eta)} \dots \dots \dots (5)$$

Ze wzoru (5) widzimy że beton jest tym więcej wytrzymały

- 1) im więcej jest cementu w betonie,
- 2) im mniejsza jest objętość zaczynu, t. j. im kruszywo jest ściślej i ściślej ułożone w betonie,
- 3) im mniejsza jest objętość porów powietrznych, co daje się osiągnąć przez odpowiedni dobór kruszywa lub specjalne przygotowanie betonu.

Wyrażając wytrzymałość betonu przez objętość kru-

\*) Prof. Dr. Stefan Bryła „Określenie naprężeń dopuszczalnych na podstawie ilości cementu w betonie” — Cement 1932 r., Nr. 2, str. 27.

szywa  $O_k$  i wskaźnik konsystencji  $j^*$ ) otrzymamy

$$j = \frac{W}{W_n} = \frac{W}{k_o \gamma O_k \frac{m_1}{m_0} + k C} = \frac{H}{k_o \gamma \frac{O_k m_1}{C} + k_c}$$

wzór (1) w postaci

$$R_n = \frac{t N_n C}{O_k \left[ \frac{m_1}{m_0} (j k_o \gamma - 1) + 1 \right] + C (j k_c - \eta)} \quad (6)$$

który wskazuje, że wytrzymałość betonu jest tym większa

- 1) im więcej jest cementu w betonie,
- 2) im mniejszy jest wskaźnik konsystencji, t. j. im beton jest mniej płynny,
- 3) im grubsze a ściślej kruszywo użyte do przygotowania betonu (duży wskaźnik wypełnienia  $m_0$  o przy możliwie małym wskaźniku sytowania  $k_o$ ).
- 4) im mniej powietrza zatrzymuje kruszywo.

Poza tym wzór (6) wskazuje, że cement więcej wpływa na wytrzymałość betonu o konsystencji gę-

\*) W pracy „Projektowanie betonu — nowa metoda” przyjęto jako wskaźnik konsystencji stosunek ilości wody w betonie do ilości wody niezbędnej do nasycenia kruszywa i cementu

ciejszej niż plastyczna (przy  $j < \frac{\eta}{k_c}$ ), niż na wytrzymałość betonu o konstrukcji więcej płynnej, t. j. przy większych wartościach wskaźnika konsystencji  $j$  (przy  $j > \frac{\eta}{k_c}$ ). Zatem cement użyty do betonu lepiej jest wykorzystany do uzyskania potrzebnej wytrzymałości betonu, przy wykonywaniu betonów o wskaźniku konsystencji  $j < 0,7$  t. zw. sypkich, wilgotnych, gęstych, niż przy wykonywaniu betonów o wskaźniku konsystencji  $j > 0,7$  t. zw. plastycznych i płynnych.

Badania laboratoryjne, obserwacje betonu w praktyce i analiza wzorów zgodnie wskazują, że wytrzymałość betonu wzrasta przy powiększaniu ilości cementu w betonie, oraz, że wszystkie czynniki, przede wszystkim konsystencja i jakość kruszywa, powiększając porowatość betonu zmniejszają jego wytrzymałość. Beton dobry, o wymaganej wytrzymałości, należy zaprojektować i wykonać tak, aby, zawierając możliwie najmniejszą ilość cementu, był jednocześnie najmniej porowaty.

Powiększanie ilości cementu w betonie bez zwracania uwagi na czynniki powiększające objętość porów w betonie jest tylko półśrodkiem i dlatego nie zawsze prowadzi do celu, t. j. do uzyskania najtańszego betonu o potrzebnej wytrzymałości.

Inż. P. JAKOWLEW

625.513 (438 Krynica)

## Kolej linowa w Krynicy

Możliwe, że już za kilka miesięcy będziemy mieli drugą w Polsce sportowo-turystyczną kolej linową, — tym razem nie wiszącą, jak w Zakopanem, lecz terenową. Projekt wstępny już jest gotowy: wykonało go Biuro Projektów i Studiów Ministerstwa Komunikacji. Trasa jest wytyczona. Prowadzone są obecnie szczegółowe badania i wiercenia gruntu oraz petraktacje finansowe.

Tym razem, — wobec doskonałych wyników finansowych, otrzymanych przy eksploatacji Zakopiańskiej kolei na Kasprowy Wierch, — wszelkie możliwe utyskiwania na temat jakoby nieracjonalności inwestowania pieniędzy publicznych w rzekomo wątpliwe imprezy, jak turystyczna kolej linowa, — stają się nieaktualne. Istotnie, — frekwencja kolei na Kasprowy przeszła wszelkie przewidywania, przyjęte w projekcie: bywają dni kiedy kolej wprost nie jest w stanie przewieźć wszystkich życzących jechać. Okazało się więc, że i w Polsce kolej turystyczna, kolej — „zabawka” — nie tylko nie jest inwestycją wątpliwą, ale jest inwestycją pierwszorzędną, rentującą się już od pierwszego dnia po otwarciu.

Budowa kolei na Kasprowy dała około 2 milionów godzin pracy robotnikom polskim, że zwiększyły się, i to na stałe, zarobki miejscowych górali-dorożkarzy, samochodów i autobusów (takiego ruchu w Kuźnicach jeszcze nie było nigdy), że wzrosła i stale będzie wzrastała frekwencja turystów w Za-

kopanem. Rosną więc zarobki całego przemysłu turystyczno-hotelowego, pensjonatów, hoteli, restauracji i całej armii ich dostawców. Oczywiście nie tylko miejscowych, ale i z całego kraju.

Coraz więcej ludzi zjeżdża się tam z całej Polski: rośnie ruch na kolei, poczcie i telegrafii. Powstawać muszą nowe, dogodniejsze, szybsze, bezpośrednie połączenia motorowe „torpedy”, zniżki kolejowe, — a wszystko to znów wywołać musi nową falę zwiększenia frekwencji.

Proporcjonalnie do zwiększenia frekwencji musi rosnać i ruch budowlany. Dzięki kolei linowej Zakopane otrzymuje dobrą szosę kostkową do Kuźnic i nowe komfortowe autobusy. Zakopane cywilizuje się w tempie przyspieszonym.

Gdy sobie wszystko to na chwilę uprzytomnimy, dopiero wtedy zrozumiemy całą wartość tej naprawdę pożytecznej inicjatywy. Wtedy tylko zrozumiemy, że kolej linowa w Zakopanem jest nie tylko śmiałym wyczynem nowoczesnej techniki, w ogólnym efekcie jest ona czemś więcej, czemś bardziej cennym, — jest naprawdę wielkim dziełem cywilizacji.

Aczkolwiek kolej linowa w Krynicy będzie 6 razy mniejsza i koszt jej o tyleż mniejszy, a bilety 15 razy tańsze aniżeli w Zakopanem, jednak niewątpliwie należy oczekiwać, że w rozwoju Krynicy, tej letniej stolicy Polski, odegra ona rolę analogiczną.

Kolej ta będzie miała znaczenie sportowe, widokowo-turystyczne, kuracyjne i rozrywkowe.

**Trasa.** Dolny punkt wyjścia projektowanej kolei znajduje się na skraju parku, u wylotu toru saneczkowego, tuż przy głównej alei Krynicy, pomiędzy pałacem Prezydenta, a początkiem ulicy *Puławskiego*. Górny koniec znajduje się na szczycie Góry Parkowej, obok piętrowej altany widokowej i początku toru saneczkowego na wysokości 730 m nad poziomem morza.

Całkowita długość w linii poziomej 640 m, wzniesienie pionowe 160 m, pochyłość od 17 do 25,5%. W planie trasa przedstawia linię prostą.

**Zadania kolei.** W zimie kolej będzie dowoziła na szczyt Góry Parkowej amatorów mocno emocjonującej jazdy saneczkowej oraz publiczność przyglądającą się tej jeździe wzdłuż specjalnej ścieżki, idącej obok toru saneczkowego. Tor ten długości 1,5 km, o pochyłości dochodzącej miejscami do 15%, wije się serpentyną po zboczach Góry Parkowej. Na licznych i dość ostrych zakrętach górna krawędź zewnętrzna wznosi się czasem na 7 m nad dnem toru i dochodzi do pozycji pionowej, tak że jazda na tych wirażach przedstawia widowisko całkiem osobliwe: sanki i jeźdźcy pędzą z szybkością 60 km na godzinę w pozycji odchyłonej prawie pod kątem prostym do pionu.

Poza tym niezależne stoki góry od strony południowej i północno-zachodniej tworzą w zimie piękne zjazdy narciarskie.

Widok ze szczytu Góry Parkowej na całą okolicę, na wszystkie 4 strony, jest niezwykle piękny i malowniczy. Dojście zaś do niego ścieżkami o spadkach 10-15%, dla przeważnej części publiczności, zjeżdżającej do Krynicy, jest bardzo uciążliwe, a dla znacznej części gości — prawie wykluczone. Chodząc, — chcąc nie chcąc, po wiecznie przepełnionym „Deptaku” zdrojowym, ludzie po prostu nawet nie mają pojęcia o tych widokowych i spacerowych możliwościach Krynicy. Dojazd do szczytu góry koleją za cenę biletu tramwajowego, otwiera nowy piękny teren spacerowy, łatwy i dostępny dla wszystkich.

Dalej, na szczycie przewiduje się budowę kawiarni, plaży i szereg innych urządzeń leczniczych, wypoczynkowych i rozrywkowych. Bez kolei oczywiście wszystko to nie miałyby racji bytu.

**Torowisko.** Kolej jest 1-torowa, z automatyczną mijanką pośrodku. Szerokość toru 1 metr. Szyny normalne, kolejowe, o wadze 28 kg/m na podkładach drewnianych.

Najwyższy nasyp wynosi 5,50 m, najgłębszy wykop 4,00 m. Grunt na całej długości trasy, do głębokości od 1,0 do 2,0 m — skalisty, składający się z kamieni, gliny i piasku. Poniżej znajduje się twarda skała piaskowca.

Dla umocowania szyn, w celu powstrzymania ich od spękania w dół przewidziane są co 50-60 m betonowe lub kamienne bloki oporowe.

Nad torem saneczkowym i idącą obok drogą spacerową, oraz nad jedną z alei spacerowych w parku, kolej przejdzie małymi wiaduktami z żelbetu rozpiętości 6 m i 4 m. Kilka innych dróg spacerowych

i jedna jezdną przeprowadzone będą wiaduktami drewnianymi ponad torem kolejowym. Pozostałe drogi pieszne będą odprowadzone w innym kierunku.

Oba budynki stacyjne, górny i dolny, projektuje się lekkiej konstrukcji drewnianej typu pawilonowego, na fundamentach z kamienia miejscowego. Ogólna kubatura nasypów wyniesie około 7000 m sześciennych, wykopów — około 3000 m. Przy załamaniach profilu, tj. przy zmianie pochyłości zastosowane będą łagodne łuki paraboliczne, w tym celu, ażeby lina przy największym naciągu nie mogła zeskokczyć z rolek, umocowanych pomiędzy szynami na całej długości toru.

