

splywających z Karpat. Pewne znaczenie posiadają nadto dopływy Warty i Wisły na Pomorzu oraz Niemna. Wartość wszystkich sił wodnych, obliczona dla średniej rocznej wydajności, wynosi około 3,6 milj. KM, przyczem, dzieląc siły wodne na kategorie według łatwości ich rozbudowy:

Na I-szą kategorię przypada około	1,8	milj. KM
„ II-gą „ „ „ „	0,4	„ „
„ III-ą „ „ „ „	1,4	„ „

Z poważniejszych elektrowni, będących w ruchu, zanotować możemy tylko dwie: Gródek i Żur na Pomorzu, pierwsza o mocy 5 600 KM i produkcji rocznej 12 milj. kWh, druga o mocy 12 000 KM i produkcji 14,5 milj. kWh.

Wogóle istnieje w Polsce 37 zakładów wodnych o mocy powyżej 300 KM o łącznej mocy 30 000 KM, a więc ta łączna moc nie przekracza mocy jednej średnio-dużej elektrowni parowej. Według poda-

nego wyżej źródła, w budowie znajduje się 8 zakładów o łącznej mocy 24 583 KM, z których dwa największe są: 14 700 KM w Porąbce na Sole (w Małopolsce) i 6 000 KM w Myszkowcach na Sanie. O wykończeniu któregośkolwiek z nich od kilku lat jednak jakoś nic nie słyszymy.

Z projektowanych, największe zakłady znajdowałyby się na Dunajcu, gdzie mogłyby stanąć 13 zakładów o łącznej produkcji blisko miljarda kWh, na Sanie 7 zakładów i 250 milj. kWh, na Dniestrze pod Uniżem 1 zakład i 130 milj. kWh, na Stryju i Oporze 7 zakładów i 169 milionów kWh.

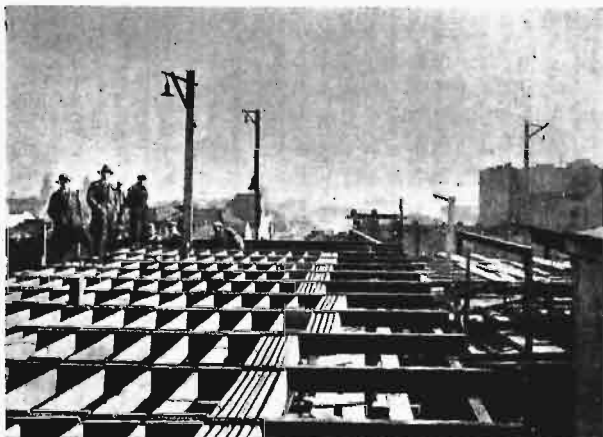
Realizacja tych projektów zdaje się jednak być, zwłaszcza w obecnych warunkach, sprawą dalszej przyszłości, chociażby ze względu na wysokie ich koszty budowy i słabe zainteresowanie nimi kapitału.

## Nowy gmach Pocztovej Kasy Oszczędności w Warszawie o szkielecie spawanym<sup>\*)</sup>

Napisał Stefan Bryła.

### 4. Nadbudowa dwóch pięter na starym gmachu.

Prócz dobudowania nowego budynku, okazało się rzeczą konieczną ze względu na potrzeby P.K.O. dodanie jeszcze dwu pięter na starym budynku. Budynek ten wzniesiony był przed 10 laty jako szkieletowy żelbetowy. Dodanie tych pięter było



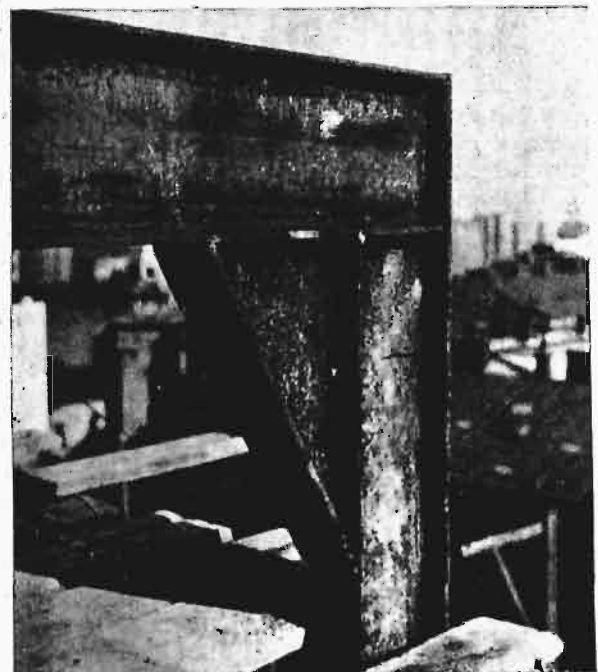
Rys. 16. Strop „Isteg”.

możliwe prawie bez żadnych przeróbek starego szkieletu, gdyż beton okazał się wogóle dobry, tem lepszy, że od wykonania upłynęło tyle lat. Tylko w poszczególnych miejscach okazały się wady i niedociągnięcia starej konstrukcji, które trzeba było uzupełnić i poprawić. Również przeliczenie fundamentów dało rezultaty korzystne. Niemniej wskazane było nadbudówkę wykonać jak najlżejszą. W tym celu zastosowano konstrukcję szkieletową, stalową, również spawaną, ze ścianami z cegły pustej. Wybrano również możliwie najlżejszą konstrukcję stropów, którą okazały się stropy systemu Isteg (rys. 16).

