

sprawności elektrowni miejskiej w Krakowie⁽¹⁾, „Schimitzek A. dyr. inż. „Elektrownia wodna w Jazowsku“⁽²⁾). Odczyty wygłosili: w Stow. Techn. w Warszawie inż. M. Pożaryski „Zastosowanie popędu elektrycznego na kolejach żelaznych“; w Stanisławowie Teodor Hrycak „O telegrafii bez drutu“; inż. Leon Harasiewicz „Akumulatory Edisona“. Na VI Zjeździe

przedstawili referaty: Roman Czyżowski „Telefony automatyczne“ i Kazimierz Gajczak „O taryfie wynagrodzeń dla prywatnych techników i regulaminie jej zastosowania“ (r. 1912). (C. d. n.) *Feliks Kucharzewski.*

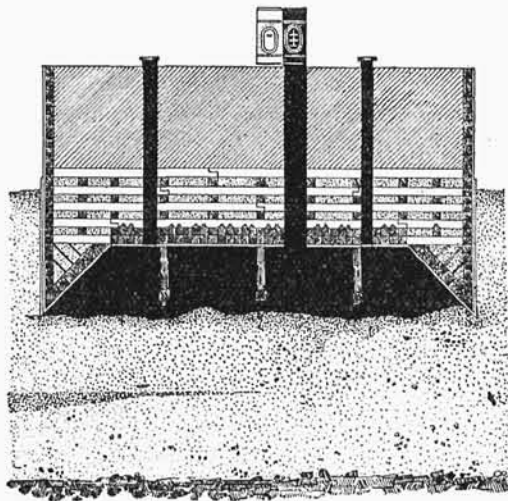
¹⁾ Kraków 1911, folio, str. 24 + tabl. 3.
²⁾ Kraków 1912, 8-ka, str. 22.

Wysokie domy amerykańskie t. zw. drapacze chmur.

Podał dr. **Stefan Władysław Bryła**, inż.

(Ciąg dalszy do str. 266 w № 20 r. b.)

Najlepszą, lecz zarazem najdroższą metodą jest fundamentowanie na kesonach pneumatycznych (rys. 8). Nie różnią się one z reguły od europejskich: tworzą je skrzynie drewniane lub żelazne, najczęściej okrągłe lub prostokątne, zapuszczające się w ziemię dzięki ciężarowi i ostrzu wieńca. Na dole znajduje się około 2 1/2 metrowa komora robocza, połączona z szybem powietrznym, umożliwiającym ruch osób i transport materiału. Zwykle oświetlone są szyby elektrycznością i połączone telefonicznie z powierzchnią. Po dojściu do gruntu wytrzymałego wypełnia się je betonem.



Rys. 8. Keson pneumatyczny.

Rys. 8 przedstawia kesony siedmnaściepiętrowego budynku Manhattan Life Insurance Co., którego wysokość wynosi od spodu fundamentów 124 m, zaś od chodnika 106 m. Ciężar budynku, wynoszący 30 000 tonn, przenosi się na 15 kesonów. W celu odpowiedniego przeniesienia ciężarów użyto blaszanych belek ciągłych wspornikowych. Niekiedy, dla dłuższych wsporników, trzeba belkę blaszaną zakotwić z kesonem, co wykonywa się z reguły zapomocą kilku ściegów z wstęg żelaznych.

Parę słów dodam tu jeszcze o fundamentach najwyższego z drapaczy nowojorskich i wogóle po wieży Eiffel najwyższego budynku na świecie, t. zw. Woolworth Bldg. Wysokość jego wynosi bowiem do szczytu pięćdziesięciopięciopiętrowej wieży 240 m.