**Urządzenie mechaniczne i elektryczne.** System ruchu kolei polega na tym, że 2 wagony są połączone liną napędną biegnącą na rolkach pomiędzy szynami i przewiniętą przez koło napędne na stacji górnej, poruszane silnikiem elektrycznym mocy 60 KM. Gdy jeden wagon idzie do góry, drugi jednocześnie opuszcza się w dół. Gdy jeden wagon znajduje się na stacji górnej, drugi jest na stacji dolnej. Oba wagony mijają się pośrodku trasy na automatycznej bezślizgowej i niesprusuwanej mijance systemu *Abta*.

Prądu (6000 V) będzie dostarczała elektrownia zdrojowiska, która może wytwarzać 600 kW, z czego obecnie zużywa się tylko 350 kW. Prąd będzie transformowany do użytku kolei na prąd trójfazowy 380/220 Volt.

**Wagony.** Wagony i cała maszyna mają być wykonane w kraju. Pojemność każdego wagonu 30 miejsc siedzących i 10 stojących, miejsce dla konduktora i platforma dla saneczek, którą na lato można zdjąć. Pomost wagonu i siedzenia są urządzone w kształcie schodów o średnim pochyleniu 26%. Szybkość jazdy 3 m/sek. Przejazd w jedną stronę 4 minuty, razem z postojami 6 minut. Ilość kursów na godzinę 10, co daje możność przewiezienia 400 osób na godzinę w każdą stronę.

**Bezpieczeństwo ruchu.** Ruchem kieruje maszynista znajdujący się na stacji górnej. Oprócz urządzeń dla puszczania w ruch i zatrzymywania, w kabinie maszynisty znajdują się 3 hamulce: ręczny, elektryczny i automatyczny, który działa, gdy szybkość wagonów wzrasta nadmiernie. Ponadto każdy wagon posiada 2 hamulce ręczny i automatyczny, zatrzymujący wagon w wypadku, gdyby lina ciągnąca zerwała się. Dla jeszcze większego bezpieczeństwa wagony są cały czas połączone telefonicznie ze stacją górą.

Koszt budowy wyniesie ok. 400 000 zł, z czego na poszczególne roboty przypada:

roboty ziemne	10%
mosty	13%
budynki	12%
nawierzchnia	8%
urządzenia mechaniczne i elektryczne	57%

**Rentowność.** Przewiduje się, że w dniu pogodnym, których ilość oceniana jest na 270 w ciągu roku, kolej będzie przewoziła średnio po 600 pasażerów dziennie (stanowi to zaledwie 25% pełnej zdolności przewozowej), wyniesie to 162000 prze-



jazdów na rok. Przypuśćmy, że połowa pasażerów przejedzie tam i z powrotem, reszta zaś tylko w jedną stronę, na górę, a w dół zejdzie piechotą. Otrzymamy wtedy dochód brutto około 65000 zł. Cena biletu przewidywana jest w wysokości 50 groszy tam i z powrotem i 30 groszy w jedną stronę.

%% od kapitału . . . . .	24 000 zł
Prąd elektryczny — gratis . . . . .	—
Personel . . . . .	12 000 zł
Utrzymanie toru, budynków i maszyn . . . . .	6 000 zł
Raty na fundusz renowacyjny . . . . .	7 000 zł
Razem	49 000 zł
Czysty dochód zatem wyniesie	16 000 zł

## BIBLIOGRAFIA

**Kolejki linowe.** Inż. *E. Raabe*. Nakładem Ministerstwa Komunikacji wyszła z druku praca inż. *E. Raabego* o kolejkach linowych, opracowana na podstawie źródłowych danych. Jest to pierwszy polski podręcznik traktujący o kolejkach linowych i ujmujący w I części opis kolejek towarowych i osobowych różnych systemów, a w II części opis kolejki z Zakopanego na Kasprowy Wierch. Podręcznik podaje obliczenia konstrukcyjne i rysunki objaśniające i może być bardzo pożyteczny dla przyszłych budowniczych podobnych kolejek w Polsce. Podanie szczegółowego opisu kolejki na Kasprowy Wierch, pierwszej kolejki osobowej na ziemiach polskich po 70 latach od ich zastosowania (w r. 1868 inż. *Ch. Hodgson*), jest cennym nabytkiem dla interesujących się komunikacją i turystyką. Wydawnictwo, opracowane starannie i praktycznie ułożone, poświęcił autor inż. *Aleksandrowi Bobkowskemu*, inicjatorowi budowy kolejki na Kasprowy, który w przeprowadzeniu tej budowy musiał zwalczyć namiętne sprzeciwu opinii publicznej, które ustały, gdy po wybudowaniu kolejki przekonano się, że przepiękny pejzaż górski nie został w niczym uszczuplony, publiczność zyskała możliwość dotarcia w łatwy sposób na szczyt górski i rozkoszowania się rozległym widokiem, a narciarstwo znalazło rzadko spotykane dogodnie warunki swego rozwoju.

wg.

## KRONIKA

### Zagadnienie syntetycznych surowców w niemieckim planie czteroletnim \*).

W proklamowanym w Norymberdze niemieckim czteroletnim planie gospodarczym odgrywa najważniejszą rolę zagadnienie surowców syntetycznych, względnie namiastek. Niemcy chcą przez rozbudowę odpowiednich urządzeń w kraju zmniejszyć swą zależność od importu podstawowych zagranicznych surowców. Oczywiście tylko ją zmniejszyć, a bynajmniej nie zlikwidować, o likwidacji bowiem zależności wielkoprzemysłowego kraju od zagranicy w warunkach współczesnego życia gospodarczego mowy nie ma.

Włókienniczy przemysł niemiecki boryka się z brakiem surowca. W r. 1935 wartość przywozu przędzy i surowców włókienniczych wynosiła 708 milj. mk., pomimo ograniczeń dewizowych. Stanowiło to 17% całego przywozu. W r. 1936 uległa sytuacja pogorszeniu. Skutkiem zmiany brazylijskiego prawodawstwa dewizowego przemysł niemiecki zmuszony był przerzucić się ponownie na zwiększone dostawy bawełny amerykańskiej, opłacanej dewizami. Spowodowało to dalsze ograniczenie kontyngentów przerobu, podwyższenie przyמושowej domieszki wełny sztucznej dla tkanin bawełnia-

Amortyzacja, czyli roczne wpłaty na fundusz renowacyjny zostały obliczone z uwzględnieniem procentów składanych według norm przyjętych w praktyce europejskiej. A więc trwałość obiektów przyjmujemy:

budowle betonowe . . . . .	lat 40
budynki drewniane, oraz urządzenia mechaniczne i elektryczne . . . . .	„ 30
mosty drewniane i nawierzchnia . . . . .	„ 15
wagony	
liny . . . . .	„ 5

nych z 8% na 16%, dla wełnianych jeszcze więcej. „Z przepisów, określających wysokość domieszki do sukna mundurowego, wynika, że w zależności od gatunku i przeznaczenia tego sukna, domieszka wełny sztucznej wynosi 20%, 25% lub więcej”. („Przeł. Gosp.”). W związku z tym poddano kontroli produkcję wełny syntetycznej, której kontyngenty przydziela się tak samo, jak kontyngenty importowanego surowca. Głód surowca włókienniczego objął już również i dziedzinę surowca syntetycznego. Wytwórczość wełny sztucznej wzrosła z 7.200 t w r. 1934 do 15 600 t w r. 1935, w najbliższym czasie ma dość do 70 000 t rocznie. Uruchomiono niedawno wielki zakład *Glanzstoff A. S.* w Kassel, w budowie znajdują się cztery dalsze fabryki. Gdyby udało się Niemcom podnieść rzeczywiście 4½-krotnie produkcję syntetycznej wełny, wówczas ich przeciętne zapotrzebowanie na wełnę i bawełnę mogłoby być pokryte przez własną wytwórczość w wysokości od 14 do 16%. Prace niemieckich urzędów gospodarczych zmiernają do tego, ażeby, w celu dalszego zmniejszenia zależności od importu zagranicznych surowców włókienniczych wykorzystać produkcję sztucznego jedwabiu, uprawę lnu i konopi, co pozwoliłoby podnieść wymieniony powyżej procent do 30%. Już obecnie używa się przędzy ze sztucznego jedwabiu przy wyrobie materiału na podszewki, zamiast tkanin jałowych używa się tkanin papierowych i forsuje uprawę lnu (z 15 000 t w r. 1935 ma się podnieść w r. b. na 40 000 t).

Surowiec żelazny jest przedmiotem poważnych trosk rządu niemieckiego. Wydobycie rud żelaznych w Niemczech wzrosło z ok. 2,6 milj. t w 1933 r. do 3 milj. t w pierwszym półroczu b. r. Ubogie w żelazo rudy krajowe podrażają znacznie koszt przeróbki w stosunku do rud importowanych, co wpływa ujemnie na eksport wyrobów żelaznych. Tym właśnie tłumaczy się zainteresowanie Niemiec powstaniem hiszpańskim. Hiszpania ma wysokoprocetowe rudy żelazne i miedzi. Gdyby udało się Niemcom opanować kopalnie miedzi i rud żelaznych, mogliby otrzymywać te dwa cenne surowce bez dewiz. Miedzi w Niemczech brak całkowicie. Jako materiałem zastępczym posługują się Niemcy aluminium, którego spożycie wzrosło z 58 000 t w r. 1934 do 93 000 t w r. 1935.

W gwałtownym tempie rozwijają Niemcy własną produkcję ropy, doszli już w tej dziedzinie do poziomu Polski. Niezależnie od tego rozwijają produkcję syntetycznych i zastępczych materiałów pędnych.

W zakresie produkcji syntetycznego kauczuku są Niemcy jeszcze w fazie prac laboratoryjnych.

B.

### Akademia Nauk Technicznych.

Dnia 14 listopada 1936 r. odbyło się posiedzenie Wydziału Nauk Inżynierskich Akademii Nauk Technicznych, na którym prof. dr. *W. Wierzbicki* wygłosił referat o pracy własnej p. t.: „Bezpieczeństwo budowli, jako zagadnienie prawdopodobieństwa”.

Autor jest zdania, że w zwykłych sposobach wyznaczania współczynników bezpieczeństwa budowli tkwi duża doza subiektywizmu; aby się od niej wyzwolić, należałoby ustalenie współczynników bezpieczeństwa oprócz na rachunku, w szczególności na rachunku prawdopodobieństwa.

\*) Źródło: *Dr. K. Thaler*. Nowy niemiecki plan czteroletni. „Przeł. Gospodarczy” 1936/21.



Współczynnik bezpieczeństwa zależy od różnicy między naprężeniem bezpiecznym a wytrzymałością materiału; na różnicę tę składają się, po pierwsze, naprężenia wywołane przez niezupełną zgodność z rzeczywistością hipotez Mechaniki budowli, po wtóre, naprężenia spowodowane wahaniami we współczynnikach sprężystości, po trzecie, odchylenia od średniej wytrzymałości materiału.

