

BUDOWNICTWO S T A L O W E

PORADNIA STOSOWANIA ŻELAZA
KATOWICE, LOMPV 14

BUDOWNICTWO STALOWE

WYKŁADY Z KURSU URZĄDZONEGO W STYCZNIU 1935 R.
NA POLITECHNICIE WARSZAWSKIEJ STARANIEM POL-
SKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH PRZY
POPARCIU RADY STALOWEJ

TREŚĆ:

| | |
|--|----|
| 1. Prof. Inż. Dr. A. Pszenicki: Przemówienie wstępne | 1 |
| 2. Prof. Inż. Dr. St. Bryła: Stalowo-szkieletowe bu- downictwo mieszkalne | 3 |
| 3. Prof. Inż. Dr. A. Pszenicki: Stalowo-szkieletowe budownictwo przemysłowe | 8 |
| 4. Arch. H. Syrkus i S. Syrkus: O architekturze i pro- dukcji mieszkań robotniczych | 11 |
| 5. Inż. arch. J. Referowski: Małe domki stalowe w osie- dlach | 19 |
| 6. Inż. Dr. W. Żenczykowski: Problem ściany jako wypełnienia szkieletu stalowego | 25 |
| 7. Inż. Dr. St. Hempel: Stropy w konstrukcjach stalo- wych | 34 |
| 8. Inż. J. Nechay: Beton w budownictwie stalowym . | 37 |
| 9. Prof. Inż. Dr. St. Bryła: Ekonomiczne i techniczne walory spawania konstrukcyj stalowych | 41 |
| 10. Inż. P. Jakowlew: Organizacja budowy domów o szkielecie stalowym | 45 |
| 11. Inż. Dr. Fr. Szelański: Mosty stalowe na Pol- skich Kolejach Państwowych | 53 |
| 12. Inż. L. Tylbor: Krótki zarys budowy stalowych mostów drogowych w Polsce | 58 |
| 13. Prof. Inż. Dr. St. Bryła: Stalowe mosty spawane . | 61 |
| 14. Inż. A. Chmieleński: Drogi stalowo-rusztowe . . | 66 |
| 15. Inż. H. Honheiser: Badania stali i stalowych ele- mentów konstrukcyjnych | 70 |

111111



nr. 3142

Pierwsza Związkowa Drukarnia we Lwowie, ul. Lindego 1. 4.

BZ09PK/023-02

GA-12-95

Prof. Inż. Dr. ANDRZEJ PSZENIŃSKI

PRZEMÓWIENIE WSTĘPNE.

Spośród czynników, któremi można mierzyć dobrobyt mieszkańców danego kraju, należy wyróżnić konsumpcję stali, jako związaną z szeregiem dodatkowych zagadnień, wpływających na ogólny poziom cywilizacji.

Konsumpcja stali przeliczana na głowę mieszkańca wynosi w Polsce zaledwie 11,6 kg. Jeżeli uświadomimy sobie, że analogiczne cyfry wynoszą dla Niemiec 84,0 kg, a dla Stanów Zjednoczonych A. P. 120,4 kg, przyznać musimy, że jesteśmy w tej dziedzinie daleko w tyle. Dlatego też, nie tylko w interesie producentów stali, lecz i zarówno w interesie ogólnopństwowym leży, by zużycie stali zwiększyć i doprowadzić chociażby do norm, jakie miały miejsce w okresie koniunktury. Zbyteczne jest chyba zaznaczać w jakim stopniu podniesienie konsumpcji stali przyczynić się może do zmniejszenia bezrobocia w naszym zagłębiu przemysłowym, gdzie podniesienie dobrobytu mas pracujących ma pierwszorzędne znaczenie.

Nie można wprawdzie utożsamiać propagandy stosowania stali z możliwością podniesienia dobrobytu — jasne jest jednak, że powszechny wzrost zamożności pociąga za sobą zwiększenie zapotrzebowania wszelkiego rodzaju materiałów, a zatem i stali.

Rozważanie możliwości zwiększenia zastosowań stali w budownictwie nie jest jednoznaczne z dowodzeniem, że materiał ten należy wszędzie i za wszelką cenę stosować do budowli różnego rodzaju. Nakłanianie bowiem do stosowania danego materiału w wypadkach, gdzie się on nie nadaje, oddaje zazwyczaj tylko niedźwiedzią usługę. Jak odpowiedni człowiek powinien znajdować się na odpowiednim miejscu, tak i właściwy materiał powinien być stosowany do budowli danego typu w odpowiednich jej miejscach. Przy stosowaniu tego czy innego materiału nie powinno się powodować pewną modą, czemu technicy-budowniczowie zbyt często ulegają. Przykładem tego mogą być niewłaściwe sposoby użycia betonu w czasie początków jego stosowania, gdzie nie zwracano zupełnie uwagi na to, że materiał ten w pewnych okolicznościach i warunkach jest nieodpowiedni, że warunki w jakich on się będzie znajdować są dla niego szkodliwe i że budowle wzniesione z be-

tonu w tych wypadkach będą krótkotrwałe. Na wszystkie te okoliczności często zamykano oczy i budowle podobne wznoszono nawet wtedy, gdy nie dawały się one usprawiedliwić i pod względem ekonomicznym. Tego rodzaju wypadki oczywiście przynoszą tylko szkodę, dyskwalifikując materiał budowlany, który należycie i we właściwym miejscu użyty, jest zresztą materiałem bez zarzutu.

Wskazywanie na wzrastające zapotrzebowanie tych czy innych materiałów, na pewne zalety i korzyści jednych w porównaniu z innymi, jest środkiem do przygotowania przyszłych konsumentów, do utrwalenia w nich pewnych przekonań, że użycie tych a nie innych materiałów jest dla danych celów korzystniejsze.

Prawa ekonomiczne, które rządzą budownictwem równie mocno jak innymi dziedzinami życia, regulują zresztą same dostatecznie silnie podażą i popytem. Chodzi przede wszystkim o to, by zbyt powierzchowne zapatrywania na pewne sprawy, które po głębszym zbadaniu okazać się mogą błędne, nie były brane za prawa niezawodne i nie podlegające dyskusji.

Budownictwo z chwilą przejścia do normalnego nasilenia po kryzysowym zastoju wymaga wcześniejszego przygotowania do pełnego zorientowania się w różnorodnych kwestjach łączących się ze stosowaniem tych czy innych materiałów w budownictwie.

Wogóle zagadnienia ekonomiczne odgrywają w budownictwie tak doniosłą rolę, że przekonywanie kogokolwiek, żeby szedł przeciw tym prawom, byłoby daremne i bezcelowe.

Należy jednak pamiętać, że przy porównywaniu kosztów jednej i tej samej budowli, projektowanej z różnych materiałów, ostateczna decyzja zależeć będzie nie tylko od kosztów wykonania danej budowli, ale również i wszystkich innych warunków, które wpływają na te koszty, jak np. życiokres budowli, czas wykonania budowy, konserwacja, odpowiednie wyzyskanie zabudowanej przestrzeni i gruntu zajętego pod budowlę, możliwość wykonania przebudowy i rozszerzenia, wreszcie możliwość odzyskania materiałów pochodzących z rozbiórki budowy po ukończeniu jej służby. Ten ostatni argument

jest bardzo ważny, gdyż z budowli z jednego materiału po rozebraniu otrzymać można bardzo niewiele, z innego zaś całe części, które zużyć można wprost na innej budowie, jak materiał nowy. Pod tym względem stal i żelazobeton różnią się od siebie bardzo znacznie, gdyż o ile np. szkielety stalowe dają się w zupełności rozbierać na części składowe zdatne do użytku, o tyle żelazobeton do powtórnego użycia w zupełności się nie nadaje. Most stalowy, zerwany dla celów strategicznych, w większości wypadków da się użyć powtórnie po usunięciu zniszczonych elementów, podczas gdy most żelazobetonowy czy betonowy jest nie tylko niezdatny do nowego użytku, ale również i kosztowny przy usunięciu.

Powyższe argumenty, które bynajmniej nie dążą do przekonania, że należy wyłącznie stosować stal bez użycia betonu, wskazują dobitnie, że przy wznoszeniu budowli rozmaitego typu, wskazane okoliczności należy wziąć pod dokładną rozwagę.