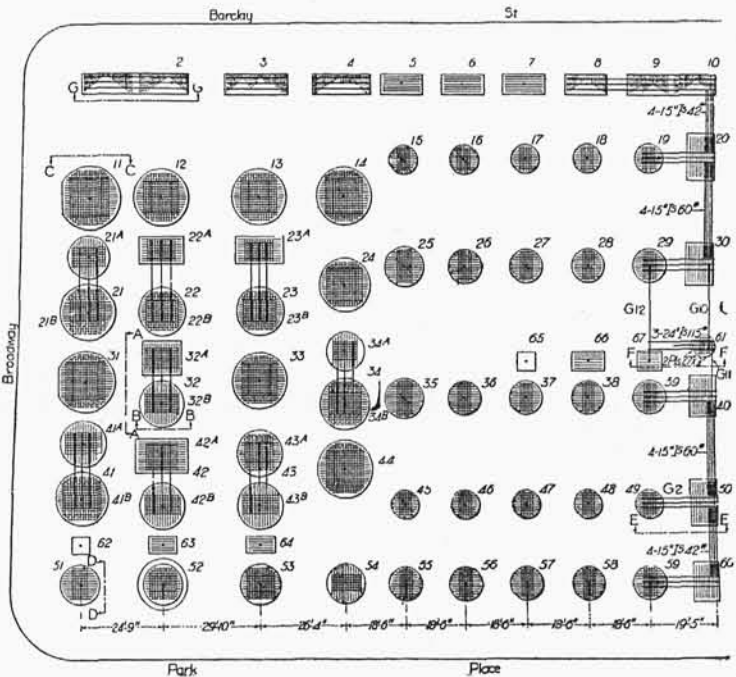
Całkowity ciężar budynku, wynoszący 125 000 tonn, przenosi się przez 60 głównych słupów na 69 żelazno-betonowych kesonów, zapuszczonych pneumatycznie średnio do głębokości 37 m pod terenem. Różna liczba kesonów pochodzi stąd, że już po rozpoczęciu budowy zmieniono plany budynku na większy z powodu odkupienia sąsiedniej parceli i przesunięcia wieży ku ulicy Broadway. To też dla zużycowania kesonów już zapuszczonych, umieszczono część przesuniętych słupów na trójściankowych skrzynkowych podeciągach, opartych na kesonach. Również słupy ściennie zachodnie, dosunięte prawie do zewnętrznego lica muru, wsparte są na wystających końcach belek wspornikowych, wykształtowanych też jako silne skrzynkowe trójściankowe wsporniki o paru nakładkach (rys. 9).

Kesonny są przeważnie okrągłe o średnicy 2,00 do 5,70 m, z wyjątkiem kilku prostokątnych 1,8—2,4 m szerokości a 3,50—7,20 m długości. Na ich wierzchołku umieszczone

są ruszty z 2—4 warstw dźwigarów żelaznych, na najwyższej z których spoczywają łożyska ze stali lanej o wysokości 45—90 cm.

Niekiedy przy bardzo ciężkich budynkach chodzi o uniknięcie budowy osobnych murów zewnętrznych w kilkupiętrowych piwnicach, murów, któreby musiały osiągnąć ogromne wymiary. W tym celu zastosować można t. zw. kesony ciągłe, używane szczególnie w Nowym Jorku, a polegające na następującej zasadzie:

Długie a wąskie prostokątne kesony zapuszcza się wzdłuż granicy budynku, jeden obok drugiego, a następnie łączy się je z sobą, tworząc tem samem jednolitą silną ścianę. Połączenie poszczególnych studzien skutecznie można w bardzo różny sposób. Podam przykład wzięty z budowy giełdy nowojorskiej, której dno piwnicy znajduje się w głębokości 16,5 m poniżej chodnika (rys. 10). Kesonny miały długość 8—10 m przy stałej szerokości 2,45 m. Po bardzo szczelnem zapuszczeniu ich obok siebie zabetonowano je, pozostawiając jednak na zetkniętych końcach półkoliste studnie o średnicy około 1,30 m. Następnie wyjęto belki przedzielające obie studnie, które wypełniono wspólnie betonem, tworząc w ten sposób silne połączenie studzien sąsiednich. Przed zabetonowaniem przeciętno śruby przez



Rys. 9. Kesonny Woolworth Building. Rzut poziomy.

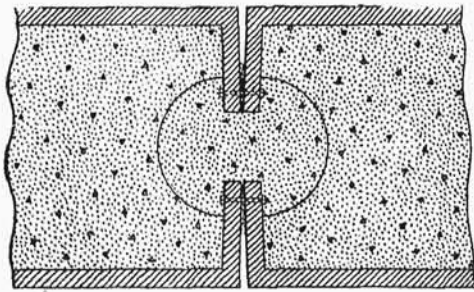
przystające części ścian, zbliżając je do siebie możliwie silnie.