Na to, aby dana konstrukcja nie doznała katastrofy ( $\Omega$  — prawdopodobieństwo tego faktu), potrzeba zbiegu dwóch faktów następujących:

- A) aby naprężenie  $\sigma$  w pewnym punkcie budowli nie przekraczało naprężenia  $\sigma''$  w tym samym punkcie, największego, jakie tu może mieć miejsce wskutek wahań we współczynnikach sprężystości  $E_1, E_2, E_3$  (prawdopodobieństwo  $\Omega_1$ ),
- B) aby wytrzymałość materiału była większa od  $\sigma''$  (prawdopodobieństwo  $\Omega_2$ ).

Z drugiej strony, na to, aby miał miejsce fakt A potrzeba:

- a) aby hipotezy, na których było oparte obliczenie naprężenia  $\sigma$  były zgodne z rzeczywistością (prawdopodobieństwo  $\Omega_1$ ),
- b) aby wynik obliczeń nie przekraczał  $\sigma''$  (prawdopodobieństwa  $\Omega_2$ ).

Pojęcie prawdopodobieństwa złożonego doprowadza w tych warunkach do równania:

$$\Omega_1 \cdot \Omega_2 \cdot \Omega_3 = \Omega \dots \dots \dots (1)$$

Wielkość  $\Omega = p$ , stała w równaniu (I), charakteryzuje ten stopień bezpieczeństwa, jaki pragniemy zapewnić projektowanej budowli; wielkość ta może być ustalona drogą porównania jej z prawdopodobieństwem takich faktów, których prawdopodobieństwo jest znane.

Wielkość  $\Omega_2$  oblicza autor na podstawie krzywej błędów Gauss'a dla prób wytrzymałości materiału budowli, mianowicie:

$$\Omega_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Theta_2 (K_0 - \sigma'') h_1, \dots \dots (II)$$

gdzie  $K_0$  oznacza średnią wartość wytrzymałości,  $h_1$  stopień dokładności prób,  $\Theta_2$  całkę, wyrażającą pole krzywej Gauss'a w granicach  $\pm \sigma''$ .

Odpowiednio do tego, wartość prawdopodobieństwa  $\Omega_2$  wyraża się wzorem:

$$\Omega_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Theta_1 (h \alpha), \dots \dots \dots (III)$$

gdzie  $\alpha$  oznacza największe odchylenie naprężenia  $\sigma''$  od wartości  $\sigma_0$ , odpowiadającej średniej wartości współczynników  $E_1, E_2, E_3$ , a  $h$  stopień dokładności wyznaczenia naprężenia  $\sigma$ , jako funkcji  $E_1, E_2, E_3$ .

Jeżeli przyjąć, że  $\Omega_1$  jest wielkością stałą, wówczas równanie (I) przybiera postać:

$$\Omega_1 \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Theta_1 (h \alpha) \right] \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Theta_2 (K_0 - \sigma'') h_1 \right] = p, \dots (IV)$$

Dla pewnej wartości  $\alpha$  z równania (IV) można przy pomocy tablic funkcji  $\Theta$  wyznaczyć  $K_0$  i  $\sigma_0$ , a tym samym współczynnik bezpieczeństwa  $n$ .

Wielkość  $p$ , względnie wielkość  $p$  i  $\alpha$ , mogą być te same dla wszystkich budowli wogóle lub dla pewnych ich kategorii, co stawia budowlę bądź w jednakowych warunkach bezpieczeństwa, bądź też w warunkach, dających się ze sobą porównywać.

Od charakteru konstrukcji zależy, w jaki sposób rozszerzyć stosowalność otrzymanych w powyższy sposób współczynników  $n$ , na całość konstrukcji.

W przypadku konstrukcji statycznie wyznaczalnych odpada sprawa wyboru wielkości  $\alpha$ .

W dyskusji nad referatem brali udział: prof. dr. M. Huber, prof. dr. M. Wolfke, prof. dr. W. Pogorzelski oraz Prelegent.

Z działalności Koła Wodno-Melioracyjnego.

1. Dn. 29.X b. r. odbyło się posiedzenie Koła, na którym był rozpatrzone Memorial Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie do Pana Prezesa Rady Ministrów w sprawie robót inwestycyjnych i opinia Koła w sprawie powyższego Memorialu. Następnie ułożono plan działalności Koła na najbliższą przyszłość i omówiono udział Koła w Zjeździe Inżynierów Wodnych. W dyskusji brali udział inżynierowie Romański, Misiaczek, Gumiński, Szczawiński, Mystakowski, Sienkowski, Domaniewski, Barcikowski Gawlikowski.

2. Dnia 3.XI b. r. odbyło się posiedzenie Koła, na którym inż. J. Misiaczek, nac. Wydziału Melioracji i Budownictwa Min. R. i R. R., wygłosił referat p. t. „Aktualne roboty wodno-melioracyjne”. Następnie kol. J. Kaniewski przedstawił w referacie przygotowaną przez Min. R. i R. R. organizację konserwacji wykonanych urządzeń melioracyjnych na terenie gmin i powiatów przy pomocy referatów melioracyjnych w starostwach, Komisji powiatowych i gminnych strażników melioracyjnych. W dyskusji brali udział inż. Romański, Barcikowski, Gumiński, Szwarz, Szulc-Holnicki i inni.

3. Dnia 27.XI b. r. odbyło się posiedzenie Koła, na którym inż. G. Szwarz, wygłosił referat p. t. „Wznowienie kredytów na melioracje szczegółowe” przedstawiając akcję kredytowania melioracji szczegółowych przez P. B. R. jej kolejny rozwój, ilość kredytów dotychczas udzielonych, niedostateczność kredytów udzielanych w ostatnich latach i potrzebę zmian w udzielaniu kredytów w przyszłości. Wynik dyskusji na powyższy temat można ująć w następujący sposób:

- a) Winny być szczegółowo badane warunki gospodarcze pożyczkobiorców i stopień możliwości wykorzystania przez nich pożyczek, udzielanych tym gospodarstwom, które dzięki melioracjom najbardziej podniosą swą rentowność.
- b) Pożyczki winny być udzielane przede wszystkim na te melioracje szczegółowe, gdzie melioracje podstawowe są już przeprowadzone lub gdzie jest możliwość taniego wykonania odpływów.
- c) Odpływy winny być wykonane przy pomocy finansowej państwa.
- d) Pożyczki winny być udzielane każdorazowo w wysokości procentowej od aktualnego kosztorysu.
- e) Pożyczkobiorców należy zabezpieczyć od wahań koniunktury i cen artykułów rolnych, przerzucając ryzyko na państwo, które jest zainteresowane w przeprowadzeniu melioracji szczegółowych.
- f) Przy inwestycjach melioracyjnych winny być stosowane ulgi podatkowe, tak jak przy inwestycjach budowlanych lub innych.
- g) Oprocentowanie pożyczek przy obecnej małej rentowności gospodarstw rolnych winno być jak najniższe, ok. 2% rocznie.
- h) Formalności przy udzielaniu pożyczki winny być ograniczone do minimum.
- i) Spółki wodne, których działalność dotychczas była niedostateczna należy poddać odpowiedniej opiece i kontroli, co zresztą już zostało częściowo przeprowadzone przez utworzone w tym roku referaty melioracyjne w starostwach.
- j) Ze względu na wzmagające się obecnie zainteresowanie w kierunku drenowania, które zaczyna się znów wykonywać w sposób chaotyczny i nieodpowiedni i przez osoby nieposiadające odpowiednich kwalifikacji, należy opracować odpowiednie instrukcje i ograniczyć prawa przeprowadzania melioracji.
- k) W projektach odwadniających winno być przewidziane nawodnienie.
- l) Winny być przeprowadzone jaknajszersze obserwacje hydrologiczne, tak aby projekty były oparte nie na szablonych wzorach, jak dotychczas, lecz na faktycznych sływach zaobserwowanych, co już zresztą zostało rozpoczęte przez poszczególne oddziały Wodno-Melioracyjne Urzędów Wojewódzkich.

Ponieważ na zebraniu nie można było szczegółowo omówić wszystkich spraw wiążących się z tematem referatu,

została wybrana specjalna Komisja celem opracowania wniosków na następne zebranie Koła, które odbędzie się dnia 11 grudnia b. r. o godz. 18 w gmachu Stow. Techn.

Inż. A. Szczawiński.

## ŻYCIE STOWARZYSZENIA

### TECHNIKÓW POLSKICH w WARSZAWIE

#### Z SALI ODCZYTOWEJ.

Dnia 6 listopada b. r. p. *Cezary Paulowski* wygłosił odczyt p. t. *Sztuczna promieniotwórczość i zastosowanie jej w chemii, biologii i medycynie.*

Prelegent, znany specjalista z dziedziny badań nad promieniotwórczością, przed omówieniem właściwego tematu, poświęcił dłuższą chwilę scharakteryzowaniu roli, jaką w wymienionej dziedzinie fizyki, odegrała *Curie-Skłodowska*.

Prelegent zademonstrował i objaśnił schematy metod pomiarowych w odniesieniu do promieniowania, a mianowicie licznik *Geigera* i *Millera* oraz metodę *Wilsona*.

Promieniowanie pierwiastków i ich jednoczesna przemiana na inne, połączona z samorzutnym wyzwoleniem energii z jądra, nasunęła myśl rozbitcia sztucznego jąder atomowych dla osiągnięcia wzmiankowanych wyżej zjawisk, w pierwiastkach nie podlegających samorzutnemu rozpadowi. Po udanej próbie *Rutherforda* rozbitcia azotu, przychodzą wielkie prace małżonków *Jolliot-Curie*, rzucające nowe światło na budowę materii i jej przemiany.

Wprowadzenie przez *Jolliot* pojęcie neutronu wyjaśniło szereg sprzeczności i pozwoliło fizyce atomowej posunąć się znacznie naprzód.

Dnia 13 listopada b. r. p. gen. *De Henning-Michaelis* wygłosił odczyt p. t. „Przyszłość twierdz”.

Prelegent udowodnił na wstępie, że mimo klęsk zadanych fortecznictwu przez pocisk kruszący rola fortyfikacji nie skończyła się, a konieczne są tylko pewne zmiany strukturalne, rozproszenie elementów fortyfikacji stałej w terenie, oraz głębsze zamaskowanie pod ziemią.

Polska, jako kraj nie posiadający granic naturalnych i nie nadający się terenowo do budowy umocnień stałych, prawie cały ciężar obrony granic przetrzucić musi na armię polową. Wyjątek stanowi Pomorze i Gdynia, najbardziej narażony rejon naszych kresów zachodnich, mający dla nas olbrzymie znaczenie strategiczne, zagrożony w każdej chwili atakiem przeciwnika. Ciasnota Pomorza utrudnia niesłychanie manewr armii polowej, zmuszając do utworzenia pasa ufortyfikowanego w okolicach Tczewa, jako miejsca przeprawy przez most na Wiśle, łączący Prusy Wschodnie z metropolią, przy manewrach oskrzydających od południa niemiecki Gdańsk. Jeszcze większe znaczenie ma Gdynia — jako jedyna baza naszej floty na Bałtyku. Winna ona być obozem warownym, silnie umocnionym od ładu i morza. Powyższy temat, bardzo aktualny, omówiony będzie szerzej w specjalnym artykule, który w najbliższym czasie zamieścimy w „Przeglądzie Technicznym”.