Zorganizowane przez Związek Inżynierów Budowlanych, z inicjatywy i za poparciem Rady Stalowej, wykłady z dziedziny budownictwa stalowego, przeznaczone są przede wszystkim dla inżynierów budowlanych i architektów. Rada Stalowa, która jest organem badawczym i opiniodawczym Syndykatu Polskich Hut Żelaznych, programem prac, zakreślonych dla swej działalności, obejmuje również budownictwo lądowe i mostowe. Zbadanie możliwości, jakie w tej dziedzinie wiążą się z zastosowaniem stali, ustalenie racjonalnych sposobów projektowania i wykonywania budowli przy użyciu stali jako materiału budowlanego, jest jednym z zadań Rady Stalowej.

Wykłady o budownictwie stalowym na powyższe tematy przyczynią się niewątpliwie nie tylko do większego zainteresowania się techników stalą i budownictwem stalowym, lecz ułatwią również zaawansowanym pogłębienie wiadomości z powyższych dziedzin.

Prof. Inż. Dr. STEFAN BRYŁA

Stalowo-szkieletowe budownictwo mieszkalne.

W ostatnich dziesiątkach lat wieku ubiegłego zaznaczyła się w Ameryce tendencja do budowania wysokich domów, wyższych, niż mogły na to pozwolić dawniej stosowane konstrukcje murowane. Przy wzrastających wysokościach bowiem, filary, nawet z najlepszej cegły i na najlepszej zaprawie, musiałyby stać się tak grube, że musiałyby ucierzeć tak wielkość pomieszczeń dolnych, jakoteż ich oświetlenie. Tymczasem najniższe piętra potrzebują zazwyczaj właśnie największych otworów, choćby z uwagi na sklepy i magazyny.

Trudnościom tym zaradziło zastosowanie stali do budowy domów.

Stal, nawet w swych najsłabszych gatunkach, jest najbardziej wytrzymałym, najsilniejszym materiałem konstrukcyjnym, pozwalającym na możliwie najmniejsze przekroje, pewnym co do swych własności chemicznych, fizycznych i wytrzymałościowych, niezależnym od zmian atmosferycznych, dającym się łatwo zabezpieczyć od ognia i zniszczenia, dającym się łatwo łączyć, tak przegubowo, jak i sztywnie. Zastąpienie zatem filarów murowanych przez słupy stalowe, umożliwiło budowę domów wielopiętrowych. Nie jest to jednak jedyny powód rozwoju konstrukcji szkieletowej jako przeciwstawienie konstrukcjom murowanym. Przemawia za niemi możliwość wyzyskania miejsca, gdyż zamiast grubych murów widzimy słupy z cienkimi ścianami, większa sztywność i monolityczność konstrukcji budowanych na niepewnych gruntach, większe bezpieczeństwo na wybuchy (np. katastrofa spowodu wybuchu gazu w r. 1931 w Gdyni byłaby bez porównania mniejsza, gdyby budynek był szkieletowy), łatwe uzyskanie ubikacyj wszelkiego kształtu i typu i t. p.

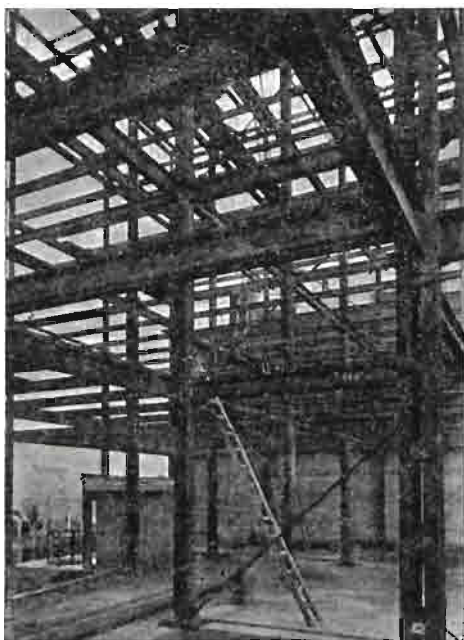
Buduje się wysokich domów coraz więcej. Nie poradzi tu lamentowanie przeciwników tych budowli, nie poradzi uzasadnianie, że one się nie kalkulują, — tylko w niewielkiej ilości wypadków celem ich jest kalkulacja handlowa i opłacalność. Ale, gdyby celem budowli stawianych była zawsze i wszędzie wyłącznie opłacalność, nie mielibyśmy też budynków monumentalnych, a w miejsce pięknej architektury, panowałyby szablony i normalizacja. Zdobimy gmachy reprezentacyj-

ne metalami półszlachetnymi, marmurami, licujemy kamieniami, wprowadzamy ozdobne kształty i oświetlenie — i nikt nie wymienia argumentu „opłacalność“. Tak samo niema tego argumentu, gdy w grę wchodzi budowa gmachów wielopiętrowych, które dziś kształtują sylwetkę miast. Czyż Kampanilla wenecka opłaca się?

Tem bardziej, że nawet argument ten wogóle jest często nieprawdziwy. Kalkulacja wysokiego domu jest uzależniona od ceny placu i kosztów budowy; w Down Town Nowego Jorku kalkuluje się bezpośrednio (bez uwzględnienia momentu reklamy) ok. 30—40 pięter, u nas, w środku Warszawy dobrze zaprojektowany budynek, bez luksusowych marmurów i ozdób, dla ok. 10 pięter. Ponadto jednak musi się wziąć pod uwagę kalkulacyjność pośrednią. Jakaż reklamę robi bowiem budowa takich wysokich gmachów! Sylwetka 16 piętrowego gmachu Tow. Prudential zaczyna stawać się coraz bardziej charakterystyczną sylwetką Warszawy. Gdy przedtem mało kto wiedział o tem Towarzystwie, dzisiaj wiedzą o niem wszyscy. Do jakiego stopnia ta reklama się opłaca, mogą powiedzieć tylko finansisci, nie inżynierowie, ale opłaca się napewno. I ona to była głównym czynnikiem, który spowodował, że Ameryka zaroiła się od coraz to wyższych i wyższych budowli, które dzisiaj przewyższyły już paryską wieżę Eiffla i doszły do wysokości 380 m. W Stanach Zjednoczonych istnieje dzisiaj przeszło 5000 gmachów t. zw. wysokich („tall buildings“). — I jest rzeczą nieuchronną, że takie „drapacze chmur“ będą się coraz bardziej mnożyć w Europie.

Myłne byłoby jednak wiązanie konstrukcji szkieletowej z „drapaczami chmur“. Przeciwnie — nadają się one, nawet jeszcze bardziej, dla mniejszych wysokości i wtedy najbardziej się opłacają. Granica ich opłacalności w stosunku do szkieletów żelbetowych leży u nas dzisiaj — przy niskich cenach cementu — mniej więcej na granicy około 8—10 pięter dla konstrukcyj nitowanych, schodzi zaś poniżej tej cyfry dla konstrukcyj spawanych. Cyfry te obniżają się jeszcze, jeżeli konstrukcję stalową zaprojektuje się bardzo oszczędnie. Od tej granicy w dół opłaca się wogóle konstrukcja żelbetowa. Jednakowoż i tu

mogą zająć wypadki, gdy wskazana będzie stal, zwłaszcza, gdy prace budowlane — jak u nas często się zdarza — rozpocząć się mogą dopiero późnym latem. Wtedy zastosowanie stali będzie korzystne i pod względem technicznym i pod względem finansowym, chociażby nawet konstrukcja stalowa wypadła drożej, niż żelbetowa. Pod względem technicznym — gdyż budowa może być prowadzona nawet w razie ewent. mrozów, (których nadejście należy uwzględniać na listopad — grudzień), a więc podciągnięta pod dach jeszcze w danym roku. Pod względem finansowym, gdyż doprowadzenie budowli pod dach w danym roku pozwala z reguły na oddanie jej do użytku w następnym, niepodciągnięcie — dopiero w roku trzecim, w konsekwencji zaś oprocentowanie włożonego w budowę kapitału jest o rok wcześniejsze.