Fundamenty dawnych budynków nie sięgają zwykle tak wielkiej głębokości, co nowsze. To też nieraz przy budowie zajść może niebezpieczeństwo uszkodzenia starego sąsiedniego muru, a tem samem potrzeba podparcia tegoż. Np. nowy drapacz może obniżyć zwierciadło wód gruntowych, a wskutek tego narazić na gnicie stare drewniane pale sąsiedniego budynku. W Nowym Jorku zachodził też często wypadek inny: na skale jest tam gruby pokład piasku, dobrego gruntu na fundament budowlę niezbyt wysokich; przy wypompowywaniu piasku z kesonu usuwał się

jednak piasek i z pod sąsiadującego domu, a tem samem narażał na szwank jego stałość.

Sąsiednie budynki chronić można w różny sposób: niekiedy podpira się ściany prowizorycznie drewnianymi rusztowaniami, usuwa z pod nich ziemię i fundament przeprowadza niżej (rys. 12). Pale drewniane należy uciąć poniżej nowego zwierciadła wody, chwycić nową ławą betonową i wyprowadzić na niej mur aż do starej ściany. Można też pale drewniane zastąpić betonowymi. Wreszcie, sposobem najlepszym ale najdroższym, przy znacznym ciężarze budynku istniejącego, a gruncie niewytrzymałym (Nowy Jork), będzie podparcie istniejącego muru kesonami (rys. 11). W tym celu wycina się mur nad każdym projektowanym kesonem na taką wysokość i szerokość, by w otworze zmieścił się pierścieniowy element kesonu i podpira ścianę u góry szeregiem dźwigarów. Po zapuszczeniu kesonu na żadaną głębokość, umieszcza się na nim drugi szereg dźwigarów, łącząc go następnie z górnym słupami żelaznymi, a otwór w murze wypełniając cegłą. Przez zastosowanie powyższej konstrukcji żelaznej unika się oczywiście nieprzyjemnego ściśnięcia spoiny murowych.

W poszczególnych wypadkach mogą przy fundamentowaniach zajść jeszcze okoliczności znacznie utrudniające normalne założenie fundamentu. Przytoczę jeden przykład wzięty z nowojorskiego budynku dziennika *Times*. Budynek ten ma w rzucie poziomym kształt bardzo wydłużonego trapezu; w celu uzyskania większych ubikacji piwnicznych, wystąpiono jednak poniżej terenu znacznie poza lica ściany budynku, co zresztą często spotkać można w budowlaach amerykańskich. Ale właściwą trudnością do pokonania była podziemna kolej elektryczna, która skręcając z 42 ulicy



Rys. 10. Szczegół kesonów ciągłych.

w Broadway, podchodzi ostrym łukiem pod budynek (rys. 13). Oczywiście zarząd kolejowy zgodził się na przeprowadzenie fundamentu przez tunel pod tym tylko warunkiem, by w żaden sposób nie przeszkodzić swobodnemu ruchowi kolejowemu.

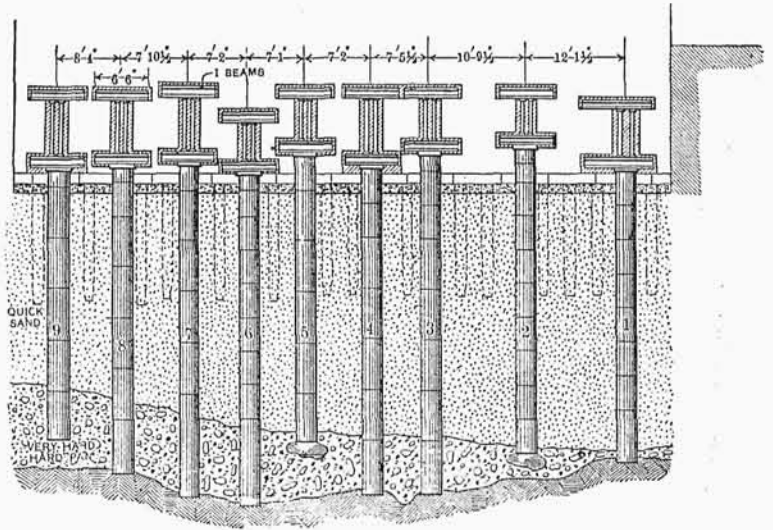
Wzdłuż zewnętrznego toru założono więc mur, odgraniczając tem samem podziemne ubikacje budynku. Słupy nie wchodzące w tunel przeprowadzono wprost do fundamentów (do głębokości 16 m); natomiast w części tunelowej wprowadzono słupy inne *S*, rozłożone między torami, opierając na nich silne żelazne podciąg skrzynkowe *TT*, przejmujące ciężar wyeliminowanych słupów nadziemnej części budowy. Dla podparcia ścian tunelu i torów kolejowych zastosowano osobne podciąg (---), aby wstrząśnienie z powodu przejazdu pociągów nie przenosić na fundamenty budynku. Dążność ta przejawiała się w samym wykształtowaniu płyt fundamentowych. Ciężar słupów budynku przenosi się przez potężne buty stalowe, cios granitowy i blok betonowy bezpośrednio na skalę; natomiast fundament betonowy słupów podtorowych, wzmocniony rusztem żelaznym, spoczywa na ławie piaskowej, łagodzącej znacznie wstrząśnienia. W ten sposób rozwiązano to trudne zadanie w zupełnie zadowalający sposób.