Konstrukcja szkieletu nadbudówki składa się

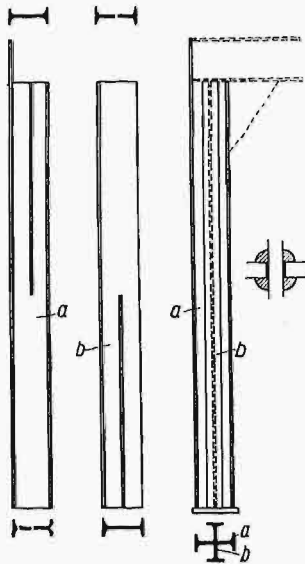
z dwu systemów ramownic, spoczywających na sobie. Z powodu bardzo małych obciążeń, wymiary ich są niewielkie. Podstawy ich wykonano z grubych płyt, bez stosowania trapezowych blach podporowych. Konstrukcję naroża górnej ramownicy (rys. 17) wykonano w ten sposób, że rozpory ramownicy spoczywa na stopce wewnętrznej i na ścianie profilu słupowego (dwuteówka), odciętych na poziomie spodu rozpory, a stopka zewnętrzna słupa dochodzi do wierzchu rozpory i jest z nią spójna. Usztywnienie węzła składa się z trójkątnej blachy, leżącej w płaszczyźnie ramy i dospojonego do niej prostopadle płaskownika.

Słupy ramownic dolnych są wykonane z dwu na krzyż połączonych dwuteówek *a* i *b* (rys. 18).



Rys. 17. Naroże ramownicy.

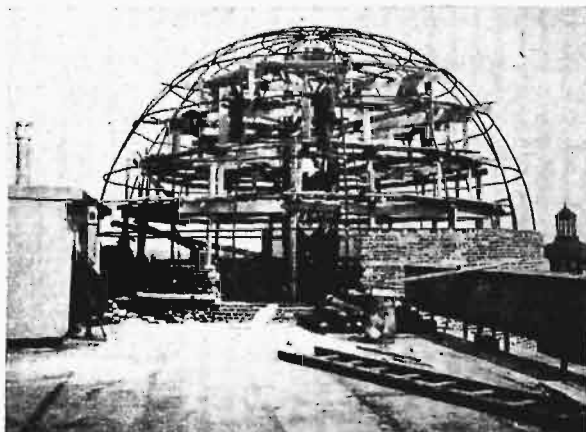
<sup>\*)</sup> Dokończenie do str. 151 w zesz. 6 z r. b.



Rys. 18. Słup krzyżowy.

Kopuła. Kopuła ta o rzucie poziomym  $d = 12,4$  m, t. j. mniej więcej tak wielkim, jaki posiadała stara, otrzymała jednak zarys smuklejszy, nie tak spłaszczony, jak miała poprzednia, odpowiednio do większej wysokości budynku. Zarys pokrycia kopuły został mianowicie utworzony z odcinka koła, nieomal półkola, wykreślonego na bardzo stromym odcinku przypodporowym prostym, stycznym do powierzchni kuli.

Kopuła wykonana została z przekrojów rurowych, jako twór płaszczowy (rys. 19). Z pomiędzy kilku alternatyw, jakie robiono, wybrano alternatywę płaszczową z rur, jako najekonomiczniejszą; dawała ona bowiem oszczędność na wadze, dochodzącą do 50%. Ustrój rurowy dawał w tej alternatywie korzyści niezmiernie prostej przygotowania konstrukcji. Wszystkie krokwie zostały wykonane z jednego przekroju i wygięte w odpowiedni kształt według szablonów. Pierścienie, wykonane z elementów, przechodzących od krokwi do krokwi, przyczem wszystkie te elementy wygięte zostały według promienia tego samego koła. Dało to się uskutecznić w ten sposób, że poszczególne części pierścieni nie leżą w płaszczyznach poziomych, ale są odcinkami kół wielkich, a więc leżą na płaszczyznach, prze-

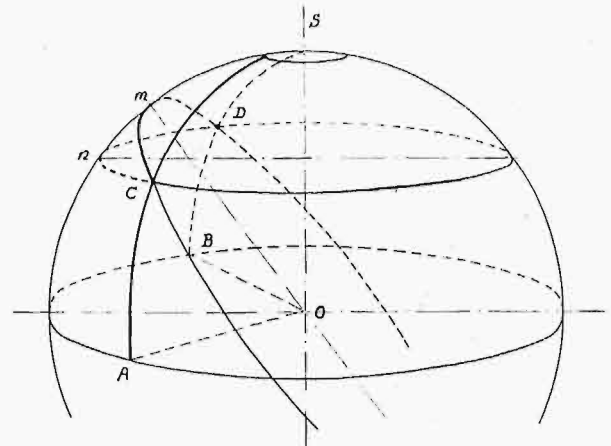


Rys. 19. Spawany szkielet rurowy kopuły.

W obu dwuteówkach wycięto w tym celu do połowy długości szczeliny szerokie na grubość  $g$  średnika i wsunięto jedną w drugą w ten sposób, że szczelina jednej trafiła na pełną ściankę drugiej dwuteówki, a następnie spojono je szwami przerywanymi. Słupy te odznaczają się dużą nośnością i jednokową w obu kierunkach sztywnością.