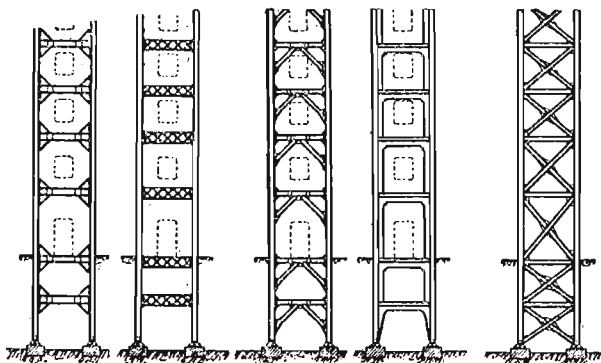
Ryc. 1.
Szkielet stalowy spawany gmachu Izby Skarbowej
w Katowicach.

Dla bardzo małych wysokości, a więc domków parterowych lub jednopiętrowych wysuwa się znów stal, jako jedyna niemal możliwość szkieletu. Umożliwia ona budowę szybką, niezależną od temperatury, seryjną przy doskonałym wykorzystaniu gruntu (ściany są tu zazwyczaj z różnych materiałów, t. zw. zastępczych, a więc bardzo cienkie), a wreszcie bardzo tania robocizna. Deskowanie i rusztowanie, które dla tak małej budowli z żelbetu nie kalkulowałyby się, odpadają zupełnie, a zastosowanie spawania zmniejsza robociznę do minimum. Budowa takich domków o szkielecie stalowym opłaca się jednak wogóle tylko przy wykonaniu seryjnym.

Właściwym terenem stosowania stalowego szkieletu będą jednak u nas budowle przynajmniej kilkupiętrowe lub wyższe. Szkielet stalowy spełnia w nich zadanie przeniesienia wszystkich działających na budowlę obciążeń, a więc ciężaru własnego samego szkieletu, ciężaru

ścian, stropów, obciążeń użytecznych, a wreszcie obciążeń z powodu wiatru, tak podczas montażu, jak i po wykonaniu budowli. Ciężary pierwsze są pionowe, parcie wiatru jest poziome; odpowiednio więc do tych rozmaitych działań musimy zastosować, t. j. wprowadzić w konstrukcję szkieletu stalowego odpowiednie elementy. Belki i podciąg przenoszą obciążenia stropów i ścian każdego piętra na słupy (ryc. 1). Belki mogą być wykonane jako wolnopodparte, częściowo lub zupełnie utwierdzone (zwłaszcza w konstrukcjach spawanych), wreszcie ciągle. Słupy przenoszą ciężary pionowe możliwie osiowo, lub — o ile to się nie da uskutecznić — mimoosiowo.

Stropy, słupy i ściany spełniają jednak swoją funkcję i w stosunku do drugiego zadania, t. j. przeniesienia parcia wiatru. Zadaniem stropów wykształconych, jako możliwie sztywne tarce, jest przeniesienie sił w płaszczyznach poziomych na poszczególne układy wiatrownic pionowych. Zazwyczaj sztywność ich jest wystarczająca, by wiatr przeniesić. Jeżeli nie, to wprowadzamy w nie specjalne poziome wiatrownice, zwłaszcza w wieżach wysokich budowli, o zarysie belek kratowych, lub wiszących (por. ryc. 4). Wiatr wywołuje również dodatkowe siły w słupach. Konstrukcja taka nie jest w zasadzie sztywna, jednakowoż w niższych i w szerokich budowlach sztywność połączeń belek i słupów jest wystarczająca dla wykonanej budowli, tem bardziej, że ściany, zwłaszcza bez otworów okiennych i drzwiowych stężają budynek również w wysokim stopniu. Większe budynki otrzymują specjalne pionowe wiatrownice (ryc. 2). Prak-



Typy łożników wiatrowych.

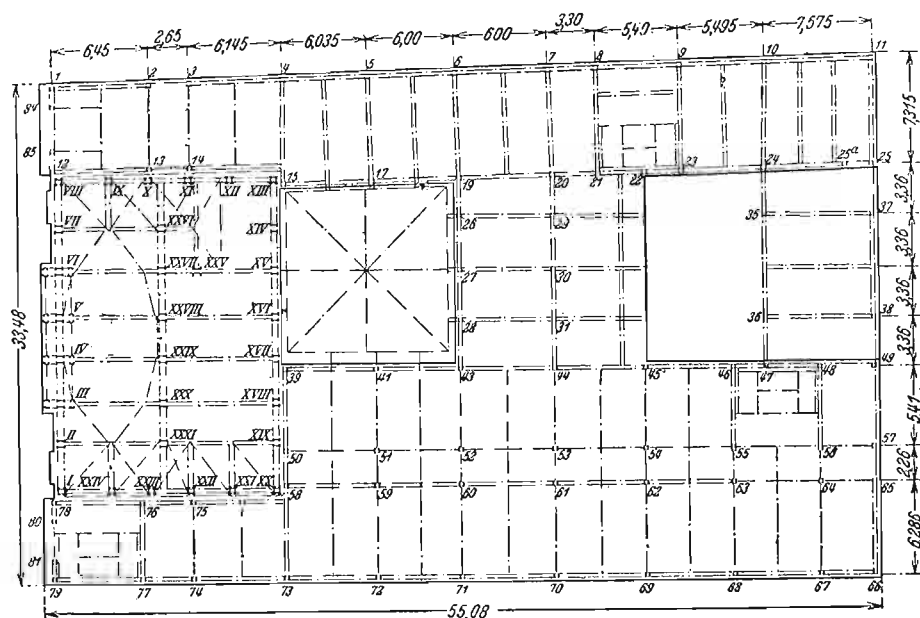
Ryc. 2.

Systemy wiatrownic.

tyka amerykańska poleca zazwyczaj stosować je, gdy stosunek wysokości do podstawy jest większy niż 4 dla budynków obudowanych, wzgl. większy niż 3 dla wolnostojących. Najprostsze i najtańsze są wiatrownice kratowe, jednakowoż można je zastosować tylko w ścianach bezotworowych. W przeciwnym razie stosuje się łożniki ramowe rozmaitych typów; do nich zaliczyć też należy łożniki kątowe. W zasadzie łożniki należy rozmieścić w 2-ch prostopadłych do siebie (w rzucie poziomym) kierunkach; przeprowadza się to rozmaicie, zależnie od rozmieszczenia ścian i otworów w tych ścianach. Jednak nawet

mniejsze budynki muszą być podczas montażu usztywnione czy lekkimi łożnikami stalowymi, czy też prowizorycznymi drewnianymi.

przez długi czas amerykański drapacz Woolworth Building, został już po wykonaniu fundamentów i rozpoczęciu szkieletu najzupełniej

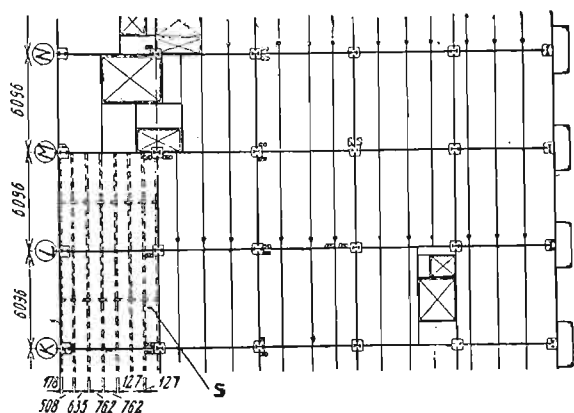


Ryc. 3.

Rzut poziomy gmachu Prudential w Warszawie.

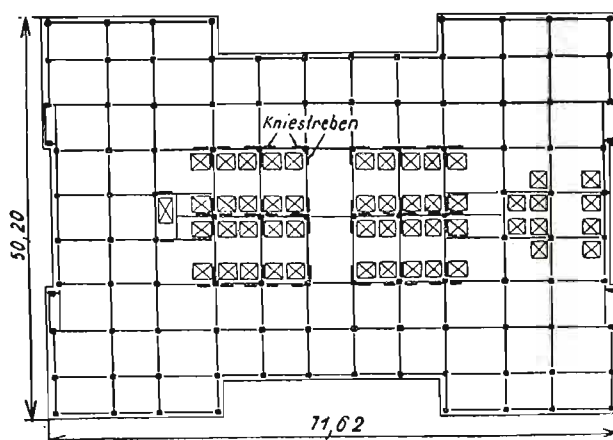
Nie trzeba dodawać, że z uwagi na możliwą prostotę, taniość i szybkość wykonania konstrukcji szkieletu i fundamentów, wskazane jest jak najdalej idące znormalizowanie szkieletu kon-

przeprojektowany i trzeba było go zmienić zupełnie. Tak samo w trakcie budowy gmachu Tow. Prudential w Warszawie, który był projektowany zrazu jako 15-to piętrowy, dodano



Ryc. 4.