Nie można mówić tu oczywiście o najrozmaitszych okolicznościach, jakich tyle zajść może i zachodzi przy budowie fundamentów tak ogromnych budowli; sądzę jednak, że przytoczony zilustrował trudności, z jakimi walczyć muszą inżynierowie amerykańscy.

Oczywiście przy projektowaniu ogromną rolę odgrywać musi wzgląd na przyszłe osiadanie budynku. Nie tyle zresztą chodzi o samo osiadanie, co o niebezpieczne *nierówne* osiadanie. Pierwsze wysokie budowle dostarczyły przykla-

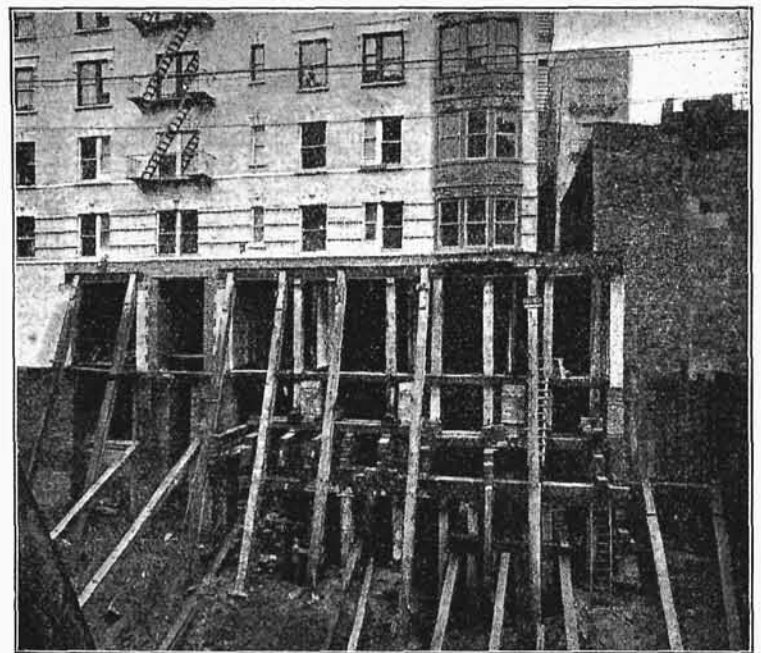
dów tak odstrasających pod tym względem, że na racjonalne rozmieszczenie fundamentów zwraca się teraz ogromną uwagę.

Wady konstrukcji wynikały jednak w pierwszym rzędzie stąd, że przy obliczeniu fundamentów uwzględniano, jak zwykle, ciężar własny i ruchomy $G + P = Q$. Tymczasem ciężar ruchomy przychodzi nadzwyczaj rzadko w pełnej ilości i chyba tylko w składach osiąga niekiedy wartość wciągniętą w obliczenie. Wskutek tego słupy środkowe,



Rys. 11. Podparcie starego budynku na kesonach.

gdzie stosunek $\frac{P}{G}$ jest wielki, osiadają stosunkowo mniej, niż zewnętrzne, gdzie ciężar stały G występuje zawsze w znacznej ilości. Niech np. całkowite obciążenie wynosi 100 tonn, to dla słupa środkowego $G \approx 40-50$ tonn, zaś $P = 60-50$ tonn; natomiast dla skrajnego stosunek ten prawdopodobnie zmieni się na $G \approx 70-80$ tonn, oraz $P = 30-20$ tonn, a wskutek tego ciśnienie jednostkowe na grunt¹⁾, obliczone w obu wypadkach dla $Q = G + P = 100$ tonn,