### 5. K o p u ł a.

Z względu na tradycję dawnego budynku P. K. O., postanowiono zachować nad narożnikiem ko-



Rys. 20. Geometryczny kształt pierścieni szkieletu kopuły.

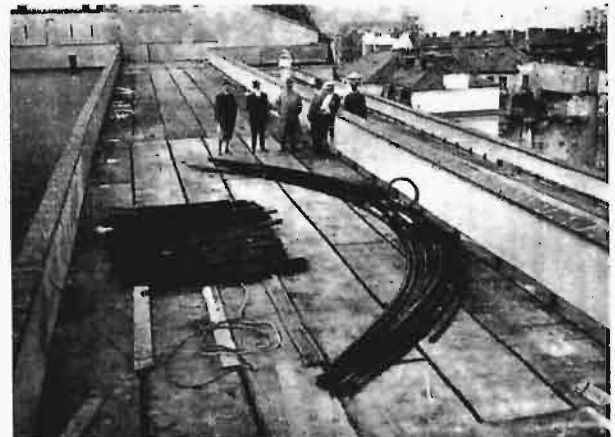
chodzących przez środek kuli, tem samym zaś różnych dla każdego odcinka pomiędzy dwiema krokwiemi. Na rys. 20  $DmC$  przedstawia łuk koła wielkiego, zaś  $DnC$  — łuk poziomego koła równoleżnikowego, łączący te same dwa punkty  $D$  i  $C$  na sąsiednich prętach krokwiowych  $AS$  i  $BS$ . W rzeczywistości odchyłka  $mn$  pomiędzy pierścieniem, wykonanym wedle koła wielkiego a kołem poziomym, nie jest tak widoczna, gdyż odległość między sąsiednimi krokwiemi (kąt  $360/16 = 22\frac{1}{2}^\circ$ ) jest znacznie mniejsza, niż na rysunku, na którym krokwie rozmyślnie, dla wyrazistości, rozsunięto przesadnie.

Wszystkie pręty krokwiowe i pierścieniowe zostały wykonane z tego samego profilu rury o średnicy 50 mm i grubości ścianki 4 mm, z wyjątkiem pierścienia dolnego, który sporządzono z przeciętej wzdłuż na połowę dwuteówki NP. 28, zastępującej teórkę.

Kopuła spoczywa dolnym pierścieniem na stropie VII-go piętra.

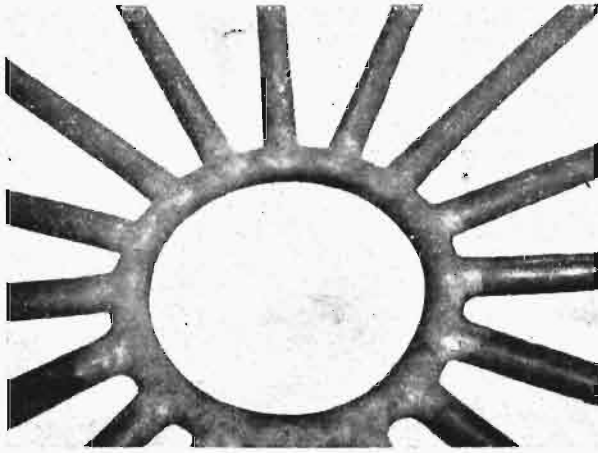
Spawanie kopuły wykonano przy pomocy acetyleny. Rys. 22 przedstawia połączenie krokwi z pierścieniem górnym. Szczegóły konstrukcji w trakcie wykonywania są pokazane na rys. 28. Na rys. 21 widać przygotowany materiał rurowy, przyczem wszystkie odcinki mają ten sam promień krzywizny.

Wykonanie pierścieni według kół wielkich ułatwiło w dużym stopniu przygotowanie konstrukcji, gdyż wszystkie elementy otrzymały tę samą krzy-



Rys. 21. Przygotowany materiał rurowy do budowy kopuły.





Rys. 22. Połączenie krokwi z pierścieniem górnym.

wiznę i, co jeszcze ważniejsze, krzywe przenikania we wszystkich węzłach miały kształt jednakowy. Dzięki temu można było cały materiał wygiąć, po-



Rys. 23. Jarzma montażowe słupów.

przycinać odpowiednio w hucie i przysłać na budowę w stanie gotowym do montażu.

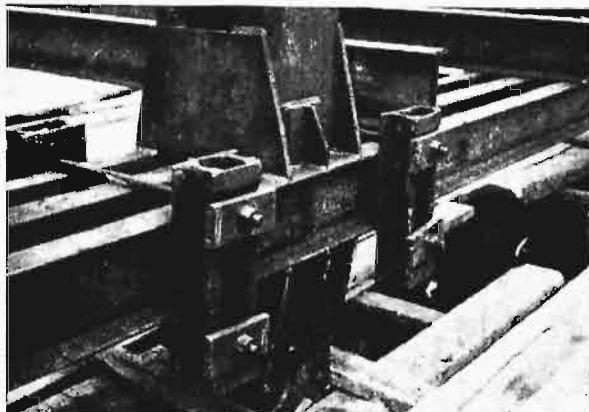
Waga konstrukcji stalowej wynosi 2 600 kg, przy średnicy kopuły 12,40 m i wysokości 7,50 m.

Szkielet stalowy został następnie pokryty powłoką betonową o grubości 4 cm, z uzbrojeniem siatką stalową. Na betonie umocowana jest blacha miedziana.