Dnia 27 listopada b. r. inż. mgr. *Zygmunt Rudolf* wygłosił odczyt pod tytułem: „Myśli przewodnie ostatniego Międzynarodowego Zjazdu Mieszkaniowego i Planowania Miast w Londynie (1935 r.)”.

Prelegent, który brał udział jako delegat polski w XIV Zjeździe Urbanistycznym w Londynie, zaznajomił słuchaczy z wielkim natężeniem prac budowlanych w Anglii w r. 1935, której też słusznie przyznano zaszczyt urządzenia Kongresu u siebie. Znaczne zainteresowanie sprawami urbanistyki i racjonalnego rozmieszczenia ludności, przejawiane

przez parlament, stwarza nastrój pracy twórczej, odpowiednio docenianej.

Mimo wybudowania bowiem 2 750 000 domów od chwili zakończenia wojny, przeludnienie wyżej standardu, łącznie z nieracjonalną polityką terenową, stają się w Anglii zagadnieniem zyskującym z dnia na dzień na aktualności.

Sprawa stwarzania osiedlom właściwego otoczenia, zagadnienie osiedli taśmowych, racjonalne planowanie wsi, były tematem obszernych dyskusyj Kongresu, przy czym jedno z najbardziej oryginalnych poglądów reprezentowały Stany Zjednoczone przez swego reprezentanta dr. *Wilsona*. Specjalny nacisk położono na pozytywne wpłynięcie na planowanie wsi, dla uwzględnienia czynników socjalnych i ekonomicznych jej egzystencji, oraz na kształtowanie arterii komunikacyjnych z uwzględnieniem czynnika nieszczenia krajobrazu.

Co do przydziału kompetencji w planowaniu wsi, przeważało zdanie, iż kompetencje te winny raczej przysługiwać organizacjom regionalnym. Przy planowaniu, według opinii francuskiej większą wagę powinno się przykładac do zdania artysty, niż inżyniera.

Mimo zgodnego poglądu na konieczność pozytywnej i radykalnej akcji kierowniczej, szereg państw, jak np. Dania nie posiada zupełnie planu konstruktywnego, inne zaś (np. Anglia) chorują na brak synchronizacji wysiłków.

Ciekawą dyskusję wzbudziło również zagadnienie, czy plany miasta winny być zamknięte (system rzymski), czy też dozwolici na późniejszy rozrost. Kongres rozpatrywał również zagadnienia finansowe związane z urbanistyką, przy czym metoda angielska odszkodowań naogół nie spotkała się z aprobatą innych delegacji. Słabą stroną Kongresu był zbyt słaby nacisk na stronę komunikacyjną planowania, być może ze względu na szerokie omówienie tych zagadnień na kongresach poprzednich.

Obszerna dyskusja zakończyła odczyt, żywo i ciekawie ujęty przez Prelegenta.

Dnia 4 grudnia b. r. p. inż. *Kazimierz Pajewski* wygłosił odczyt p. t. „Walka z korozją w świetle ostatnich badań”.

Prelegent zaznajomiwszy ogólnie słuchaczy ze znaczeniem, które przywiązuje świat techniczny do zwalczania korozji, podzielił środki ochronne na następujące grupy.

- 1) Metalizacyjne: galwanizacja, sposób gorący przez pograżenie, szerdaryzacja, natryskiwanie.
- 2) Fosfatacja i inne metody podobne, polegające na pokryciu warstwy żelaza warstwą ochronnych związków chemicznych (zwykle fosforanów).
- 3) Emaliowanie, dość rzadko zresztą stosowane.
- 4) Torkretowanie, polegające na natrykiwaniu betonu oraz
- 5) najczęściej stosowane różne sposoby malowania po uprzednim, właściwym zagruntowaniu.

Jeżeli chodzi o straty powodowane korozją, to ciekawą jest cyfra określona dla kolei niemieckich, w stosunku rocznym, na 48 milj. marek. Wobec tak wielkich strat, występujących również w innych krajach, zrozumiałe jest powstawanie specjalnych instytucji naukowo-technicznych, poświęconych badaniom walki z rdzą.

Zasadniczą rzeczą, przed dalszym chronieniem żelaza, jest jego wstępne oczyszczenie, które wykonać można ręcznie (szmerglowanie), chemicznie, bądź też mechanicznie przez piaskowanie. Znaczną rolę w dobrej ochronie żelaza przypisać należy również właściwemu gruntowaniu. W odniesieniu do farb, prelegent podaje zestawienie trwałości poszczególnych rodzajów, zaznajamiając równocześnie słuchaczy z mieszaniami farb suchych o różnej granulacji. Mimo rozprzestrzenienia się ostatnio lakierów celulozowych i acetocelulozowych, prelegent sądzi, iż ze względu na ich kosztowność i szereg wad, przyszłość należy raczej do farb, opartych produkcyjnie o sztuczne żywice.

Omówienie lakierów chlorokauczukowych zakończyło ten bardzo aktualny i ciekawy odczyt. Po odczycie odbyła się dyskusja, w której zabierali m. in. głos p. rektor *Radziszewski* i inż. *J. Falkiewicz*.

# WIADOMOŚCI TOWARZYSTWA WOJSKOWO-TECHNICZNEGO

Nr. 7

Tom IV

## T RE Ś Ć :

Zagadnienie produkcji magnezu metalicznego, Inż. J. Z. Zaleski i inż. A. Kotowicz.

Bibliografia.

WARSZAWA  
9 GRUDNIA  
1936 R.

## S O M M A I R E :

Problème de production de magnésium métallique, par M. Z. Zaleski et A. Kotowicz.

Bibliographie.

Inż. J. Z. ZALESKI i Inż. A. KOTOWICZ

669. 721. 3

## Zagadnienie produkcji magnezu metalicznego

### 1. Znaczenie i zastosowanie magnezu.

Magnez jest jednym z najmłodszych metali lekkich znajdującym coraz szersze zastosowanie w skali przemysłowej. Znaczenie swoje zawdzięcza on przede wszystkim swoim cennym własnościom oraz niezależnie od tego postępowi techniki, który pozwala na obniżanie ceny produkcji tego metalu oraz opanowywanie jego cech ujemnych.

Stosowanie magnezu oraz jego stopów w coraz szerszej skali dla elementów konstrukcyjnych, w których ciężar własny odgrywa zasadniczą rolę, ma uzasadnienie w bardzo niskim c. wł., wynoszącym ok. 1,74 oraz względnie znacznej wytrzymałości mechanicznej (części samolotów, samochodów i t. p.).

Tę ostatnią własność, dzięki specjalnym stopom i obróbce termicznej, poprawiono znacznie w ciągu ostatnich kilkunastu lat.

Możność stosunkowo łatwego magazynowania, a zarazem zdolność do szybkiego zapalania i wydzielenia dużych ilości ciepła i światła czynią go niemal niezbędnym do celów fotograficznych i pirotechnicznych oraz przy fabrykacji bomb i granatów zapalających.

Ponadto magnez znajduje zastosowanie w metalurgii niklu, miedzi i innych metali — jako środek odleniający, oraz w wielu procesach syntezy organicznej.

Duże zastosowanie znajduje również jako składnik wielu stopów aluminiowych, np. duraluminu<sup>1)</sup>, Almalec, Aldrey<sup>2)</sup> „Y”<sup>3)</sup> i t. d.

<sup>1)</sup> 681a—0,4—0,6 Mg; 0,25—1,0 Mn; 0,2—0,5 Fe; 0,2—0,5 Si; 3,5—5,5 Cu; 92,5—95,0 Al.

<sup>2)</sup> 0,3—0,5 Mg; 0,2—0,3 Fe; 0,4—0,7 Si; 98,5—99,1 Al.

<sup>3)</sup> Ok.: 1,5 Mg; 0,25 Fe; 0,2 Si; 4,1 Cu; 1,5 Ni; 92,4 Al.

Wzrastające znaczenie magnezu w gospodarce światowej stwierdzają następujące cyfry: np. produkcja St. Zjedn. A. P. wynosiła:

w 1921 roku	21,8 t.
„ 1926 „	147,0 „
„ 1928 „	220,0 „
„ 1930 „	ok. 1000 „
„ 1933 „	2000 „

Produkcja Niemiec, największego producenta światowego, wynosiła w 1914 roku ok. 300 t, w roku 1928 ok. 1800 t<sup>1)</sup>. Tak ogromną produkcję tłumaczy się posiadaniem dużych zapasów potrzebnych do tego surowców.

Analogiczny wzrost, względnie podjęcie produkcji magnezu, można obserwować i w innych krajach uprzemysłowionych, np. w Japonii („Die chemische Industrie”) uruchomiono w miejscowości Joshin (fabryka należy do Nippo-Magnesium K. K.) produkcję Mg w ilości 5 t/24 godz.; w Rosji ma nastąpić wkrótce uruchomienie zbudowanej już fabryki.

Ceny w ostatnich latach przedstawiały się następująco:

1927—52	fr. fr./kg.
1930—45	„ „
1933—22	„ „
1936—16,5	„ „ (ch. czysty 99,9% — 22 fr. fr./kg)

### 2. Współczesne metody produkcji magnezu metalicznego.

Magnez metaliczny można wytwarzać w zasadzie kilkoma różnorodnymi metodami. W skali technicznej rozwinęły się jedynie dwie metody, mianowicie: elektroliza chlorku magnezu (MgCl<sub>2</sub>) w miesza-

<sup>1)</sup> Największe wytwórnie Mg w Niemczech:

1) I. G. Farbenindustrie w Bitterfeld.

2) Hemelingen koło Bremy.

nie stopionych soli, np. chlorku sodu i potasu ( $\text{NaCl} + \text{KCl}$ ), oraz druga — t. j. elektroliza tlenku magnezu ( $\text{MgO}$ ) w mieszaninie stopionych soli fluorowych, np.: fluorku magnezu ( $\text{MgF}_2$ ), fluorku baru ( $\text{BaF}_2$ ) i fluorku litu ( $\text{LiF}$ ).

W ostatnich czasach można się poza tym spotkać z całym szeregiem danych, wskazujących na to, że metoda produkcji magnezu z tlenku magnezu na drodze redukcji termicznej jest w skali technicznej praktycznie rozwiązana.

a) Elektroliza chlorku magnezu ( $\text{MgCl}_2$ ) w mieszaninie stopionych soli.