Rzut poziomy Daily News Building w Chicago.
S — Strop żelbetony.



Ryc. 5.

Rzut poziomy Empire State Building w Nowym Jorku.

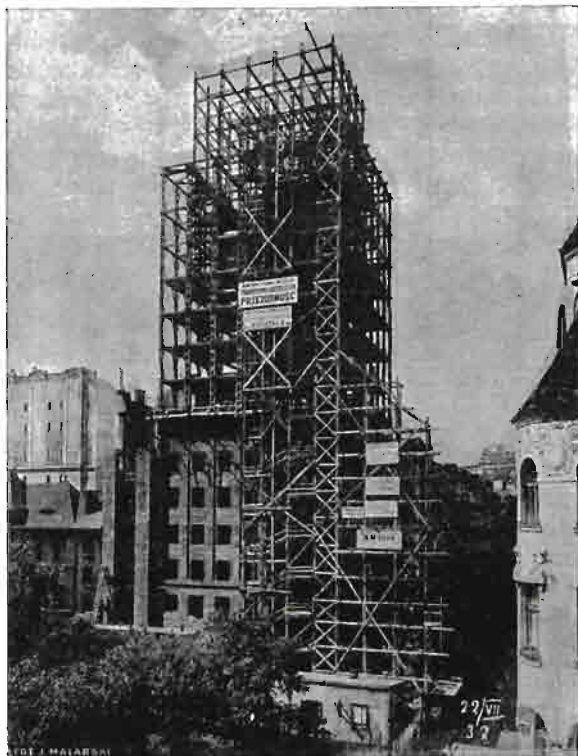
strukcji, poczynając od rzutu poziomego, poprzez słupy i wiatrownice, a kończąc na szczygółach konstrukcji (ryc. 3, 4, 5). Pewną nieregularność wprowadzają jednak zawsze klatki schodowe, wraz ze schodami i windami. W konstrukcji stalowej nie przedstawiają jednakowoż żadnych trudności takie nieregularności, jak wykusze, wysunięcie czy cofnięcie ścian zewnętrznych i wewnętrznych i t. p. (ryc. 7). Przedewszystkiem jednak łatwe są przeróbki.

Zdarza się u nas bardzo często, że właściciel czy architekt zmienia swoje zamiary w trakcie budowy. Dodanie nowych pięter, zmiana rozkładu pomieszczeń, jest na porządku dziennym. Nietylko zresztą u nas, ale wszędzie. Najwyższy

już w trakcie wykonywania szkieletu najwyższych pięter — jeszcze jedno piętro. W stalowej konstrukcji jest łatwo też przeprowadzić nietylko wszystkie potrzebne zmiany, ale nawet w razie całkowitej czy częściowej rozbiórki, materiał może być w znacznej części użyty. Dotyczy to nietylko częściowej rozbiórki w razie zmian w trakcie budowy, ale także zupełnej, w razie, gdy po zamortyzowaniu budynku, zostanie on przeznaczony na rozebranie, by ustąpić miejsca nowemu, większemu.

Nie mamy dzisiaj obaw co do trwałości stali z uwagi na możliwość rdzewienia. Nie mówiąc już o stalach nierdzewiejących, mamy przecież wszelką pewność pod tym względem przy otule-

niu konstrukcji betonem, co dziś wykonywa się z reguły w budownictwie. Ale nawet dawniejsze sposoby — powleczenie konstrukcji minją — zabezpieczały od rdzewienia w dostatecznym stopniu. Przy rozbiórce starych budynków w Ameryce, przekonano się, że uszkodzenie materiału z powodu rdzy, nawet po kilkudziesięciu latach, były stosunkowo nieznaczne. Cóż mówić, jeżeli weźmiemy pod uwagę dzisiejszą technikę. To samo dotyczy ogniotrwałości, izolacji akustycznej i t. p.



Ryc. 6.

Gmach Tow. Prudential w trakcie montażu.

Przy budowlach stalowych przyjąć można w naszych warunkach postęp robót równy montażowi jednego piętra w okresie, zależnym od wielkości budynku i zdolności wykonywania danej firmy, jednak wogóle nie przekraczającym 1—2 tygodni. W Ameryce praca ta postępuje szybciej i liczy się wogóle przeważnie 2 piętra na tydzień. Jednakowoż często spotyka się ten postęp jeszcze większy. N. p. montaż najwyższego dzisiaj 85 piętrowego budynku świata Empire State Building wykonano w 6 miesiącach, po-

mimo, że tydzień roboczy trwał tylko 5 dni, i że przerwy nocnej w danym wypadku wogóle nie było. W lipcu 1930, wykonano w ciągu 22 dni roboczych 22 pięter.

Ciężar konstrukcji stalowej liczony na $1 m^3$ zabudowanej przestrzeni gmachu zależy od wysokości, podstawy, rodzaju konstrukcji, zastosowania (lub niestosowania) wiatrownic itd. Waży ona wogóle dla stosowanych u nas wysokości 12—22 kg/m^3 dla konstrukcyj nitowanych i około 10—18 kg/m^3 dla konstrukcyj spawanych, schodząc jednakowoż w dół nawet do 8 kg/m^3 dla małych i lekko budowanych szkieletów. W budownictwie przemysłowym stosuje się duże hale, które oczywiście posiadają tem samym mniejsze wagi na $1 m^3$. Waga ta zależy w znacznym stopniu od racjonalnego obliczenia i zaprojektowania, co można wykonać dla tego samego budynku rozmaicie. Przyjęcia co do rozmieszczenia podciągów, co do kształtów słupów, co do najważniejszego zarysu wiatrownic, odgrywają tu wybitną rolę. Nie może konstrukcji stalowej należycie zaprojektować ktoś, kto w niej nie pracował i z nią bliżej się nie zapoznał, bo zrobić może konstrukcję niepraktyczną, nieraz wręcz niewłaściwą, ciężką i drogą. Dotyczy to konstrukcyj nitowanych, a jeszcze bardziej spawanych.

Należy silnie podkreślić, że przepisy dotychczas obowiązujące nie pozwalają na należyte wykorzystanie wytrzymałości stali. Przepisy, dotyczące betonu i żelbetu, są pod tym względem znacznie bardziej współczesne i pozwalają na lepsze wyzyskanie materiału. Jest rzeczą konieczną zmodernizowanie przepisów dotyczących budownictwa stalowego, a wtedy wagi podane powyżej jeszcze się zmniejszą, zaś konstrukcja stalowa będzie się jeszcze bardziej kalkulować.

Do rozwoju konstrukcyj szkieletowych przyczyniło się w ostatnich czasach, m. i. w Polsce, zastosowanie spawania, które zmniejsza wagę stali o 15—30%, a pozwala na mocniejsze i sztywniejsze połączenia. Spawanie zwiększyło w ogromnym stopniu zasięg i możliwości konstrukcji stalowej. Nawet konstrukcyj zasadniczo nitowanych, które budują jeszcze zwłaszcza mniejsze warsztaty, nie sposób sobie dziś wyobrazić bez zastosowania częściowego spawania i bez cięcia przy pomocy wysokich temperatur.