#### Wykonanie.

Konstrukcja stalowa budynku została wykonana całkowicie zapomo- cą spawania. Do cięcia używano palnika tle-

nowo acetylenowego, spawanie zaś wykonano łukiem elektrycznym. Tylko kopułę spawano acetylenem, ponieważ była sporządzona z rurek cienkościennych. Słupy przywożono gotowe na budowę, natomiast podciągi i belki stropowe zwożono bezpośrednio ze składu, a obcinano i spawano na

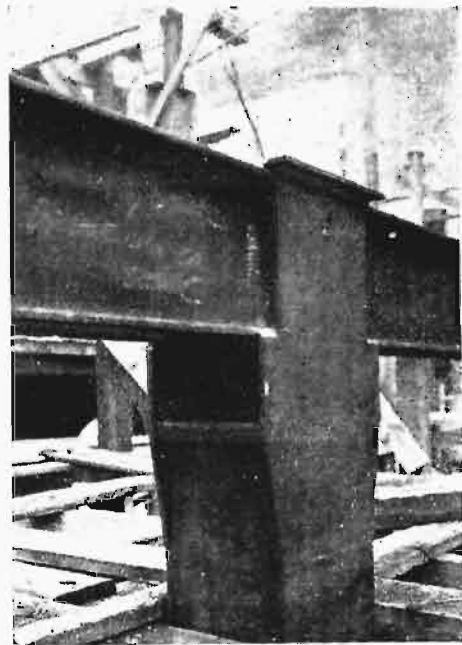


Rys. 24. Jarzmo montażowe podciągu.

budowie. Na budowie były 3 przewoźne urządzenia do spawania łukowego i 1 aparat do cięcia. W pewnych momentach pracowano na 3 zmiany. Przy maksymalnym natężeniu robót było zatrudnionych 9 drużyn spawalniczych i 3 drużyny do cięcia palnikiem.

Przy wykonywaniu konstrukcji spawanych chodzi o możliwe uniknięcie wszelkich odkształceń z powodu nierównomiernego nagrzewania płomieniem. Stąd potrzebna tu jest wielka ostrożność w ustalaniu kolejności i sposobu wykonywania szwów, zaś formy, utrzymujące poszczególne elementy konstrukcji w trakcie spawania, winny być odpowiednio silne i sztywne.

Do umocowania poszczególnych części łączonych ze sobą użyto przeto bardzo silnych jarzm, wykonanych z korytek, ew. szyn kolejowych, zapomo- cą spawania. Jarzmiami temi związywano słupy w odstępach metrowych (rys. 23); aby zaś między belkami słupa utrzymać odstęp żądany, wkładano



Rys. 25. Rusztowanie do budowy stropu.

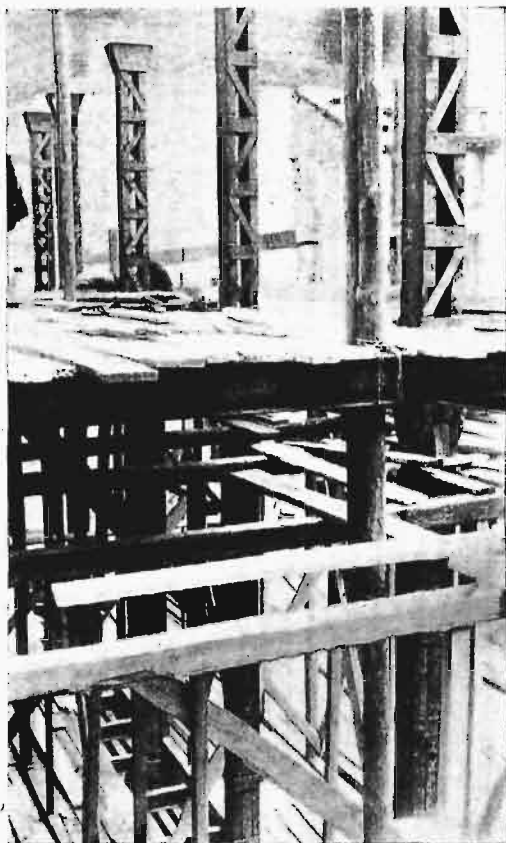
między nie płytki, dokładnie obrobione na miarę. Podobne jarzma zastosowano przy łączeniu na budowie podciągów ze słupami (rys. 24).

Dach, schody, tężniki dachu i wiele innych szczegółów konstrukcji zostało wykonane bez poprzedniego projektowania, rysowania i trasowania. Ukazał się tu w całej pełni jeden z dużych walorów spawania — możliwość natychmiastowego wykonania prostszych konstrukcji odpowiednio do potrzeb chwili i miejsca, bez jakichkolwiek specjalnych przygotowań. Wszelkie dopasowywanie na miarę, przycinanie belek, połączenia, wykonywanie otworów o kształcie i wielkości żądanej, przedstawia się niezmiernie łatwo i prosto, jeżeli ma się do rozporządzenia urządzenia acetylenowe i elektryczne do spawania i cięcia.