Głównym surowcem w tej metodzie jest chlorek magnezu  $\text{MgCl}_2$ . Ze względu na jego wysoką temperaturę topienia ( $712^\circ\text{C}$ ), dużą skłonność do sublimacji, dużą hygroskopijność, oraz względnie małe przewodnictwo właściwe, stosuje się do elektrolizy chlorek magnezu w mieszaninie z innymi chlorkami, przez co uzyskuje się elektrolit odpowiadający bardziej wymaganiom procesu elektrolizy w podwyższonej temperaturze. Stosując jako składniki elektrolitu (poza chlorkiem magnezu)  $\text{KCl} + \text{NaCl}$ , można prowadzić elektrolizę bez równoczesnego wydzielania na katodzie wraz z magnezem innych metali aż do spadku procentowej zawartości  $\text{MgCl}_2$  do ok. 10%. W toku zatem elektrolizy zawartość  $\text{MgCl}_2$  w elektrolicie może się wahać w dość dużych granicach, co w znacznym stopniu ułatwia kwestję uzupełniania wyczerpującego się głównego surowca, mianowicie  $\text{MgCl}_2$ . Zbyt duże obniżanie zawartości  $\text{MgCl}_2$  nie jest wskazane ze względu na spadek ciężaru właściwego elektrolitu, co utrudnia wpływanie magnezu metalicznego na powierzchnię.

W zależności od rodzaju surowca, stosowanego do uzupełnienia zawartości  $\text{MgCl}_2$  w elektrolizerze, rozróżniamy dwa sposoby prowadzenia elektrolizy: periodyczny i ciągły. Periodyczny zachodzi wówczas, gdy surowcem zasilaającym elektrolizer jest odwodniony minerał karnalit ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl}$ ). Ponieważ w czasie elektrolizy zużyciu ulega jedynie  $\text{MgCl}_2$  —  $\text{KCl}$  dokoncentrowuje się. W konsekwencji prowadzi to do przerw w ruchu, potrzebnych dla całkowitego opróżnienia elektrolizera. Elektroliza ciągła może mieć miejsce wówczas, gdy materiałem zasilaającym jest czysty bezwodny  $\text{MgCl}_2$ . W tym ostatnim wypadku inne składniki elektrolitu poza  $\text{MgCl}_2$ , jak np.  $\text{KCl}$ , wymagają bardzo nieznacznego uzupełnienia w pewnych odstępach czasu, a to wskutek ubocznych (poza procesem elektrolizy) strat, jak np. przy wyczerpywaniu magnezu z elektrolizera, peźzania elektrolitu itp.

Temperatura topliwości mieszaniny o stosunku molowym, t. j. o składzie:  $\text{MgCl}_2 = 41,75\%$ ,  $\text{KCl} = 32,68\%$  i  $\text{NaCl} = 25,57\%$ , wynosi około  $400^\circ\text{C}$ .

Elektrolizę prowadzi się w temperaturze około  $700^\circ\text{C}$ , t. j. powyżej temperatury topliwości magnezu metalicznego ( $651^\circ\text{C}$ ). Wyższa temperatura nie jest wskazana ze względu na:

- 1) spadek ciężaru właściwego elektrolitu,
- 2) szybszy spadek napięcia rozkładczego  $\text{NaCl}$  i  $\text{KCl}$  w stosunku do  $\text{MgCl}_2$  (i chlorków ziem

alkalicznych) tak, iż np. w temp.  $1000^\circ$  napięcie rozkładcze  $\text{NaCl}$  (2,32) jest prawie równe napięciu rozkładczemu  $\text{MgCl}_2$  (2,31).

Ze względu na stosunkowo niewielką różnicę ciężarów właściwych tego rodzaju elektrolitu i płynnego magnezu metalicznego, wydzielającego się na katodzie, dodajemy do mieszaniny stopionych soli ok. 5% fluorku wapnia ( $\text{CaF}_2$ ), t. j. składnika o względnie wysokim ciężarze właściwym.

Wskutek działania obecnej w elektrolicie małej ilości wody tworzą się w czasie prowadzenia ruchu pewne ilości  $\text{MgO}$ , które utrudniają zbijanie się metalu w większe kulki. Dodatek w ilości do 6%  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{CaF}_2$  lub  $\text{NaF}$  rozpuszczając powstające  $\text{MgO}$ , przeciwdziała temu niepożądanemu zjawisku.

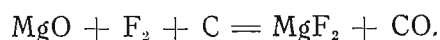
Całkowita niemal produkcja obecna magnezu metalicznego opiera się na elektrolizie  $\text{MgCl}_2$ . Ze względu na szereg niedogodności, jakie ona nastęrcza, czynione są starania w kierunku zastosowania w technice innej metody.

Główną wadą metody chlorkowej jest kłopotliwe uzyskiwanie bezwodnego chlorku magnezu, który, w dodatku, jako bardzo hygroskopijny, wymaga specjalnie szczelnego opakowania przy magazynowaniu. Dlatego też fabryki produkujące magnez, posiadają własne instalacje do odwadniania  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , stanowiącego surowiec handlowy.

Poza tym, podczas elektrolizy  $\text{MgCl}_2$  uzyskuje się na anodzie rozcieńczony chlor, który dopiero po osuszeniu i sprężeniu przedstawia pewną wartość, jako produkt handlowy, względnie po usunięciu tlenu może być użyty dla własnej produkcji w razie stosowania metody uzyskiwania bezwodnego  $\text{MgCl}_2$  z tlenku magnezu ( $\text{MgO}$ ) lub magnezu ( $\text{MgCO}_3$ ).

b) Elektroliza tlenku  $\text{MgO}$  w mieszaninie stopionych soli fluorowych.

Głównym surowcem w tej metodzie jest tlenek magnezu ( $\text{MgO}$ ). Elektrolit stanowi mieszaninę stopionych soli fluorowych (jak np.  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{LiF}$  i t. p.), posiadających zdolność rozpuszczania  $\text{MgO}$ . Tak np. elektrolit o składzie 55%  $\text{MgF}_2$ , 40%  $\text{BaF}_2$  i 5%  $\text{NaF}$  topi się w temp.  $835^\circ$ . Odpowiednia dla niego temperatura pracy wynosi ok.  $900^\circ$ . Rozpuszczalność = ok. 0,1%. Ta niewielka rozpuszczalność  $\text{MgO}$  powoduje nieraz rozkład  $\text{MgF}_2$  na  $\text{Mg} + \text{F}_2$ . Dla zapobieżenia tej reakcji dodaje się wokół anody  $\text{MgO}$ :



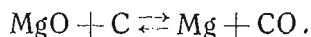
W miarę postępu elektrolizy i wydzielania na katodzie  $\text{Mg}$  wskutek rozkładu  $\text{MgO}$ , zachodzi konieczność uzupełniania tego ostatniego. Tlen z  $\text{MgO}$  wydziela się na anodzie. Związki fluorowe stanowią niejako rozpuszczalnik dla właściwego surowca, t. j.  $\text{MgO}$  i wymagają od czasu do czasu stosunkowo niewielkich uzupełnień z tych samych powodów, jakie podano dla strat  $\text{KCl}$  i  $\text{NaCl}$  przy elektrolizie  $\text{MgCl}_2$ . Należy jeszcze podkreślić, że ze względu na wysoką temperaturę pracy zachodzą większe straty niektórych składników elektrolitu wskutek sublimacji.

Wadą tej metody jest słaba rozpuszczalność MgO w stosowanych stopionych mieszaninach związków fluorowych. Naogół nie przekracza ona dziesiątych części procentu, stąd konieczność ciągłego uzupełniania elektrolitu świeżym MgO. Mała rozpuszczalność MgO powoduje często brak tego składnika w elektrolicie, co w konsekwencji pociąga za sobą rozkład fluorku magnezu  $MgF_2$  — składnika znacznie kosztowniejszego. Wydzielający się przytem fluor działa bardzo szkodliwie na otoczenie, a w szczególności na organy oddechowe osób pracujących przy elektrolizerze.

W metodzie tej, wskutek wysokiej temperatury topliwości związków fluorowych, normalna temperatura pracy elektrolizera (ok.  $950^\circ$ ) jest znacznie wyższa, aniżeli przy metodzie chlorkowej (ok.  $700^\circ$ ), co powoduje małą wydajność prądową (ok. 50%) oraz niekorzystną strukturę uzyskiwanego metalu, mianowicie z dużą ilością rozpuszczonych gazów oraz z dużą zawartością MgO. Jeśli uwzględnić jeszcze znacznie większe napięcie, ok. 10 V zamiast ok. 8 V, a zatem i większy rozchód energii elektrycznej (ok. 44 kWh/1 kg Mg) oraz wysoką cenę składników elektrolitu (w szczególności jeśli stosuje się fluorek litu LiF), to zrozumieliśmy się stanie że pomimo stosowania taniego surowca (MgO), metoda ta może być mniej ekonomiczna od metody chlorkowej.

#### c) Termiczna redukcja tlenku magnezu.

Surowcem w tej metodzie jest MgO, który w łukowym piecu elektrycznym, przy zastosowaniu węgla, zostaje zredukowany na magnez metaliczny według reakcji:



Reakcja ta, jako endotermiczna, przebiega w kierunku na prawo w temperaturze wysokiej (ok.  $2300^\circ C$ ), t. j. powyżej temperatury wrzenia magnezu ( $1120^\circ C$ ). Aby zapobiec powtórnemu utlenianiu się magnezu w piecu i chłodnicy proces przeprowadza się w atmosferze wodoru. Tą metodą uzyskuje się Mg w postaci pyłu, z którego przez powtórną dystalację w specjalnych warunkach otrzymuje się masyw metaliczny (99,97—99,98% Mg wolny od  $Cl_2$ ).

Do termicznych metod należałoby zaliczyć również i francuską metodą „*Balmag*”, o której brak jednak zupełnie bliższych danych. Według informacji uzyskanych od wynalazcy rozchód energii elektrycznej w tej metodzie ma wynosić ok. 16 kWh/1 kg Mg. Uzyskiwany metal posiadać ma czystość 99,92—99,95% i jest wolny od chloru.

Metoda redukcji MgO przy użyciu węgla jest jeszcze raczej w okresie eksperymentalnym. Jakkolwiek ostatnio można się coraz częściej spotkać z wiadomościami o próbach stosowania tej metody w skali przemysłowej, jednak ze względu na niewątpliwie duże koszty, związane z amortyzacją urządzeń pracujących w tak wysokiej temperaturze (ok.  $2300^\circ$ ), należy raczej sądzić, iż mimo stosowania tanich surowców (MgO i węgiel)

i względnie niedużego rozchodu energii elektrycznej, t. j. ok. 24—25 kWh/1kg Mg, metoda ta w najbliższym czasie nie będzie zbyt konkurencyjną dla metod uprzednio rozpatrzonych.

\*  
\*                      \*

Rozważając kwestję wyboru metody produkcji magnezu odpowiedniej dla naszych warunków, za najwłaściwszą wypadnie uznać metodę chlorkową. Należałoby w tym wypadku uwzględnić jeszcze, poza uwagami poprzednimi, — ten fakt, iż Polska posiada surowce mineralne, wystarczające do produkcji  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , nie posiada natomiast prawie zupełnie złóż związków fluorowych, niezbędnych dla elektrolizy tlenku magnezu, jak również eksperymentalny charakter metody redukcji MgO przy użyciu węgla, jakkolwiek surowiec główny dla tych dwu ostatnich metody, tj. MgO, może być w Polsce produkowany w dowolnej ilości.

### 3. Surowce

(ze szczególnym uwzględnieniem surowców krajowych).