Stalowe budynki szkieletowe przysły do nas i rozszerzyły się bardzo szybko dzięki zastosowaniu najnowszych zdobyczy techniki konstrukcyjnej. Wymieniam najwybitniejsze z nich:

| Rok | G m a c h | Wysokość | Konstrukcja |
|---------|---|-----------|-----------------------------------|
| 1929 | Centralny Telegraf w Warszawie . . . | 6 pięter | nitowana |
| 1931 | Izba Skarbowa w Katowicach . . . | 14 pięter | nitowana z zastosowaniem spawania |
| 1931—33 | Pocztowa Kasa Oszczędności w Warszawie | 6 pięter | spawana |
| 1932 | Towarzystwo Prudential w W-wie (ryc. 6) | 7 pięter | spawana |
| 1933—34 | Gmach Fund. Kwater. Wojsk. w W-wie | 16 pięter | spawano-nitowana |
| 1934 | Marynarka Wojenna w Warszawie . . . | 6 pięter | spawana |
| 1934 | Biblioteka Jagiell. w Krakowie . . . | 5 pięter | spawana |
| 1934 | Biblioteka Jagiell. w Krakowie . . . | 7 pięter | spawana |
| 1935 | Urząd Celny w Gdyni (w budowie) . . . | 4 piętra | spawana |

Są to konstrukcje najrozmaitsze. Spotykamy między niemi tak całkowicie szkieletowe, jakoteż mieszane o ścianach zewnętrznych ceglanych. Spotykamy gmachy o średniej wysokości i gmachy wieżowe. W pierwszych przeważnie wiatrownic niema, w drugich odgrywają one rolę bardzo

ważną. Wiele z tych konstrukcyj opisywano w technicznych pismach Europy i Ameryki. Należy spodziewać się, że obecnie w okresie przesilania kryzysu i następnie, po jego przeminieciu, budowie szkieletowe stalowe rozwiną się jeszcze bardziej.

Prof. Inż. Dr. ANDRZEJ PSZENICKI

Stalowo-szkieletowe budownictwo przemysłowe.

Konstrukcje stalowo-szkieletowe, które wprowadzono tak szybko w budownictwie mieszkaniowym, stanowią dzisiaj również jedną z obszerniejszych dziedzin budownictwa przemysłowego.

Główną cechą a zarazem różnicą charakteryzującą budowlę tego typu w porównaniu z innymi jest to, że elementy nośne, które podtrzymują cały budynek, przenoszą obciążenie na grunt tylko w poszczególnych oddzielnych punktach, podczas gdy ciśnienie budowli z cegły, kamienia lub betonu rozkłada się na całym obwodzie budynku. W budynkach monolitowych ściany zewnętrzne oraz ściany wewnętrzne są elementami nośnymi, gdy tymczasem w budowlach szkieletowych ściany tworzą tylko odgródzenie od otaczającej przestrzeni i jako przytrzymywane przez elementy szkieletu, nie przenoszą obciążenia bezpośrednio na grunt. Dlatego ściany budowli szkieletowych winny być dostatecznie sztywne i wytrzymałe na parcie wiatru. Muszą one również dawać wymaganą izolację cieplną, w którym to celu wykonywa się je ze złych przewodników ciepła.

W budynkach przemysłowych, do których możemy zaliczyć nie tylko budynki fabryczne, lecz również i wszelkiego rodzaju budowle użytkowe i inne, jak hangary lotnicze dla samolotów, balonów, sterowców, garaże samochodowe, dworce kolejowe, muzea, teatry, cyrki i t. p. b. często pożądanym jest, a nawet czasem niezbędnym, by hale były bardzo obszerne i przytem bez jakichkolwiek podpór-słupów w tych halach. Zastosowanie stali daje w podobnych wypadkach bardzo szerokie możliwości.

Stateczność swą budowla otrzymuje tutaj z zabezpieczenia stałości samego szkieletu. We wszystkich przypadkach niezależnie od tego, jaki układ będziemy stosować przy projektowaniu szkieletu, czy to układ słupowy, czy to układ ramowy, zawsze musimy mieć na widoku, że układ ten winien być w całości niezmienny geometrycznie. Zatem ściany i dach, a czasami również płaszczyzna kryjąca górną kondygnację budynku winny być stałe. Dolna płaszczyzna, t. j. ziemia, jest zawsze niezmienna, przeto umoco-

wanie podpór na fundamentach zapewnia w dostatecznej mierze stałość tej płaszczyzny. Zewnętrzne ściany mają konieczną sztywność zapewnioną i bez wiązań dodatkowych, o ile rygle szkieletu połączone są dostatecznie mocno ze słupami. Szkielety ramowe są same przez się dostatecznie sztywne. Zapewnienie tej sztywności przy pomyślnym wypełnieniu szkieletu nie wystarcza jednak przy większych budowlach i w kierunku poziomym winno się to zapewnić niezależnie od wypełnienia.

Szkielety żelazobetonowe budowli o znacznych wysokościach otrzymują zbyt wielkie wymiary i przez zajmowanie większej przestrzeni oraz większą wagę są mniej korzystne również i w budownictwie przemysłowym od stalowych.

Wykonanie projektu budowli stalowo-szkieletowej wymaga większej znajomości statyki, niż opracowanie projektu budynku ze zwykłego muru.

Dokładnie obliczony i opracowany w szczególności konstrukcyjnych szkielet stalowy wymaga również wcześniejszego rozplanowania montażu oraz dokładnego określenia położenia instalacji wewnętrznych w projekcie.

Wykonanie budynków przemysłowych stalowo-szkieletowych może być prowadzone w znacznie szybszym tempie, niż budowle z cegły lub kamienia. Szkielet wykonywa się zazwyczaj w warsztatach i w zupełnie wykończonym stanie przewozi się na miejsce robót, gdzie montowanie może odbywać się bardzo prędko. W miarę wykańczania montowania poszczególnych części szkieletu, wykonywać można inne roboty, nie tylko piętrami, lecz i częściami pięter. Tym sposobem wykończenie budynku i oddanie go do użytku może nastąpić w bardzo krótkim czasie. Ma to ważne znaczenie pod względem finansowym, gdyż wyłożony na budowę kapitał procentowuje się bardzo szybko. Standaryzacja różnych elementów szkieletowych może jeszcze więcej skrócić czas wykonania. Zestawienie szkieletu na miejscu nie wymaga odpowiedniej pogody i temperatury powietrza, a montaż można wykonać przy mrozach w zimie i tym sposobem znowu znakomicie skrócić czas budowy.

Na jedno jednak trzeba zwrócić uwagę, a mianowicie na dobre opracowanie planu montowania szkieletu stalowego. Wchodzi tutaj też w grę dźwigi, jakie winny być stosowane, ilość i jakość robotników, gdyż w warunkach dobrze zorganizowanej pracy można osiągnąć znacznie większe oszczędności w wydatkach i na czasie. Kombinowanie dopiero przy wykonywaniu samej budowli często jest zawodne. Dówóz części szkieletu powinien odbywać się również zgodnie z planem montowania.

Jakość tego rodzaju materiału, jakim jest stal, jak również wykonanie szkieletu stalowego nie nasuwają zwykle wątpliwości co do swej wytrzymałości. Daje to nam zupełnie pewne podstawy do projektowania budowli o określonym współczynniku pewności, nawet bez uciekania się do przeprowadzania specjalnych prób, gdyż wyrób stali jest na tyle ustalony i pewny, że zawsze można ją otrzymać w stałych cechach wytrzymałościowych. Wykonanie zaś szkieletu stalowego w warsztatach przez wykwalifikowanych robotników, którzy czasami przez całe swoje życie spełniają jedne i te same roboty, może stanowić dostateczną gwarancję należytego i dokładnego wykonania roboty. Nie można tego powiedzieć o innych konstrukcjach, które wykonywane są często przez przygodnych sezonowych robotników.

Jedną z najważniejszych zalet budowli przemysłowych stalowo-szkieletowych jest możliwość uniknięcia często drogiego i skomplikowanego rusztowań i szalowań. Po zestawieniu dolnych części szkieletu górne części są składane prawie bez rusztowań. Robotnicy często podnoszą się na znacznej wysokości razem z podciągami, na których siadają i w tej pozycji łączą belkę ze słupami. Szalowanie stropów jest bardzo proste, gdyż można je podwieszać bezpośrednio do belek stropowych.

Fundamenty pod budowle szkieletowe są na ogół tańsze niż pod budowle monolitowe, a w szczególności przy szkieletach stalowych fundamenty są tańsze o 10 do 14% niż przy szkieletach żelazobetonowych. Posadowienie szkieletów na gruntach niezupełnie pewnych, gdzie można oczekiwać nierównomiernego osiadania poszczególnych podpór szkieletu, dla szkieletu stalowego nie jest tak niebezpieczne, jak np. dla szkieletu żelazobetonowego. Przy pewnym osiadanym w poszczególnych elementach konstrukcji stalowej może dojść naprężenie do granicy płynności, co może spowodować pewne odkształcenia stałe, lecz nie będzie to jeszcze sprawą niebezpieczną dla samej budowli.