Można powiedzieć ogólnie, że trudności architektoniczno-konstrukcyjne, wynikające z zawiłości zagadnienia rozbudowy P. K. O. — jak wykazała praktyka w czasie realizacji robót — mogły być

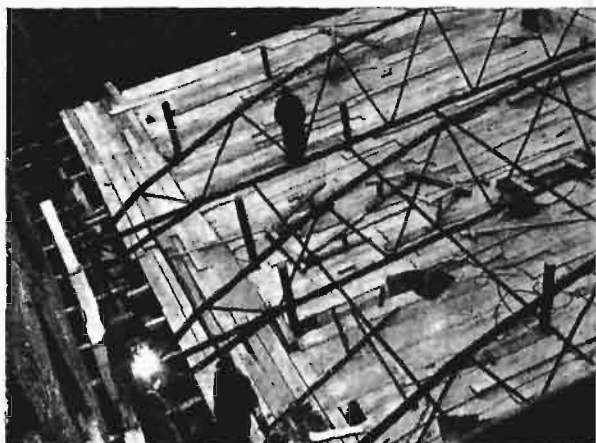
rozwiązane racjonalnie tylko dzięki zastosowaniu spawania.

Ogólny ciężar konstrukcji stalowej budynku wyniósł: 678 t, co przy kubaturze nowej części 47000 m<sup>3</sup> wypada 14,7 kg stali na 1 m<sup>3</sup>.



Rys. 26. Ustawianie słupów dwupiętrowych.

Przy montażu szkieletu stalowego posługiwano się żorawiem ściennym (konsolowym), umocowanym na rusztowaniu, i wielokrążkami, których nośność tak dobierano, aby przewyższała dwukrotnie ciężar wciąganych elementów. Po wciągnięciu na daną kondygnację wszystkich elementów przystępowano do ustawiania słupów i przymocowywano od razu ich podstawy spoinami do rusztu, oraz usztywniano je między sobą parami zapomocą rygli i zastrzałów drewnianych. Następnie na słupach układano podciąg, przyczem na poziomie około



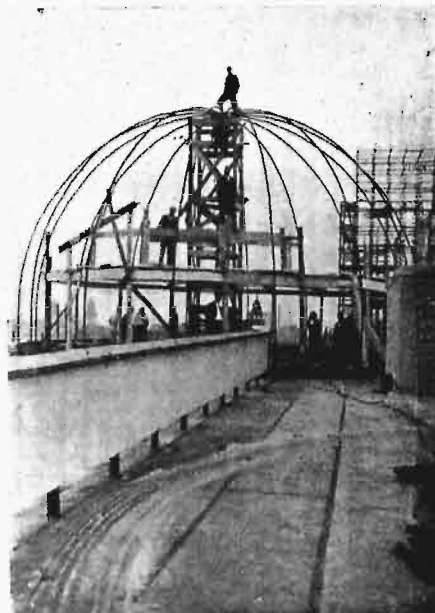
Rys. 27. Rusztowanie do budowy dachu.

1,00 m poniżej podciągów zaścielano pomost, z którego spawacze wykonywali połączenia podciągów ze słupami (rys. 25).

Słupy wysokie, dwupiętrowe, ustawiano po uprzednim wykonaniu rusztowania (rys. 26).

Wiązary świetlika nad salą operacyjną wciągano na miejsce połówkami, które dopiero na rusztowaniu (rys. 27) łączono w jedną całość. Wciąganie stosunkowo lekkich elementów odbywało się ręcznie zapomocą lin, gdyż na zastosowanie wielokrążków brakowało tu miejsca.

Dla zmontowania kopuły wykonano najpierw w środku wieżę rusztowaniową (rys. 28), z której



Rys. 28. Rusztowanie do budowy kopuły.

ustawiano pręty krokwiowe i kolejno parami zczepiano je z dolnym i górnym pierścieniem spoinami punktowymi. Po ustawieniu wszystkich krokwi, przystąpiono do zakładania pierścieni pośrednich, które również zczepiano krótkimi spoinami z krokwi, przyczem w miarę postępu robót ku górze rozbudowywano również rusztowanie. Po zmontowaniu całości wykonano właściwe spawanie węzłów.

Znaczne trudności w wykonaniu nasuwało częściowe usunięcie w parterze i na I piętrze ściany szczytowej i ściany od podwórza dawnego budyn-



Rys. 29. Ułożenie rur z przewodnikami pod podłogą sali operacyjnej.



ku w miejscu, gdzie obecnie znajduje się nowa sala operacyjna. Sposób prowadzenia robót był taki, że najpierw zamurowano wszystkie otwory w ścianie podwórzowej, następnie wycięto w niej szczelinę na wstawienie słupa stalowego; po ustawieniu słupa w szczelinie i słupów na przedłużeniu ściany na nowej parceli wykuto w ścianie wnękę do połowy grubości, w którą założono podciąg, składający się z dwuteówki NP 36 i spojonej z nią ceówki NP 26, wsuniętej pomiędzy stopki dwuteówki. Po należytem podklinowaniu ściany na podciągu zapomocą płyt i klinów stalowych wycięto wnękę z drugiej strony oraz założono symetrycznie i zaklinowano drugi podciąg, poczem ściągnięto obie części śrubami i spojono z głowicami słupów. Nad I piętrem wykonano taki sam podciąg i na nim oparto podciąg w ścianie szczytowej. Gdy konstrukcja stalowa była gotowa, przystąpiono do burzenia starych ścian, które ze względów architektonicznych musiały być usunięte.