Dla fabryk produkujących magnez metaliczny z bezwodnego chlorku magnezu ( $MgCl_2$ ) surowcem wyjściowym jest sześciowodny chlorek magnezu ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ).

Najwłaściwszym minerałem do produkcji  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  jest bischofit  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  i karnalit  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ . Polska nie posiada odpowiedniej jakości złóż tych minerałów, nadających się do eksploatacji w skali przemysłowej, posiada natomiast cały szereg innych bogatych złóż magnezowych, które mogłyby być przerabiane na  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Do złóż takich zaliczyć należy: kainit  $KCl$  i  $MgSO_4 \cdot 3H_2O$ , langebeinit  $2MgSO_4 \cdot K_2SO_4$  oraz dolomit o wzorze  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ .

W Polsce sześciowodny chlorek magnezu  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  jest produkowany na niewielką skalę w jednej fabryce (Rafineria Soli Mineralnych w Jaktorowie). Surowcem wyjściowym jest kainit i roztwór chlorku wapnia, odpadkowy produkt przy fabrykacji sody met. *Solvay'a*.

W związku z pewnymi pracami nad magnezem omawiania wytwórnia przy zaferowaniu 300 t/rok podała jako cenę loco fabryka 26 zł./100 kg. Gdyby nawet przyjąć, że produkt ten jest w odpowiednim gatunku, jest to cena bardzo wysoka, o ile porównać ją z analogicznymi ofertami zagranicznymi przy zamówieniu już około 10 tonn.

1) Compagnie de Produits Chimiques et Electro-metallurgiques Alais Froges et Camargue oferuje  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  — 12 zł. 25 gr./100 kg cif Gdynia <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> $MgCl_2$	. $6H_2O$	=	ok. 97,8%
NaCl		=	„ 1,4%
NaCl		=	„ 1,4%
$MgSO_4$	. $7H_2O$	=	„ 0,6%
$H_2O$		=	„ 0,2%

razem 100,0%

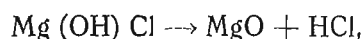
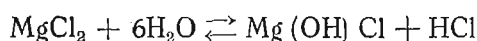
2) Deutsches Clormagnesium — Syndicat oferuje  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  w cenie 20 zł 12 gr./100 kg loco granica niemiecka <sup>2)</sup>.

#### 4. Otrzymywanie magnezu z chlorku magnezu.

W dalszym toku niniejszej pracy rozpatrzmy kwestię produkcji magnezu jedynie w odniesieniu do metody chlorkowej, jako dotychczas najbardziej aktualnej.

a) Metody oraz instalacje do produkcji bezwodnego chlorku magnezu.

Przy bezpośrednim ogrzewaniu  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  zachodzą reakcje:



czyli zamiast bezwodnika  $MgCl_2$  uzyskuje się  $MgO$  i gazowy chlorowódz. Aby zapobiec temu niepożądanemu kierunkowi reakcji, stosuje się przy odwadnianiu cały szereg dodatków.

Z pośród wielu metod opracowanych w tym celu należy wymienić następujące:

- a) salmiakową,
- b) chlorowodorową i
- c) chlorową.

W metodzie salmiakowej, jako środek umożliwiający odwodnienie chlorku bez przejścia w tlenek, stosuje się chlorek amonowy ( $NH_4Cl$ ), przy czym chlorek ten zostaje w obiegu, a zatym rozchód jego jest stosunkowo niewielki, a mianowicie wynikający jedynie ze strat w toku procesu.

W metodzie chlorowodorowej stosuje się gazowy suchy chlorowódz, przy czym reakcję ostateczną przeprowadza się w piecu obrotowym, względnie w pionowych retortach w temp. 350°;  $HCl$  pozostaje w obiegu kołowym, jednakże wymaga stężania i suszenia. W metodzie tej chlorek sześciowodny wymaga wstępnego osuszenia do czterowodnego, względnie do dwuwodnego, który można stosować w mieszaninie z sześciowodnym. Uzyskuje się tutaj produkt b. czysty, zawierający 99,8%  $MgCl_2$ .

W metodzie chlorowej osuszenie prowadzi się w atmosferze chloru, który może pozostawać w obiegu, wymaga jednak przy tym osuszenia i sprężania. Materiałem do osuszenia w atmosferze chloru jest chlorek dwuwodny  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ , który można uzyskać z sześciowodnego w osuszaniu wstępnym. O ile to ostatnie prowadzi w warunkach ciśnienia normalnego, to uzyskany produkt w temperaturze ok. 200°—220° posiada dużą procentową zawartość  $MgO$ , o ile zaś stosujemy ciśnienie zmniejszone (około 60 mm Hg), to uzyskany w temperaturze około 130°  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  zawiera nieznaczne ilości  $MgO$ .

<sup>2)</sup> $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	= ok.	98,06 %
KCl	= ..	1,0 %
NaCl	= ..	0,5 %
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	= ..	0,41 %
Nierozpuszczalne	..	0,03 %

Razem . . . 100,00 %

Pod względem technicznym i ekonomicznym najodpowiedniejsze wydają się metody salmiakowa i chlorowa, przy czym ta ostatnia zasługuje na postawienie jej na pierwszym miejscu.

Główną wadą metody salmiakowej jest względnie wysoka cena chlorku amonu, co przy dużych stosunkowo stratach w toku procesu stanowi poważną pozycję w kosztach odwadniania chlorku magnezu.

W metodzie chlorowodorowej podobnie jak salmiak dość kosztownym surowcem pomocniczym jest chlorowódz, będący również w obiegu, który wymaga osuszenia i stężenia. Niezależnie od tego duże trudności nastęrcza odpowiedni dobór aparatury (piec obrotowy, względnie retorta pionowa, odporne na działanie  $HCl$  w wysokiej temperaturze).

Metoda chlorowa, najmłodsza z tych trzech, zdaje się mieć największe szanse. Dużą zaletą jej jest tani surowiec pomocniczy, a mianowicie chlor gazowy oraz możliwość stosowania  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  z dużą zawartością  $MgO$ , względnie nawet samego  $MgO$ , co przy odpowiedniej koniunkturze (cena, jakość) na rynku krajowym, mogłaby być nie bez znaczenia. Proces osuszania  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  przy pomocy metody chlorowej składa się z dwu zasadniczych etapów:

a) osuszenia wstępnego  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  do  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ ,

b) osuszenia  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  do  $MgCl_2$ .

Osuszanie wstępne przeprowadza się w suszarni próżniowej (względnie obrotowej), w temperaturze około 140° (względnie ok. 200°). Osuszanie ostateczne odbywa się w pionowym piecu elektrycznym, do którego od góry doprowadza się mieszaninę  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  i węgla drzewnego, który to materiał opada na rozżarzony koks, wypełniający spód pieca do pewnej jego wysokości (rys. 1 wg patentu D. R. P. 370594).

Koks ten utrzymuje się w stanie rozżarzonej przy pomocy prądu elektrycznego. Chlor doprowadza się od dołu, a nadmiar odprowadza górą. Odwodniony chlorek magnezu w stanie stopionym odpuszcza się z dołu pieca. Temperatura pracy wynosi około 800°. Wewnętrzne ściany pieca muszą być wyłożone materiałem odpornym na działanie chloru w wyżej podanej temperaturze.

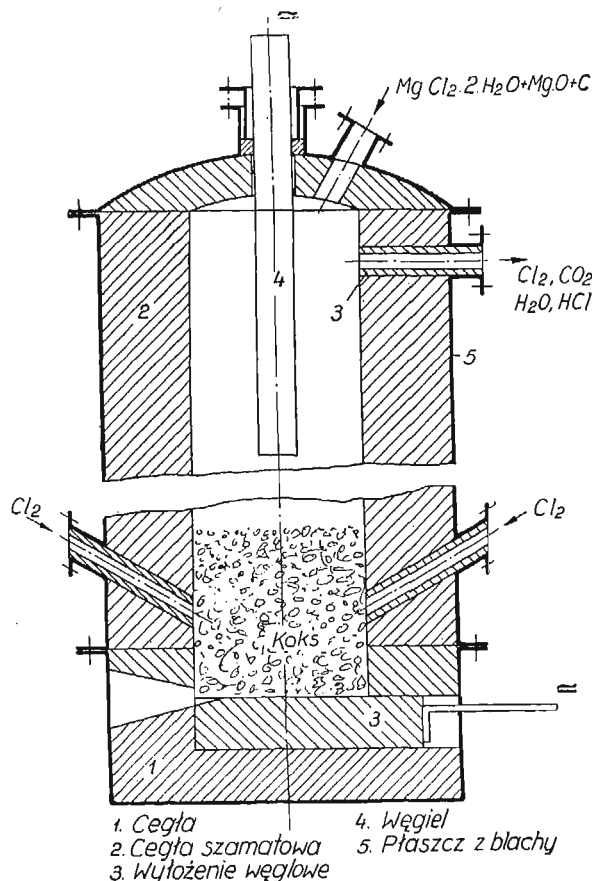
b) Zasady budowy elektrolizera.

Zasadniczą częścią elektrolizera jest zbiornik żelazny, który dla większych typów (6000 A — 12000 A) bywa od wewnątrz wykładany cegłą, co zapobiega stratom termicznym i wzmacnia konstrukcję (Rys. 2). Większe typy posiadają kształt prostopadłocianu, mniejsze — walczaka. Ochronę termiczną oraz przed korozją stanowi skrzepnięta warstwa elektrolitu na wewnętrznych ścianach zbiornika. Anoda i katoda zanurzone są do elektrolitu od góry. Wydzielający się na anodzie chlor odprowadza się przy pomocy odpowiedniego rurociągu. Anoda jest wykonana z węgla, katoda — z żelaza <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Proponowano też elektrody stykowe z bloków  $Mg$ , podciąganych automatycznie ku górze w miarę krzepnięcia wydzielającego się metalu,



Przestrzeń anodowa i katodowa oddzielone są diafragmą z materiału odpornego na niszczące działanie elektrolitu i chloru w wysokiej temperaturze. Można w tym celu stosować również skrzepnięty



Rys. 1.

elektrolit, osadzony na odpowiedniego kształtu chłodnicy. Ciekły magnez wypływa na powierzchnię elektrolitu, skąd wyczerpywany jest okresowo przy pomocy dziurkowanych łyżek (otwory ok. 0,8 mm). Elektrolit bogaty w KCl pozwala na wydzielenie Mg na dnie, ale wobec znajdującego się tam zwykle MgO metoda ta nie jest stosowana.

Angielska *Mg. Company* pracuje katodą płynną (Mg + Cu) umieszczoną na dnie elektrolizera, uzyskując stop bogaty w Mg, który w następnej wannie poddaje się rafinacji elektrolitycznej. W tym drugim stadium stop magnezowy stanowi anodę, a rafinowany Mg wydziela się na powierzchni elektrolitu zawierającego, dla zwiększenia ciężaru właściwego chlorek baru ( $\text{BaCl}_2$ ). Napięcie na pierwszej wannie wynosi około 5 V, na drugiej ok. 2 V. Wydajność prądowa 85%, a sumaryczny rozchód energii elektrycznej ok. 18 kWh/1 kg Mg. Uzyskany tą drogą metal zawiera 99,99% Mg.