Obniżenie ciężaru szkieletu, tak stalowego jak i żelazobetonowego, a więc i kosztów budowli, można osiągnąć przez stosowanie wypełniania ścian materiałami lekkimi odpowiednio wytrzymałymi i dobrymi izolatorami ciepła. Na obniżenie ciężaru szkieletów wpływa również m. i. zastosowanie belek ciągłych wieloprzęsłowych zamiast belek rozciętych na podporach.

Elementy szkieletów otulonych betonem lub zaprawą cementową nie podlegają rdzewieniu. Praktyka wykazała, że gmachy szkieletowe stalowe rozebrane po 35 latach swej egzystencji,

miały części szkieletów zupełnie niezardzewiałe i mogły być użyte do innych budowli podobnie jak nowe.

Możliwość przeprowadzenia zmian oraz zwiększenia wysokości budowli, często nawet bez przerwy w pracy i ruchu w ubikacjach wewnątrz budynku, stanowi jedną z dalszych cennych zalet konstrukcji stalowych w budownictwie przemysłowym. Tak np. przeprowadzono wg. projektu niżej podpisanego podniesienie fabryki sody kaustycznej Towarzystwa Solvay w Polsce w Mątwach koło Inowrocławia. Fabryka ta miała wysokość głównego budynku 23 m i podniesiona została do 43 m bez przerwy pracy w niej. Dokonanie takiej przebudowy byłoby b. trudne np. dla szkieletu żelbetowego i dla budowli zwyklej o ścianach z cegły bądź też z kamienia.

Budynki o szkieletach stalowych mogą być łatwo przenoszone i zmontowane spowrotem w innych miejscach, co jest nie do pomyślenia w budowlach żelbetowych lub monolitycznych.

Ciężar stali przypadający na 1 m³ zabudowanej przestrzeni danej budowli zależy od obciążeń użytecznych, rozpiętości i t. d. Stosownie do tego przyjąć można, że waga stali w budynkach przemysłowych wynosi 18—22 kg/m³ zabudowanej przestrzeni. I tak np. ilość ta w konstrukcji dworca głównego wynosiła 19 kg/m³, w gmachu poczty 24 kg/m³, ale już w warsztatach montażowych zaledwie 8 kg/m³, skutkiem małych obciążeń użytecznych. Widzimy zatem, że dla mniejszych obciążeń przyjąć można ten ciężar w granicach 12—15 kg/m³.

Stosowanie spawania w konstrukcjach stalowo-szkieletowych niewątpliwie zmniejsza ich ciężar i dlatego też, o ile jest pewność, że spawanie będzie wykonane dobrze, należy o ile możliwości je stosować. Na miejscach montowania wygodniej jest stosować nity lub śruby. Jeżeli chodzi o pewność co do jakości wykonanej konstrukcji, to muszą się przyznać, że oddają pierwszeństwo konstrukcjom nitowanym. Spawanie w dużej mierze zależy od subiektywnych cech spawacza.

By zmniejszyć koszty szkieletu stalowego przedewszystkiem nie należałoby stosować ogólnych norm dopuszczalnych naprężeń do wszelkich rodzajów belek. W belkach np. o ściance pełnej, w których nie występują naprężenia drugorzędne, możnaby stosować naprężenia wyższe niż w kratownicach, trzeba tylko pamiętać, że musi być zabezpieczona stateczność. Przy opracowaniu zmian norm dopuszczalnych naprężeń, powyższe powinno być wzięte pod uwagę. Dalej, obciążenia nie należy brać ze zbyt wielkimi nadmiarami, zapasami, które normalnie miejsca mieć nie mogą.

Stosowanie korzystniejszych kształtowników o dużych momentach bezwładności i niewielkich przekrojach, do prętów o niewielkich siłach ścisłających, dwuteowników szerokostopowych wreszcie innych profilów ciągnionych z blach cienkich, także niewątpliwie wpłynę na zmniejszenie ciężaru konstrukcji szkieletowej.

Wreszcie zastosowanie stali wysokowartościowej może również przyczynić się do zmniejszenia ciężaru szkieletów stalowych, a przez to i do

ogólnego potaniaenia budowli. Do budowli, w których obciążenie użyteczne jest duże, szczególnie nadaje się stal wysokowartościowa nawet w tych wypadkach, gdyby koszty całości okazały się albo bardzo mało mniejsze lub nawet równe kosztom całości konstrukcji wykonanej ze stali zwykłej.

Przekroje elementów konstrukcji ze stali wysokowartościowej otrzyma się mniejsze, zatem zwiększy się przez to współczynnik użyteczności budowli i zmniejszy się ilość materiału niezbędnego na otulenie przez co również zmniejszą się ogólne koszty.

Z powyższych argumentów widzimy, że stosowanie konstrukcyj stalowych w budownictwie przemysłowym daje szereg niezaprzeczonych korzyści i dlatego budowle stalowo-szkieletowe zasługują na specjalną uwagę konstruktorów, szczególnie w wypadkach, gdy nie tylko koszty, ale całość zagadnienia bierze się pod uwagę.

(Uwaga od Redakcji: Następnie demonstrowane były zdjęcia budowli projektowanych przez prelegenta, które ze względów od niego niezależnych nie mogą być zamieszczone).

Arch. HELENA SYRKUS I SZYMON SYRKUS

O architekturze i produkcji mieszkań robotniczych.

Dane statystyczne, dotyczące kwestji mieszkaniowej w Polsce, są niedokładne. Jedne statystyki mówią, iż w miastach polskich wypada trzy i pół osoby na izbę — inne wymieniają cyfrę pięciu osób na izbę. Podobno „izba“ powinna być zamieszkała najwyżej przez dwie i pół osoby. Ponieważ statystyki nie uwzględniają zniszczenia budynków i do „izb“ zaliczają również rudery, śmiało rzec można, że „izby“ te są dwa razy intensywniej zamieszkane, i że, wobec tego, należałoby w Polsce wybudować niemal tyleż izb mieszkalnych, ile ich dotychczas istnieje.

W roku 1929 stwierdzono w miastach polskich brak miliona zgórą izb. Od tego czasu nasutek przyrostu ludności i zniszczenia budynków brak ten zwiększył się jeszcze. Czy zdajemy sobie dokładnie sprawę z zakresu zadania, jakie staje przed architektem, konstruktorem i przemysłem?

Skonstatowaliśmy na zasadzie danych z roku 1929 brak miliona izb. Jeżeli założymy, że powierzchnia przeciętnej izby wynosi $15 m^2$ — to ogólny brak wyrazi się cyfrą 15 milionów m^2 powierzchni użytkowej mieszkań. Biorąc jednak pod uwagę przyrost ludności i nieuchronnie postępujące zniszczenie istniejących budynków mieszkalnych, którego odbudowa nie pokrywa dotychczas, nie wpadniemy w przesadę, jeśli brak mieszkań w miastach polskich określimy cyfrą: dwudziestu milionów m^2 powierzchni użytkowej.

Ta cyfra dopiero wskazuje technikom, jak kolosalne zadanie stoi przed nimi. Nie idzie jednak o sam fakt zdania sobie sprawy z zakresu zagadnienia — idzie przede wszystkim o zrozumienie jego nowej treści: wybudować trzeba nie milion izb, ale dwadzieścia milionów metrów kwadratowych powierzchni funkcjonalnych mieszkań.

Mieszkania te muszą być przydzielone w przeważającej części tym warstwom społeczeństwa, które są najliczniejsze i które dotychczas najgorzej mieszkają, to znaczy pracownikom fizycznym i umysłowym. Ponieważ ilość pracowników fizycznych jest znacznie więk-

sza od ilości pracowników umysłowych, przeto przedmiotem masowego zbytu staje się obecnie mieszkanie robotnicze i nad niem będziemy się dzisiaj zastanawiali.

20,000.000 m^2 powierzchni użytkowej to dwa i pół milarda złotych, czyli w przybliżeniu roczny budżet Państwa Polskiego. Jasnym jest, że zaspokojenie tak olbrzymiego zapotrzebowania nie może stać się jednorocznym zamierzeniem — że rozłożyć je trzeba planowo na szereg lat. W każdym okresie budowlanym będzie ono inaczej wykonywane pod względem technicznym i produkcyjnym.