#### Wyposażenie wnętrza.

W części reprezentacyjnej nowego gmachu i w pomieszczeniach, przeznaczonych dla publiczności, jak westybul, sala operacyjna z korytarzami i główna klatka schodowa, rozliczne zastosowanie znalazły marmury i trawertyny. Z marmurów wykonano stopnie, balustrady i poręcze schodów, posadzki, okładziny ścienne w sali operacyjnej, ławki

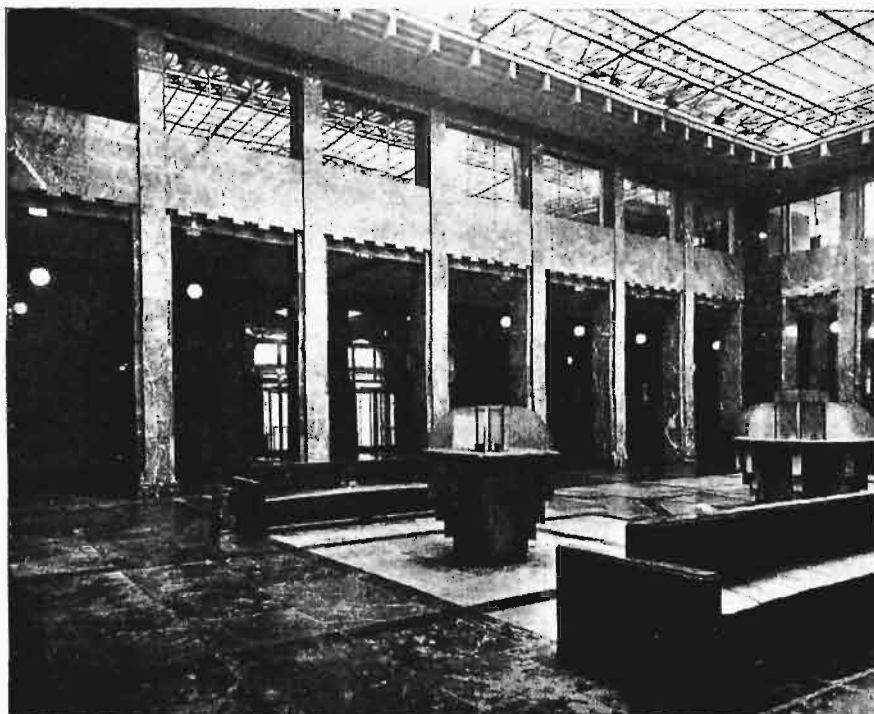
i stoły w sali, płyty parapetowe i kominki w gabinetach i poczekalni. Trawertynem wyłożono ściany klatki schodowej i westybulu.

Posadzki marmurowe układano na zaprawie cementowej, okładziny ścienne zaś na zaprawie gipsowej, którą zalewano zarówno fugi, jak i przestrzeń między płytami a murem. Okładziny balustrad schodowych podciągów i t. p., które nie mają od spodu podparcia, przymocowywano stalowymi kotwami, których hakowate zagięcia wchodziły w odpowiednie gniazda, wyłobione w wewnętrznej powierzchni płyt kamiennych.

Obok kamienia użyto jako elementów dekoracyjnych: a) mosiądzu, z którego są wykonane turnikiety i drzwi wejściowe, okna sali operacyjnej i klatki schodowej, ścianki przedziałów kasowych i szkielet okien kasowych; b) szkła lustrzanego w turnikietach, drzwiach i oknach sali operacyjnej i w okienkach kasowych; c) szkła prasowanego kolorowego w suficie sali operacyjnej oraz d) szlachetnych gatunków drzewa, jak jesionu, mahoni i palisandru, na meble i boazerje. Ściany głównej sali posiedzeń są w całości wyłożone boazerją palisandrową.

#### Instalacje.

Gmach jest wyposażony we wszelkiego rodzaju nowoczesne instalacje, mianowicie: wodociągi i kanalizację, centralne ogrzewanie wodne, ogrzewanie parowe, instalację gorącej wody, wentylację wyciągową i włąc-



Rys. 30. Widok ogólny nowej sali operacyjnej.



Rys. 31. Przejście z nowej sali operacyjnej do starej.

czaną, gaz, oświetlenie, dźwigi, telefon wewnętrzny, sygnalizację, maszyny piszące na odległość (telewritery), zegary automatyczne, pocztę pneumatyczną i wreszcie instalację do odkurzania korespondencji. Przewody instalacyjne umieszczone w ten sposób, że piony są ukryte w ścianach kominowych, a przewodniki poziome — w stropach korytarzowych, które wykonano jako stropy podwójne. Wskutek tego wysokość korytarzy jest mniejsza od wysokości pokoi. Przewodniki prądów słabych ułożono w fugach między płytami he-raklitowymi izolacji stropowej, które w tym celu odpowiednio rozsunęto. Na rys. 29 widać ułożenie rur z przewodnikami pod podłogą sali operacyjnej. Maszynownie wentylacji, ogrzewania i poczty pneumatycznej oraz kotłownia, elektrownia, trans-



Rys. 32. Klatka schodowa.

formatornia, akumulatory mieszczą się w podziemiach nowego gmachu. Wodociąg wyższych pięter, poczynając od IV-go, jest obsługiwany przez dawną pompownię, znajdującą się w piwnicy starego gmachu, która została tylko wzmocniona odpowiednio do zwiększonego rozchodu wody. Pompy pracują automatycznie i tłoczą wodę do hydroforów, z których się woda rozchodzi po sieci wodociągowej.