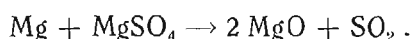
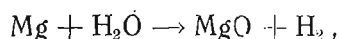
Energia elektryczna, dostarczana do elektrolizy,  $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{NaCl}$  utrzymuje zarazem zawartość elektrolizera w stanie płynnym, wskutek czego dodatkowe ogrzewanie zewnętrzne, dla jednostek większych, staje się zbędne.

Napięcie na końcówkach elektrolizera wynosi ok. 8 V, wydajność prądowa około 80—85%. Spożycie jednostkowe wynosi ok. 21 kWh/1 kg Mg.

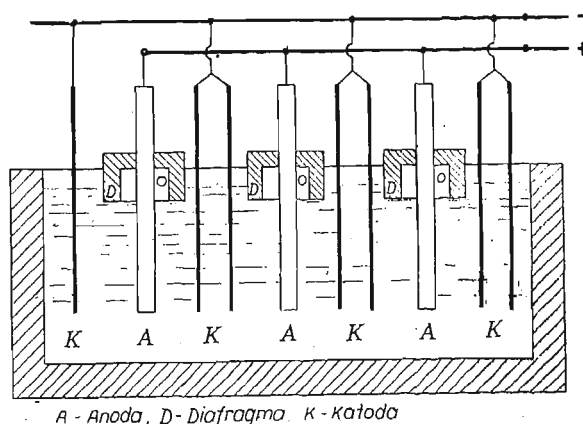
### c) Uruchomianie elektrolizera i produkcja.

Przy uruchomianiu elektrolizera większych rozmiarów, t. j. nieposiadającego dodatkowego ogrzewania można postępować dwojako: albo stopić elektrolit w oddzielnym naczyniu i po nalaniu do elektrolizera włączyć prąd, albo też samo topienie elektrolitu przeprowadzać przy pomocy prądu elektrycznego wewnątrz elektrolizera. Praktyczniejszą i szybszą jest metoda pierwsza. Na początku elektrolizy, wskutek obecności pewnej ilości wilgoci, w elektrolicie zachodzi rozkład  $\text{H}_2\text{O}$  do wodoru i tlenu. Skutkiem tego w ciągu pierwszych kilku godzin po uruchomieniu Mg nie wydziela się.

Niepożądana obecność MgO w elektrolicie (wprowadzona z surowcami) wzrasta z biegiem elektrolizy wskutek reakcji chemicznych między metalicznym Mg oraz  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{MgSO}_4$ :



Tworzący się MgO opada na dno i powoduje konieczność okresowego usuwania. Jeżeli surowce zawierają  $\text{MgSO}_4$ , to usuwa się go działaniem węgla drzewnego w temp. ok. 700° przed rozpoczęciem procesu elektrolizy. Samo prowadzenie procesu elektrolizy przy właściwym składzie elektrolitu, t. zn. przy odpowiednim ciężarze właściwym i dobrej płynności w temperaturze pracy nie następuje żadnych specjalnych trudności. Praca robotnika ogranicza się do okresowego uzupełnienia elektrolitu w wyczerpujący się chlorek magnezu, wydobywania magnezu metalicznego oraz regulowania napięcia, a w związku z tym natężenia dla utrzymania na odpowiednim poziomie właściwych warunków pracy.



Rys. 2.

Jak zaznaczono wyżej, napięcie na końcówkach waha się ok. 8 V, gęstość prądową na katodzie wynosi ok. 1 A/cm<sup>2</sup>, na anodzie zazwyczaj mniej. Jeśli chodzi o pewne cyfry odnośnie zdolności przerobowej elektrolizerów, to przy 6000 A i wydajności prądowej około 80% jeden aparat wytwarza ok. 51 kg na dobę (1,5 t/na miesiąc), na co rozchodzi się ok. 200 kg bezwodnego chlorku magnezu.

## 5. Przetapianie i oczyszczanie.

Przetapianie magnezu i jego stopów wymaga specjalnego postępowania ze względu na znaczną skłonność do utleniania się i absorpcji azotu w temperaturze powyżej temperatury topliwości.

Stosowane w tym celu topniki stanowią mieszaniny soli, zawierających w głównej mierze  $MgCl_2$ , obok  $KCl$ ,  $NaCl$  i  $MgF_2$ . Przy przetapianiu topniki te przyczyniają się do podniesienia czystości magnezu. Głównym zanieczyszczeniem surowego Mg są ślady Fe i Si oraz czasami K, Na, Al i  $Cl_2$ . Mg przetopiony, a pochodzący z metody chlorkowej zawiera 0,005%  $Cl_2$ . Zawartość 0,01% K lub Na czyni Mg jako materiał konstrukcyjny niezdatnym ze względu na korozję.

Magnez względnie jego stop wprowadza się do stopionego uprzednio topnika. Ciężar właściwy topnika winien być tak dobrany, aby czysty magnez całkowicie się w nim zanurzał.

Przetapianie przeprowadza się w tyglach stalowych. Zanieczyszczenia nie metaliczne przy mieszaniu opadają na dno. Metale bardziej elektrododatnie, zanieczyszczające magnez, dają się w ten sposób przeprowadzić do topnika. Dla usunięcia żelaza stosuje się topnik, składający się z  $MgCl_2 + CaF_2$  z dodatkiem  $MnCl_2 + CaCl_2$  w temperaturze ok.  $900^\circ$ . Przy sporządzaniu stopów magnezu z metalami bardziej elektroujemnymi (szlachetniejszymi) można te ostatnie dodawać pod postacią soli. Przy odlewaniu magnezu stosuje się strumień obojętnego gazu, względnie kwiat siarczany. Piaskowe formy odlewnicze winny nie zawierać wody, którą w czasie sporządzania formy zastępuje się innymi, przeważnie patentowanymi środkami. O ile formę sporządza się z wodą, to należy dodać 3—5% S i 0,35—0,75% = kw. borowego.

Dotychczasowe prace Chemicznego Instytutu Badawczego.

Zagadnienie produkcji magnezu stanowi oddawna przedmiot zainteresowania Instytutu który był obszernie opracowany w wielu szczegółach pod kierownictwem doc. dr. L. Wasilewskiego. Z dotychczasowych badań należy wymienić następujące:

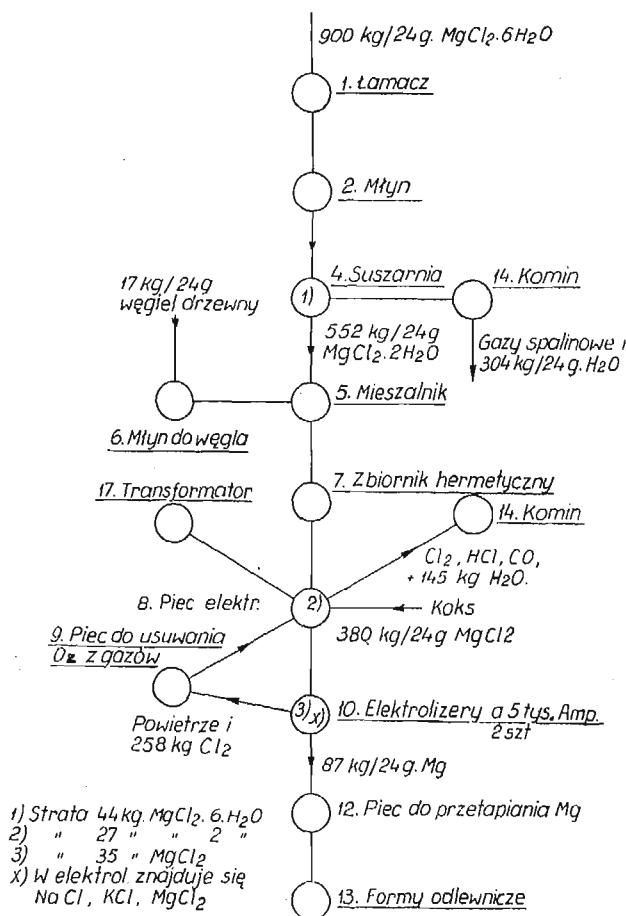
- Uzyskiwanie  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  z krajowych ługów posylwinitowych.
- Odwadnianie  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  do  $MgCl_2$  metodą salmiakową w skali półprzemysłowej.
- Odwadnianie mieszaniny  $MgCl_2 \cdot 6H_2O + KCl + NaCl$ .
- Określenie temperatur topienia w układzie potrójnym  $MgCl_2 - KCl - NaCl$ .
- Aparatura i elektroliza mieszanki  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot NaCl$  z uzupełnianiem bezwodnego  $MgCl_2$  na elektrolizerze ok. 200 A. Uzyskany tutaj metal surowy nieprzetapiany zawierał 99,6% Mg.
- Odwadnianie  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  metodą chlorową w skali laboratoryjnej.

W toku są prace następujące:

- Odwadnianie  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  metodą chlorową w skali półtechnicznej.
- Aparatura i elektroliza mieszanki  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot NaCl$  z uzupełnianiem bezwodnego  $MgCl_2$  na elektrolizerze 1000 A.

W związku z pracą nad odwadnianiem  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  metodą chlorową przewiduje się również przeprowadzenie prób w skali półtechnicznej nad przeróbką MgO na bezwodny  $MgCl_2$  na tej samej aparaturze. O ile uzyskane wyniki będą zadowalające, to metoda ta, opierająca się na produkcji magnezu metalicznego z tlenku magnezu ( $MgO$ ), byłaby bardziej rentowną od metody, stosującej jako surowiec  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Należy bowiem zwrócić uwagę, że MgO kalkuluje się lepiej w przeliczeniu na magnez metaliczny, którego zawiera ok. 60%, aniżeli  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , zawierający około 12% Mg. Zwiększoną natomiast pozycją przy stosowaniu MgO będzie zapotrzebowanie chloru gazowego dla chlorowania MgO w piecu elektrycznym. Odnośnie poniżej podanego kosztorysu, dodamy, że przy zastosowaniu tej metody odpadłaby instalacja do osuszania  $MgCl_2$  sześciowodnego do dwuwodnego, natomiast stałaby się aktualna kwestia aparatury dla obiegowego zużywania chloru. W tym wypadku chlor z elektrolizy i nadmiar z pieca elektrycznego po oczyszczeniu i sprężeniu stosowałoby się do chlorowania MgO.

Ze względu na to, że fabryka produkująca 25 tonn magnezu rocznie, jako samodzielna jednost-



Rys. 3.

Schemat produkcji magnezu metalicznego z  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . ka gospodarcza nie miałyby racji bytu, przy rozpa-trywaniu kosztorysu przyjęto, iż znajduje się ona przy zakładzie dysponującym prądem stałym o dużym natężeniu, dlatego też pominięto pozycje przetwornic prądu zmiennego na stały, oraz odpowiadającej tablicy rozdzielczej.

Orientacyjny kosztorys instalacji dla produkcji rocznej 25 t Mg z  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .