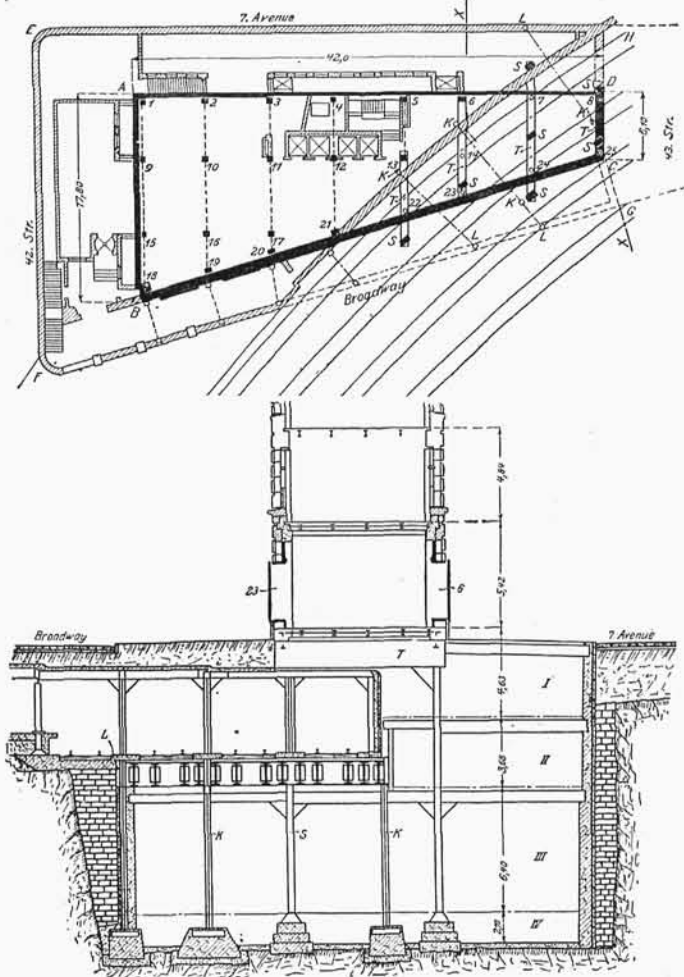
Rys. 12. Podparcie budynku przy Mott Street.

a przecie zależne w największej części wyłącznie od G , może być niekiedy w rzeczywistości nawet dwukrotnie większe dla podpór skrajnych. Przy budynkach niewysokich różnice nie będą może tak znaczne; wzrosną natomiast dla kilkudziesięciopiętrowych, gdzie tem bardziej wszystkie piętra nie będą równocześnie obciążone.

To też obecnie coraz częściej zaczyna wchodzić w użyte następujący sposób obliczania słupów i fundamentów:

¹⁾ A tem samem i osiadanie.

Do obliczenia słupa w najwyższej części budynku przyjmuje się $Q = P + G$, t. j. całkowity ciężar ruchomy; dla każdego następnego piętra redukuje się ciężar ruchomy o pewien procent (zwykle 5%) aż do redukcji na połowę (50%), do czego dojdzie się w dwudziestym piętrze, licząc od góry. Od tej chwili uwzględnia się stałe tę ilość. To samo dotyczy w konsekwencji fundamentów.



Rys. 13. Fundamenty budynku dziennika Times.

Ustawy budowlane poszczególnych miast normują tę redukcję ciężaru ruchomego w rozmaity sposób. Najogólniej powiada chicagowska:

„Fundamenty należy obliczyć dla średniego obciążenia rzeczywiście występującego w budynku ukończonym i zajęтым, a nie dla teoretycznych lub przypadkowych ciężarów“.

Inne ustawy określają dokładniej sposób obliczenia; wyliczanie ich tutaj zaprowadziłoby nas jednak zbyt daleko.

Szkielet żelazny.