Ponieważ nasilenie głodu mieszkaniowego jest bardzo ostre, już na rok bieżący wypadnie ogromna ilość metrażu do przebudowania i to mieszkań tej kategorii, co do której mamy najskąpsze doświadczenia. Ażeby sprostać temu zadaniu, należy zmobilizować siły techniczne: architektów, konstruktorów i urbanistów oraz przemysł. Skoro bowiem wysunęliśmy postulat funkcjonalnego zróżnicowania przestrzeni mieszkania robotniczego, które ma się stać przedmiotem masowego zbytu, to postulat ten pociąga za sobą szereg pytań, na które tylko technika i przemysł dać mogą odpowiedź:

1. Jaki rodzaj konstrukcji najskuteczniej czyni zadość wymaganiom funkcjonalizacji przestrzeni mieszkalnej?
2. Jaki sposób produkcji byłby dla tej konstrukcji i dla celów masowego zbytu najwłaściwszy? Jak tę produkcję zorganizować?
3. Jak określić i zorganizować tereny, na których budowane będą mieszkania robotnicze?

Rozpatrzmy ten łańcuch zagadnień.

Przedewszystkiem zasadnicze ogniwo: jak zorganizować przestrzeń mieszkania robotniczego pod względem funkcjonalnym?

Ażeby wyjaśnić bieg myśli, który doprowadzić ma do odpowiedzi na to nowe dziś pytanie, sięgniemy po doświadczenie tych dziedzin architektury, w których funkcjonalizm uzasadnił swą rację bytu.

Zasada funkcjonalnego zróżnicowania przestrzeni i konstrukcji jest jedną z podstaw nowo-

czesnej architektury. Projektując budynek, musimy zdać sobie dokładnie sprawę z zadań, jakie ma on spełnić i dla zadań tych wyszukać taką formę przestrzenną i jej odpowiednik — konstrukcję — ażeby każdy z poszczególnych organów budynku, a także ich zespół, organizm budynku, mógł bez wzajemnych tarć jak naj-sprawniej funkcjonować.

Bardzo żałujemy, że przykład, który omówimy, jest z socjalnego punktu widzenia nie-interesujący. Jest on i dla wielkiego przemysłu obiektem mało ciekawym: pochłonął zaledwie cztery tonny stali i odpowiednio do swej kubatury znikomą ilość cegły, cementu, celolitu i innych materiałów. Wybraliśmy to dla ilustracji dlatego tylko, że konstrukcja jego odpowiada w znacznym stopniu funkcjonalizmowi planu (ryc. 7).



Ryc. 7.

Dom jednorodzinny w Konstancinie (1932).

Jest to typowy dla okresu „taniego domu własnego“ dom, przeznaczony dla jednej rodziny, złożonej z ojca, matki, syna, córki i babki. Jak zwykle — ograniczone środki finansowe, co przetłumaczone na język budownictwa znaczy: ograniczona powierzchnia mieszkalna. Właściciel — lekarz — rozumie znaczenie dobrego nasłonecznienia, skierowania okien pokoiw sypialnych na wschód, pokoju ogólnego na wschód i na południe — zgadza się na wielkie okna, które stanowią rekompensatę pozornie niewielkich wymiarów pokoiw sypialnych, dostarczając im maksimum światła i powietrza. W przeciwieństwie do pokoi sypialnych, których kształt i wymiary zostały obliczone skrupulatnie na zasadzie wymiarów koniecznych sprzętów, pokój „dziennego przebywania“ jest możliwie przestronny: zajmuje on powierzchnię równą powierzchni pokoiw sypialnych (ryc. 8). Swobodę ukształtowania górnej kondygnacji, jako szeregu zamkniętych pomieszczeń (ryc. 9) i dolnej, jako jednego otwartego wnętrza (ryc. 10) uzyskaliśmy dzięki zastosowaniu szkieletu stalowego (ryc. 11). Ciężary stropów i obciążenia przenoszą się w tym budynku na belki stropowe,

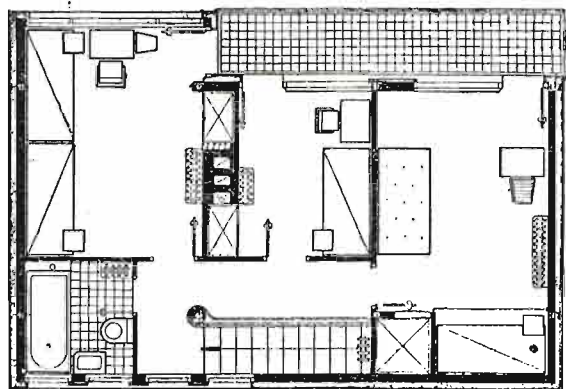
z belek na podciąg, z podciągów na słupy, ze słupów na fundamenty, z fundamentów na ziemię w świadomie zorganizowanym biegu sił. Pisaliśmy już kiedyś, że szkielet to właściwie sieć energetyczna, zbierająca siły, działające na budynek w kilka punktów zbiegu, i dająca dzięki temu pełną swobodę kształtowania wnętrza.



Ryc. 8.

Dom jednorodzinny w Konstancinie. Wnętrze pokoju „dziennego przebywania“.

W budynku szkieletowym rozstaw słupów i podciągów jest standaryzowany i pociąga za sobą standaryzację okien, wypełnień i t. p. elementów. Moduł wynika z uzgodnienia funkcjonalizmu poszczególnych pomieszczeń ze statycznymi właściwościami konstrukcji i tworzywa. Ale standart konstrukcyjny nie umniejsza bynajmniej swobody kształtowania wnętrza. Jak



Ryc. 9.

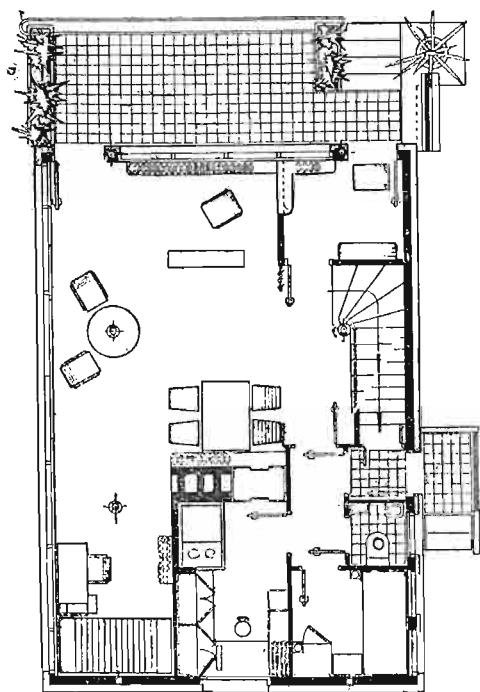
Dom jednorodzinny w Konstancinie. Plan kondygnacji sypialnej.

rozmaicie i jak swobodnie zorganizować można plan mieszkań, przestrzegając ściśle standardu konstrukcyjnego, świadczyć może plan budującego się obecnie domu mieszkaniowego na Saskiej Kępie. Plan typowej kondygnacji (ryc. 12) zawiera dwa mieszkania większe i jedno mniejsze. Podziału na pokoje prawie że niema. Poza przedpokojem, kuchnią, łazienką i W. C. jeden tylko pokój jest umyślnie izolowany od mieszkalnego wnętrza — reszta pomieszczeń może dowolnie łączyć się ze sobą.

Kuchnia, łazienka, garderoba, nisza sypialna i nisza stołowa — to pomieszczenia, których wymiary i wzajemne usytuowanie są ściśle dostosowane do funkcji, jakie mają spełniać. Jed-

nem wielkiem pomieszczeniem jest pokój dziennego przebywania, którego walory przestrzenne są uwielokrotnione przez elastyczne połączenie

te pomieszczenia, posiadające niezależną komunikację. Spróbujmy przesuwać tak nośne ściany ceglane we wnętrzu domu o konstrukcji tradycyjnej.

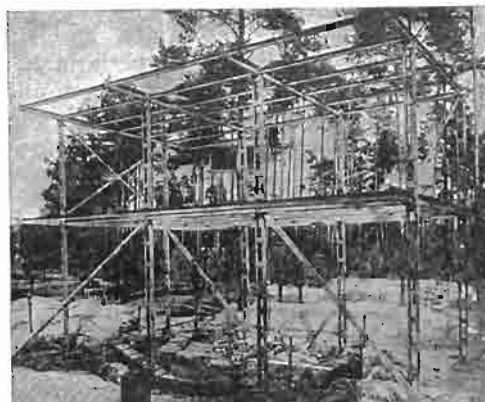


Ryc. 10.