L. p.	Wyszczególnienie	Ilość	Kwota zł.
1	Łamacz $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ na 1 t/24 h	1	2 000
2	Młyn do mielenia ok. 500 kg $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 24 godz. . . . .	3	7 500
3	Wózek ręczny dla przewożenia $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ i $MgCl_2$ . . . . .	2	300
4	Suszarnia próżniowa obrotowa dla osuszania $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ do $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ . . . . .	1	10 000
5	Mieszalnik dla 700 kg mieszanki $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ + węgiel drzewny na 24 godziny . . . . .	1	700
6	Młynek do mielenia węgla drzewnego 50 kg/24 godziny . . . . .	1	200
7	Zbiornik hermetyczny z wykładką wewnętrzną, odporną na działanie $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ dla przechowania 1500 kg mieszanki $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ + węgiel drzewny . . . . .	1	800
8	Piec elektryczny do odwadniania $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ w strumieniu chloru . . . . .	2	4 000
9	Instalacja doprowadzająca chlor gazowy z elektrolizera z równoczesnym osuszaniem i usuwaniem tlenu . . . . .		4 000
10	Elektrolizer dla produkcji Mg z $MgCl_2$ . KCl . NaCl na 5.000 A.	3	15 000
11	Przyrządy pomocnicze i narzędzia podręczne do elektrolizera, naczynie zbiorcze i t. p.		500
12	Piec do przetapiania i oczyszczania Mg . . . . .	1	3 000
13	Formy odlewnicze . . . . .		200
14	Komin z wykładką odporną na działanie chloru dla odprowadzania gazów z pieca elektrycznego z wentylatorem . . . . .	1	2 000
15	Silniki do pozycji NN. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 14 . . . . .		3 500
16	Przewody do pieca elektrycznego i elektrolizera . . . . .		3 000
17	Stacja transformatorowa dla obsługi pieca elektrycznego z tablicą rozdzielczą . . . . .		3 000
18	Montaż całej instalacji (ok. 15% z poprzednich pozycji) . . . . .		9 000
19	Nieprzewidziane (ok. 20% z pozycji poprzednich) . . . . .		14 300
	Razem <sup>1)</sup> . . . . .	17	83 000

<sup>1)</sup> W kosztorysie niniejszym pominięto koszt projektu, nadzoru nad montażem i uruchomieniem.

Z wyżej wymienionych powodów nie uwzględniono również i w kalkulacji kosztów produkcji magnezu obciążeń administracyjnych. Odnośnie kosztów kierownictwa technicznego, to mogłyby być one mniejsze, aniżeli przewidziano w kalkulacji kosztów produkcji, gdyby omawiana produkcja magnezu stanowiła oddział fabryki elektrochemicznej, dysponującej wykwalifikowanymi siłami technicznymi.

A zatem przybliżony koszt wyprodukowania 1 kg magnezu metalicznego wyniesie przy cenie  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  — 16 gr/kg. ok. 6 zł. 26 gr.

Przy uwzględnieniu ceny krajowego  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , a mianowicie 28 gr./kg (loco Warszawa), przybliżona cena 1 kg magnezu metalicznego kalkulowałaby się na 7 zł. 56 gr.

\* \* \*

Obecna cena rynkowa w Warszawie przy zamówieniu ok. 500 kg kalkuluje się na 8,00—8,50 zł./kg.

Orientacyjna kalkulacja kosztów produkcji 25 tonn magnezu metalicznego rocznie z  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .

L. p.	Wyszczególnienie	Kwota zł.	%	U w a g i
1	270 tonn $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	43 200	27,76	załącznik 1
2	Chlorek potasu KCl . . . . .	1 188	0,76	„ 2
3	Chlorek sodu NaCl . . . . .	520	0,33	„ 3
4	Węgiel drzewny . . . . .	750	0,48	„ 4
5	Elektrody i wyłożenie węglowe do pieca elektrycznego . . . . .	2 500	1,61	„ 5
6	Elektrody węglowe do elektrolizera . . . . .	1 500	0,96	„ 6
7	Koks do pieców: elektrycznego i do odflebiania chloru . . . . .	3 200	2,06	80 t po 40 zł.
8	Gaz do ogrzewania suszarni . . . . .	5 400	3,47	ok. 36 000 m <sup>3</sup>
9	Energia elektryczna dla elektrolizy . . . . .	36 500	23,46	załącznik 8
10	Energia elektryczna dla pieca elektr. i silników . . . . .	12 320	7,92	220 000 kWh r.
11	Robocizna . . . . .	25 920	16,76	załącznik 8
12	Kierownictwo techniczne . . . . .	6 000	3,85	1 inż. à 500 zł.
13	Świadczenia społeczne . . . . .	3 192	2,05	10% od poz. 11 i 12
14	Amortyzacja urządzeń . . . . .	6 000	3,86	ok. 10% koszt. apar.
15	Naprawy i nieprzewidziane . . . . .	7 410	4,76	5% kwot poprzed.
	Razem koszt produkcji 25 t magnezu metalicznego <sup>1)</sup> . . . . .	155 600	100,00	

<sup>1)</sup> W kalkulacji niniejszej nie uwzględniono spłaty oraz oprocentowania kapitału, wynoszącego wg kosztorysu 83 000 zł, jak również pominięto oprocentowanie kapitału obrotowego.

## Załącznik 1.

Dla wyprodukowania 25 tonn magnezu metalicznego trzeba około 100 t  $MgCl_2$ , czyli ok. 270 tonn  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .

Przyjmując cenę  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  — 12 zł. 25 gr. za 100 kg loco cif Gdynia i koszty transportu 3 zł 75 gr. z Gdyni do Warszawy wypadnie:

$(12 \text{ zł. } 25 \text{ gr.} + 3 \text{ zł. } 75 \text{ gr.}) \times 10 \times 270 = 43\,200 \text{ zł.}$

## Załącznik 2.

Przy objętości sumarycznej elektrolizerów 1500 l i ciężarze właściwym mieszanki ok. 1,7 oraz składzie elektrolitu 32,68% KCl, ilość  $KCl$  potrzebna do jednorazowego napełnienia elektrolizera, wyniesie ok. 830 kg.

Przyjmując straty na KCl w ciągu roku przy wyczerpywaniu Mg w ilości jednego ładunku oraz ilość dwukrotnego ładunku na nieprzewidziane zakłócenia ruchu, ogólne zapotrzebowanie rocznie na KCl wyniesie:  $830 \text{ kg} \times 4 = \text{ok. } 3300 \text{ kg}$ , co przy cenie 36 zł. za 100 kg/produkcji krajowej/wyniesie 1188 zł.

## Załącznik 3.

Opierając się na wyliczeniach podanych w załączniku 2 i zakładając, że NaCl stanowi 25,57% ładunku elektrolizera (zamiast 32,88% KCl), ilość NaCl, potrzebna na rok, wyniesie ok. 2600 kg, co przy cenie 20 zł za 100 kg wyniesie 520 zł.

## Załącznik 4.

Do  $MgCl_2 \cdot 2H_2O$  idącego w celu ostatecznego odwodnienia do pieca elektrycznego, dodaje się węgla drzewnego w ilości ok. 3%, co na dobę uczyni do 17 kg na 85 kg. Mg.

Dla pokrycia rocznego zapotrzebowania należy zatem przewidzieć  $25\,000 \cdot 17 = 5000 \text{ kg}$ , co przy cenie 160 zł./t wyniesie 750 zł.

## Załącznik 5.

Przy cenie 100 zł. za 100 kg węgla prasowanego (w cegłach, płytach i blokach) i uwzględnieniu przypuszczalnego rozchodu wyłożenia i elektrod w ilości ok. 2500 kg/rok, odnośna kwota wyniesie około 2500 zł.

## Załącznik 6.

1 komplet elektrod węglowych do 2 elektrolizerów będzie ważył ok. 100 kg. Trwałość jednego kompletu wyniesie prawdopodobnie ok. 20 dni, a więc na 300 dni roboczych na rok potrzeba około 15 kompletów, t. j. ok. 1500 kg; licząc 1 kg/1 zł., kwota odnośna wyniesie ok. 1500 zł.

## Załącznik 7.

Dla uzyskania 1 kg Mg metalicznego należy przy 80%-ej wydajności doprowadzić do elektrolizera ok. 22 kWh.

Uwzględniając straty na przetwornicy w wysokości ok. 20%, ilość energii elektrycznej, potrzebnej do wyprodukowania 25 tonn magnezu, wyniesie 650 000 kWh, co przy cenie prądu 5,6 gr./kWh uczyni kwotę ok. 36 500 zł.

## Załącznik 8.

Dla obsługi 2 elektrolizerów i aparatów pomocniczych potrzeba 2 robotników kwalifikowanych i 2 pomocników.

Przy poborach robotników kwalifikowanych 240 zł. miesięcznie i niekwalifikowanych 120 zł. miesięcznie koszt robocizny w ciągu roku wyniesie 25 920 zł.

## BIBLIOGRAFIA

## PRZEMYSŁ WOJENNY.

Na czym polega mobilizacyjne przygotowanie przemysłu dla potrzeb wojennych. — mjr. inż. *Niewiadomski M.* — Wiad. Techn. Uzbr. Nr. 30 (str. 28).

Organizacja wyrobu sprzętu uzbrojenia w Niemczech. — ppłk. *Morel G.* Rev. d'Art. (II. 34r. (streszcz. Wiad. Techn. Uzbroj. Nr. 30 — str. 6).

Przemysł wojenny w Stanach Zjednoczonych. — Army Ordnance I. 35 r. (streszcz. Woj. Zarubieżnik Nr. 16/35).

Wojenna gospodarka Niemiec i samowystarczalność. — Deutsche Wehr 31. I. 35 r. (streszczenie Woj. Zarubieżnik Nr. 16/35).

Historja wyrobu sprzętu uzbrojenia we Francji od połowy XVIII stulecia. — kpt. *Basset A.* Mem. d'Art. Fr. Zeszyt IV. 35 r. (str. 400).

Przygotowanie do wojny przemysłu lotniczego. — mjr. *Romanowski Z.* Przegl. Lotniczy XII. 35 r. (str. 4).

Planowanie w lotniczych warsztatach remontowych. — inż. *Janowski A.* — Wiad. Techn. Lotn. Nr. 4/35 r. (str. 6).

## ELEKTROTECHNIKA.

Telewizja w teorii i osiągnięte wyniki. — *Kędziński L.* i *Dobuszynski F.* Przegl. Wojsk. Techn. XII. 35 r., dział łącz. (str. 28).

Elektrotechnika w zastosowaniu do wojska. — *Balujew W.* Techn. i Wooruż. XI. 35 r. (str. 7).

Instalacje elektryczne na dużych okrętach wojennych. — kpt. *Jabłoński B.* — Przegląd Morski XII. 35 r. (str. 11).

## INŻYNIERIA WOJSKOWA.

Znaczenie twierdz w czasach wojny motorowej, napowietrznej i chemicznej. Milit. Wochenbl. Nr. 13/35 (str. 2).