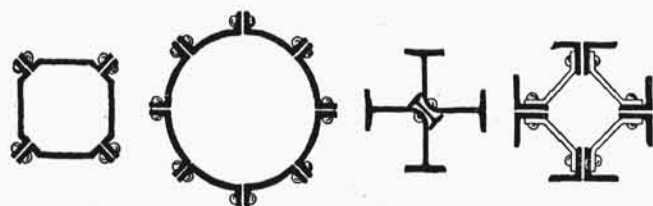
Miałem sposobność wspomnieć już wyżej, że w budowie wysokich domów zarzucono wszystkie mury podtrzymujące ciężary stropów (load supporting walls), oraz mury dźwigające ciężar własny na całą wysokość budynku (self supporting walls), poczęto natomiast opierać partye muru na wysokość poszczególnych pięter na żelaznych podciągach, przerzuconych między słupami. O obu pierwszych systemach mówić niema co, to chyba, że w drugim mur musi być wzniesiony zupełnie niezależnie od konstrukcji żelaznej ze względu na znaczne nieraz osiadanie się murów. W obecnie używanym zaś systemie klatkowym (cage construction) cegła czy inne podobne materiały stanowią tylko wypełnienie i ochronę części podtrzymujących, t. j. szkieletu żelaznego, o którym z kolei pragnę pomówić. Główną część składową tego szkieletu stanowią słupy żelazne. Właściwie mówić można tylko o słupach z żelaza zlewne; słupy lane wyszły bowiem zupełnie z użycia.

Używane obecnie w Ameryce przekroje walcowane po największej części podobne są do europejskich; są to bowiem blachy oraz belki I, U, Z, i kątowniki. Prócz nich spotykamy

jednak znaczną liczbę specjalnych patentowanych kształtów, zawdzięczających swe utrzymanie się szczególnym zaletom konstrukcyjnym. Należą tu przekroje Phoenix¹⁾, Larimera²⁾ i Greya³⁾ (rys. 14), które jednak nie znalazły szerszego zastosowania. Do budowy drapaczów potrzebne są bowiem z reguły tak ogromne ilości żelaza, że materiał trzeba najczęściej dopiero walcować na zamówienie. Im przeto więcej hut wyrabiać może pewien przekrój, tem prędzej będzie się mogła budowa rozpocząć; tymczasem żelaza Phoenix i Larimera walcuje się każde w jednej tylko walcowni. Co do przekroju Greya, to kątowniki są wprawdzie wszędzie do nabycia, ale za użycie ich w sposób opatentowany trzeba dopłacać osobno.

Bardziej decydujący jednak niż cena przekroju jest koszt roboty warsztatowej, zwłaszcza, gdy uwzględnimy potrzebne przy wielu przekrojach łączniki i t. p. Można pod tym względem przebieierać, zwłaszcza przy słupach lżejszych, mniej obciążonych, na które nadają się z tego powodu przedewszystkiem słupy Larimera (jeden rząd nitów!), a dopiero potem przekrój I-owy (z blachy i 4 kątownek—2 rzędy nitów), oraz inne przekroje złożone z kształtówek.

Czynnikiem równie decydującym o wyborze przekroju jest możliwość wprowadzenia wygodnych a odpowiednich połączeń tak z podciągami, jak też samych słupów ze sobą. Chodzi przedewszystkiem o połączenie bardzo silne i bardzo sztywne. Jakkolwiek bowiem w amerykańskich konstrukcjach panowała zawsze dążność do połączeń przegibnych, przeciw zmysł inżynierski zrozumiał, że tu, gdzie wobec znacznej liczby podpór i belek o dokładnem wyznaczeniu sił mowy być nie może, ważniejsze będzie wprowadzenie największej możliwej sztywności ustroju, sztywności, jaka da się osiągnąć tylko dzięki bardzo silnym nitowanym połączeniom. Z tego też powodu amerykanin przytwierdza nie tylko ściankę dźwigara kątownikami pionowymi, ale łączy i obie stopki zapomocą kątownek poziomych, a niekiedy wspiera jeszcze i te kątownik pionową (rys. 15). Przy niektórych przekrojach np. Phoenix możliwe jest umieszczenie dźwigarów na odpowiednio wysuniętych blachach węzłowych i uzyskanie w ten sposób sztywnego utwierdzenia. Ma to szczególnie wielką wartość przy ciężarach działających mi-
mośrodkowo.



Rys. 14. Przekroje słupów kutych amerykańskich.