Centralne ogrzewanie wodne ma 3 przewody doprowadzające i 3 powrotne, dzięki czemu można w poszczególnych częściach instalacji odpowiednio regulować obieg i w razie potrzeby jedną część unieruchomić, nie przerywając działania pozostałych części. Ze względu na znaczną długość przewodów wzmocniono naturalny obieg wody pompą odśrodkową, ustawioną obok kotłowni. Naczynia rozsze-

rzalne są umieszczone w kabinie, wybudowanej na dachu.

Ogrzewanie parowe spełnia 4 zadania: 1) podgrzewa powietrze do wentylacji włączanej; 2) ogrzewa świetlik nad salą operacyjną celem topienia śniegu; 3) ogrzewa wodę w zbiorniku, zaopatrującym umywalki w gorącą wodę; 4) zasila ogrzewanie powietrzne sali posiedzeń.

Wentylacja jest tak zaprojektowana, że w pomieszczeniach biurowych daje 2-krotną wymianę powietrza na godzinę, a w klozetach i pomieszczeniach suterrenowych — 3 i 4-krotną. Kanały są wykonane z blachy cynkowej. Powietrze włączane nagrzewa się do 20° C.

Instalacje elektryczne prądu silnego obsługują: oświetlenie, dźwigi, wentylatory, pompy i maszyny biurowe. Oświetlenie ma oczywiście sieć osobną. Na każdym piętrze są tablice rozdzielcze z bezpiecznikami topikowymi, a częściowo z automatami nadmiarowymi. Instalacje te są zasilane przez umieszczoną w gmachu stację transformacyjną elektrowni warszawskiej. Rezerwę stanowi wspomniana wyżej stacja akumulatorów.

Instalacje słaboprądowe czerpią energię z osobnej baterji akumulatorów, ładowanej przez przetwornice o odpowiedniej mocy. Są to: telefon wewnętrzny, sygnalizacja dzwinkowa dla służby, sygnalizacja pożarowa ręczna i automatyczna, uruchamiająca się pod działaniem podwyższenia temperatury w płonącym pomieszczeniu, telewritery, czyli aparaty piszące na odległość, zegary elektryczne i sygnalizacja poczty pneumatycznej. Zegarów elektrycznych zainstalowano 60 w różnych punktach gmachu. Wszystkie one są kierowane przez jeden zegar główny, obok którego zainstalowano zegar zapasowy i 5 zegarów kontrolnych.

W gmachu istnieją 2 instalacje poczty pneumatycznej systemu Siemens, których zadaniem jest najszybsze przesyłanie dokumentów między poszczególnymi biurami.

Poczta pneumatyczna ogólna, obsługująca przede wszystkim ruch czekowy, której rury torowe, okrągłe, są średnicy 75 mm, obejmuje 32 stacje nadawczo-odbiorcze, w przeważnej części w biurach kontowań i kasach, podzielone na 4 obwody. Komunikacja między wszystkimi stacjami odbywa się całkowicie automatycznie, bez jakiegokolwiek pośrednictwa ręki ludzkiej. Puszka, wysłana przez którąś ze stacyj do którejkolwiek innej, dociera do niej zawsze najkrótszą drogą; jeżeli stacje te leżą w różnych obwodach, to przechodzi przez zwrotnice międzytorowe, łączące poszczególne obwody między sobą.

Zarówno zwrotnice międzytorowe, jak zwrotnice odbiorcze poszczególnych stacyj, a także inne organy ruchome, sterujące ruch puszek, uruchamiane są na drodze elektrycznej przez t. zw. przekaźnice, połączone kablami z poszczególnymi stacjami i centralizującą całą automatykę urządzenia. Istotnymi organami przekaźnicy są przekaźniki i wybieraki typów, stosowanych powszechnie w automatyce telefonicznej. Przekaźnica zawiera, prócz tego, lampki sygnałowe, dzięki którym można w każdej chwili ustalić, ile puszek jest w drodze, gdzie i dokąd przeznaczonych.

Poszczególne odcinki torów są w ten sposób blokowane, że nigdy 2 puszki nie mogą się zderzyć i nigdy puszka nie może wjechać do zwrotnicy, nastawionej dla innej. Blokadę tę również uskutecznia przekładnica.

Puszki pędzone są w torach przez ciśnienie atmosferyczne, mając przed sobą powietrze rozrzedzone. Powietrze z torów odsysane jest przez turbo-dmuchawę, pędzoną silnikiem elektrycznym.

Urządzenie przesyła obecnie do 4000 puszek dziennie, każda z kilku lub kilkunastu czekami, przyczem ilość ta skupia się w 90% na 5-godzinny okres głównego ruchu. Szybkość puszek w prostych odcinkach toru dochodzi do 10 m/sek; zmniejsza się na krzywiznach i zwrotnicach; próżnia wynosi 0,1 at; moc silnika napędowego 7 KM.

Druga poczta pneumatyczna obsługuje jedynie ruch oszczędnościowy i obejmuje 6 stacyj; jej tor ma przekrój owalny 130×85 mm, puszka mieści do 6 książeczek oszczędnościowych; składa się tylko z jednego obwodu, poza tem jest zbudowana i działa podobnie do instalacji ogólnej.