Bardzo ważnem jest również odpowiednie połączenie części słupów stojących nad sobą. Z uwagi na uzyskanie większej sztywności, reguła obecna nakazuje przeprowadzać słupy przez dwa piętra i umieszczać styki pod podłogą. Dla zaznaczenia, na które szczegóły amerykanie zwracają szczególną uwagę, przytoczę ustęp z kontraktu budowy Reliance Building w Chicago: „Poszczególne części słupów należy wykonywać o dwupiętrowej długości, umieszczając styki co drugi na tem samym piętrze⁴⁾ ponad podłogą według rysunków. Nie należy używać blach podstawowych. Końce słupów należy ścinać pod kątem prostym, zwracając wielką uwagę na dokładność tej roboty. Słupy łączyć należy pionowymi nakładkami, o średnicy i liczbie nitów wskazanej na rysunkach...“

Zastosowanie nakładek pionowych przyczynia się znacznie do uzyskania ciągłości słupów od dołu do szczytu; w racjonalny sposób da się to jednak zastosować przedewszystkiem przy przekrojach prostych, złożonych z kątownek, I-, U- i Z-tównek. Gdy mamy do czynienia ze zmianą przekroju, tem-

¹⁾ Podobne do naszych ćwierćkątownek.

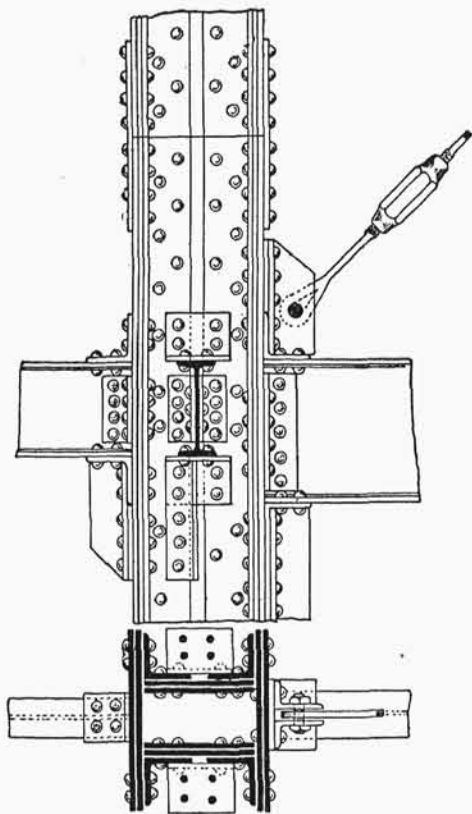
²⁾ I-ówki zgięte pod kątem prostym.

³⁾ Kątowniki ustawione w krzyż i odpowiednio łączone.

⁴⁾ Np. na piętrze 11 umieszcza się styk słupów 1, 3, 5 i t. d.; zaś styki słupów 2, 4, 6 na piętrze 12.

bardziej wszystkie te przekroje wysuwają się na plan pierwszy. A jeśli do tego uwzględnimy powody poprzednio wymienione, nie będziemy wcale się dziwili, dlaczego przekroje patentowane mimo pewnych zalet nie znalazły szerszego zastosowania.

Wyżej, przy omawianiu fundamentów, mówiłem już



Rys. 15. Połączenie podciągów ze słupem.

o kolejnej redukcji ciężaru ruchomego, która pozwala również obliczyć słupy w sposób racjonalny. Otrzymują one bowiem wymiary potrzebne, lecz nie nadmierne. Do obliczenia przepisują ustawy miejskie rozmaite wzory, oparte na tetmajerowskich lub gordonowskich. Freitag, amerykańska powaga na polu budownictwa żelaznego, poleca na naprężenia dopuszczalne wzór:

$$\tau = 1200 - 4 \frac{l}{a} \text{ kg/cm}^2 \quad 1)$$

1) W tych wszystkich wzorach zmieniono współczynniki amerykańskie na odpowiadające naszym miarom (kg/cm^2 wobec funtów na stopy kwadratowe), przyczem trzeba było wprowadzić pewne zaokrąglenia.

(gdzie: l — długość wolna,
 a — promień bezwładności).

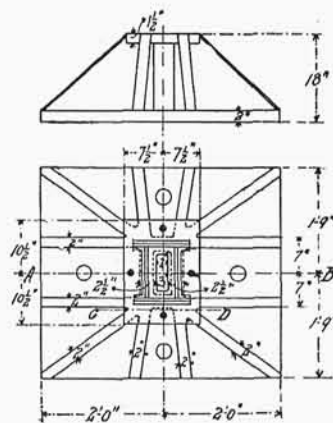
W większych miastach amerykańskich obowiązują następujące przepisy pod tym względem:

Materiał	Napięcie dopuszczalne w kg/cm^2			
	Nowy Jork	Chicago	Filadelfia	Boston
Stal miękka . .	$1070 - 4 \frac{l}{a}$	1050 ²⁾	$\frac{1020}{1 + \frac{l^2}{950 a^2}}$	$\frac{1070}{1 + \frac{l^2}{1410 a^2}}$
Stal średnia . .	"	"	$\frac{1140}{1 + \frac{l^2}{7702 a^2}}$	"
Żelazo zlewne .	$980 - 5,6 \frac{l}{a}$	940 ²⁾	$\frac{880}{1 + \frac{l^2}{1050 a^2}}$	$\frac{840}{1 + \frac{l^2}{1410 a^2}}$
Żelazo lane . . .	$790 - 2,1 \frac{l}{a}$	700 ³⁾	$\frac{810}{1 + \frac{l^2}{28 a^2}}$	—

[gdzie d — średnica lub najmniejszy bok]

Jeszcze parę słów o podstawach słupów. Amerykanie używają niekiedy płyt łożyskowych kątów, łączonych z trzonem słupa kątownikami, zwłaszcza tam, gdzie ciężar tegoż przenosić się ma bezpośrednio na dźwigary żelazne fundamentu rusztowego. O wiele częściej używane są jednak łożyska lane (rys. 16).

Wymiary płyty oblicza się w znany sposób; wobec ogromnych ciężarów ⁴⁾ potrzebne są zwykle żebra nieraz w znacznej liczbie o wysokości różnej $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ boku podstawy. Grubość płyty wynosi co najmniej 3 cm; grubość żeber dochodzi też zwykle tego samego wymiaru.



Rys. 16. Podstawa żel. lana do słupów.

(C. d. n.)

²⁾ Zmniejszone według uznanych wzorów na wyboeczenie.

³⁾ Zmniejszone według wzorów (Gordona).

⁴⁾ Świadczyć może o tem choćby ten fakt, że w Woolworth Building najniższa część słupa waży 45 tonn; część słupa w piętrze najwyższym 11 tonn.

Przegląd wystaw, konkursów, kongresów i zjazdów.

Trzeci międzynarodowy zjazd chłodniczy.

(Dokończenie do str. 299 w № 22 r. b.)

Sekcja III. Zastosowanie chłodnictwa do przechowywania artykułów żywności. Różne sposoby ochładzania z punktu widzenia hygrometrycznego stanu powietrza w chłodniach przez A. Blancheta, dyrektora urzędzeń chłodniczych przy halach centralnych w Paryżu.

Do dobrego przechowania w chłodniach artykułów żywności potrzebna jest nie tylko pewna określona temperatura, lecz także pewien określony stopień wilgotności powietrza. Mięso np. można przechowywać w temperaturze wyższej od temperatury zamrożenia jedynie pod warunkiem, że na całej swej powierzchni może swobodnie parować, co jest możliwe tylko przy dostatecznie suchym powietrzu w chłodni. Przeciwnie, jaja wymagają znacznie wyższego stopnia wilgotności powietrza.

W przechowalniach świeżych owoców powietrze musi być dość wilgotne, by zapobiedz zbyt silnemu parowaniu, prowadzącemu przedwczesne wędnięcie owoców. Nadmierna jednak wilgotność sprzyja rozwojowi pleśni.

Stany hygrometryczne powietrza, sprzyjające konserwacji różnych produktów, są dość dobrze znane; autor usiłował zbadać wpływ różnorodnych przyczyn na zmianę wilgotności powietrza, przede wszystkim wpływ samego sposobu ochładzania. Wyniki tych badań są następujące:

1) Przy chłodzeniu przez promieniowanie, dopóki obieg płynu oziębiającego (solanki) odbywa się w rurach regularnie, krzywa, kreślona przez hygrometr, jest niemal prostą poziomą, z wyjątkiem małych odchyłeń, wywołanych otwarciem drzwi. Jeżeli jednak zatrzymać obieg solanki, to krzywa hygrometryczna wznosi się szybko przez pewien czas do góry aż do pewnej granicy, poczem znowu biegnie poziomo. Zjawisko to objaśnia się tem, że podczas zatrzymania płyn oziębiający nagrzewa się, skutkiem czego rury chłodzące przestają działać, jako płaszczyzny kondensacyjne.

2) Przy zastosowaniu suchego sposobu chłodzenia, z chwilą puszczenia w ruch wietrznika (wentylatora) krzywa hygro-