Całkowity czas budowy przeciągnął się dość długo, bo od jesieni r. 1929 do jesieni 1932, t. j. trzy lata. Spowodowane to było głównie prowadzeniem robót w poszczególnych etapach, ze względu na konieczność utrzymania ciągłej pracy w biurach P. K. O., niezmierną ciasnotę miejsca, a wreszcie wykańczaniem budowy reprezentacyjnej. Zazna-

czyć należy, że wyposażenie wnętrza zostało w całości wykonane przy pomocy marmurów i trawertynów krajowych (kieleckich), których kamieniołomy nie były dostosowane do tak znacznego zamówienia i dopiero rozbudowywały się w trakcie wykonywania robót.

W ten sposób uzyskała P. K. O. budowlę piękną i stosunkowo bardzo taną. Architekt Tillinger, który wykonał projekt architektoniczny, dostosował się do starej części gmachu pod względem architektonicznym, i wykonał fasadę skromną, bynajmniej nie dążącą do przepychu drogiego, a nieraz brzydkiego w końcowym efekcie kamienia. Natomiast wnętrze, jasne i pełne powietrza, zwłaszcza westybul i hala operacyjna, wykonane o charakterze współczesnym, harmonizuje jednak z całością.

Spawanie w budowie tej zdało pierwszorzędnie egzamin. Pozwoliło na wykonanie konstrukcji bez hałasu, umożliwiając pracę we wszystkich biurach. Pozwoliło na oszczędność w ilości materiału. Przedewszystkiem zaś pozwoliło na prowadzenie pracy w najtrudniejszych warunkach. Przy wbudowywaniu się w starą budowę, trzeba było niejedną część konstrukcji przeprojektować i zaprojektować na miejscu, a nieraz wykonać bez projektowania, „na miarę”. Przy zastosowaniu dawnych metod, nitowania, przecinania nożycami, byłoby to niezmiernie trudne i dokładnie wykonaćby się nie dało. Łuk elektryczny i palnik acetylenowo-tlenowy pozwoliły zadanie to rozwiązać stosunkowo łatwo.

## Przepływ pary przez dysze pomiarowe<sup>\*)</sup>

Napisał Inż. D. J. Kołodny.

Zagadnienie dokładnego pomiaru ilości pary, przepływającej w przewodach, nabiera coraz większego znaczenia ze względu na konieczność ścisłej kontroli ilości pary rozchodzonej w instalacjach parowych przy stosowaniu racjonalnej gospodarki cieplnej. Nie jest ono rozwiązane dotychczas w sposób zadowalający, gdyż istniejące pomiary nie dają w wielu wypadkach dostatecznej pewności i dokładności. Z pośród różnych metod określania wydatku przepływu pary wysuwa się na czoło metoda różnicowa, polegająca na pomiarze różnicy ciśnień przy przepływie przez przekrój zwężony. Najchętniej stosowane jest zwężenie w postaci dyszy, zajmującej pośrednie miejsce pomiędzy kryzą i rurą Venturi'ego i łączącej w sobie ich zalety, więc dość dogodny montaż i stosunkowo regularny przepływ.

Przeprowadzone w roku ubiegłym w Laboratorium Maszyn Politechniki Warszawskiej, pod kierownictwem p. Prof. Dr. B. Stefanowskiego, badania nad dyszami V. D. I. (1912 r.) dostarczyły materiału doświadczalnego, przyczyniającego się do wyświetlenia sprawy przepływu pary przez dysze tego typu.

Przy określaniu przepływu metodą różnicową postępujemy się wzorem:  $G = kG_0 = kF \sqrt{2g \frac{\Delta p}{v_1}}$

gdzie  $G(G_0)$  oznacza rzeczywisty (ew. teoretyczny) wydatek w kg/sek,  $F$  — przekrój największy dyszy w  $m^2$ ,  $\Delta p$  — spiętrzenie ciśnień w  $kg/m^2$ ,  $v_1$  — objętość wł. pary przed dyszą w  $m^3/kg$ ,  $g=9,81 m/sec^2$  — przyspieszenie ziemskie, wreszcie  $k$  — ogólny współczynnik przepływu, ujmujący niezgodność teoretycznie obliczonego wydatku  $G_0$  z rzeczywistym  $G$ . Współczynnik ten możemy wyznaczyć jedynie przez wzorcowanie dyszy. Jest on, jak łatwo zauważyć doświadczalnie, zmienny, i to w zależności od wielu czynników. Warunki zewnętrzne przepływu, jak np. kształt profilu dyszy, sposób mierzenia ciśnień, średnicę rury i inne, możemy znormalizować i w ten sposób wyeliminować ich wpływ na zmienność współczynnika  $k$ <sup>1)</sup>. Pozostają jednak trzy niezależne parametry przepływu: ciśnienie, temperatura pary przed dyszą i wydatek przepływu. Wzorcowanie w zależności od tych trzech zmiennych niezależnych, i to dla szeregu średnic normalnych, jest rzeczą bardzo uciążliwą, tem bardziej że przy pomiarach ilości pary występują nieuniknione duże błędy pomiaru, które trudno skorygować, nie wiedząc nawet, jak wpływa jakościowo zmienność parametrów na zmienność współczynnika  $k$ . Uzasadnia to potrzebę bardziej szczegółowego rozważania tej zależności, chociaż zgóry trzeba zrezygno-

<sup>\*)</sup> Referat wygłoszony na VI-ym Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich.

<sup>1)</sup> Przy rurach ciągnionych lub walcowanych, chropowatość, której naogół nie możemy znormalizować, nie wpływa znacznie na wielkość wsp.  $k$ . Tak samo wpływ izolacji cieplnej jest znikomy.