Dom jednorodzinny w Konstancie. Plan parteru.

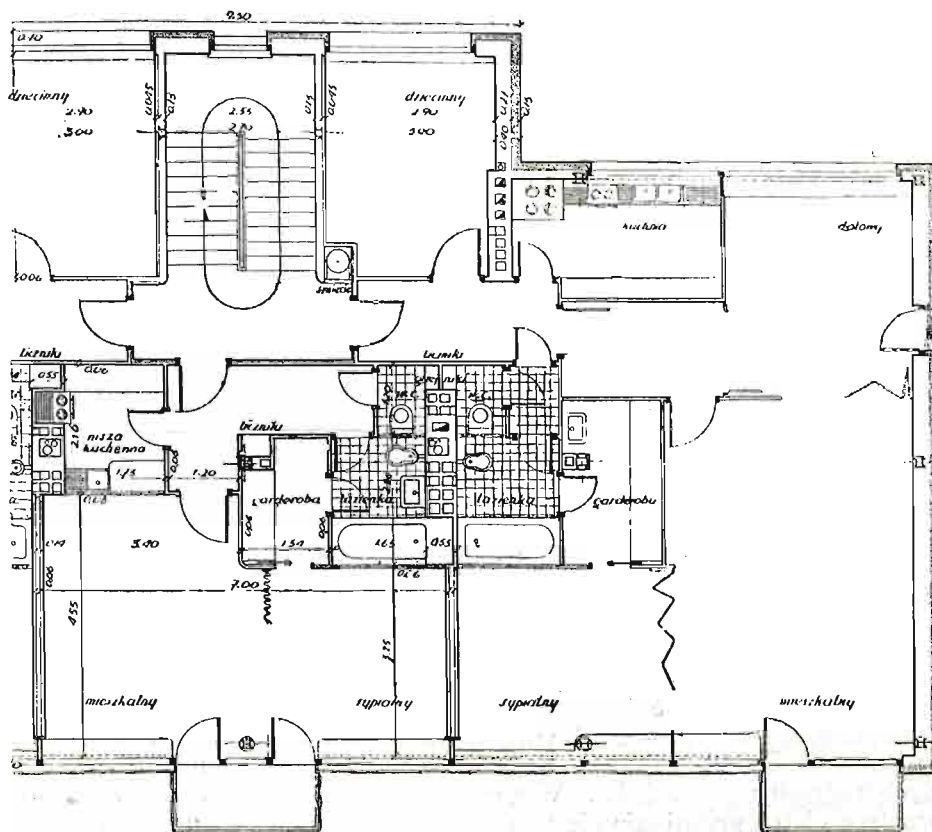
zapomocą rozsuwanych ścianek z niszą sypialną i stołową. Ale jeden ruch ręką wystarczy, ażeby to „otwarte wnętrze“ podzielić na trzy zamknię-

te pomieszczenia o znacznie szczuplejszych wymiarach (45 m² powierzchni użytkowej). I tu kuchnia, łazienka i garderoba są możliwie skondensowane, a wnętrze mieszkalne łączy się z niszą sypialną (ryc. 12). Wymiary tego mieszkania odpowiadają wprawdzie normie mieszkania robotniczego, ale standart instalacyjny jest dla masowej produkcji w bieżącym okresie budowlanym znacznie za wysoki.



Ryc. 11.

Dom jednorodzinny w Konstancie. Szkielet stalowy.

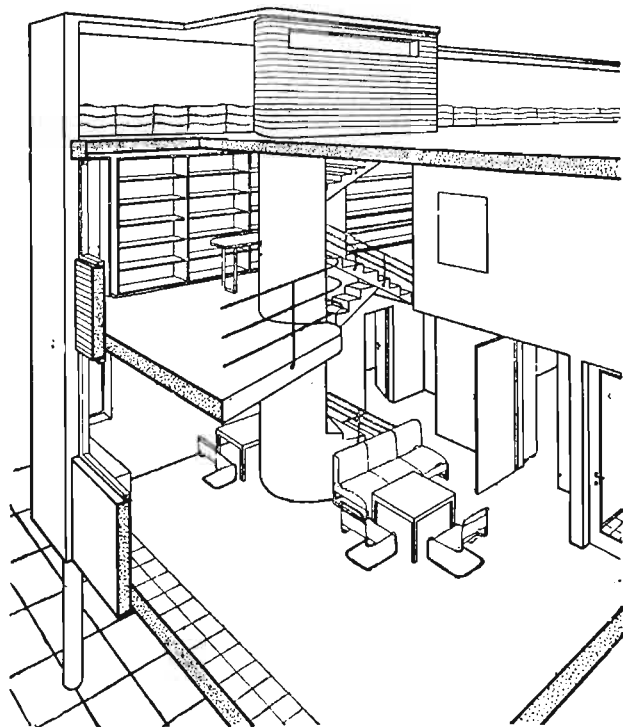


Ryc. 12.

Projekt domu na Saskiej Kępie. Plany typowych mieszkań.

Jak zastosować zasadę swobodnego kształtowania planu do mieszkań najtańszych, wskazuje perspektywa wnętrza Osiedla Robotniczego Warszawskiej Spółdzielni Mieszkaniowej na Rakowcu projektowanego w r. 1930 przez Zespół Architektów Praesens¹⁾.

Wolny plan — to wspaniała zdobycz budownictwa szkieletowego, którą podane tu przykłady wyjaśniły, mamy nadzieję, w stopniu dostatecznym. Logika wskazała architektom dalsze możliwości: swobodny przekrój, który osiągnąć można również, stosując konstrukcję szkieletową.



Ryc. 13.

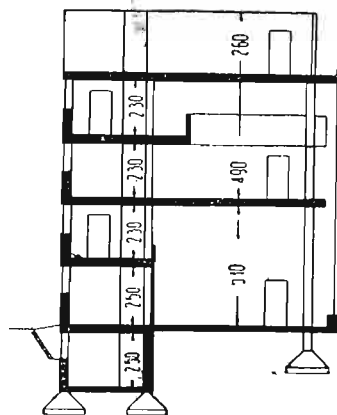
Projekt domu w Podkowie Leśnej. Perspektywa wnętrza.

Zastanawiając się bowiem nad funkcjonowaniem mieszkania, doszliśmy do wniosku, że zróżnicowanie powinno dotyczyć nie tylko planu, ale i przekroju; że wysokości pomieszczeń, w których człowiek przebywa tylko dorywczo muszą być mniejsze od wysokości pomieszczeń, w których przebywa stale. Część pokoju mieszkalnego przechodzi przez dwie kondygnacje — nadwieszony trapez stropu wytwarza w poziomie mieszkalnym niską część gabinetową, w poziomie sypialnym — otwartą galerję: miejsce pracy pani domu.

Ryc. 13 to znów inny przykład: perspektywa wnętrza domu w Podkowie Leśnej. Otwarte schody tworzą kręgosłup domu — stropy nie dzielą go poziomo na rząd szuflad o jednakowej wysokości, lecz mijając się w przestrzeni wnętrza, różnicują wysokości pomieszczeń, stosownie do indywidualnych potrzeb mieszkańców. Wnętrze parteru i wnętrze piętra przenikają się wzajemnie.

¹⁾ Patrz *Czasopismo Techniczne*, Rocznik XLIX, Nr. 11, str. 187.

Projektując i realizując domy indywidualne, architekci osiągnęli szereg pozytywnych wyników, które wtedy dopiero będzie można nazwać pełnowartościową zdobyczą nowej architektury, gdy staną się przedmiotem codziennego użytku mas pracujących. Wydaje nam się, że funkcjonalne zróżnicowanie już nie tylko dwuwymiarowego planu, ale trójwymiarowego wnętrza stanowi rezultat, który w dalszym rozwoju architektury będzie można stosować do mieszkań robotniczych, których roczna produkcja osiągnąć winna w Polsce miliony metrów kubicznych. Pomijając bowiem względy plastyczne i stojąc na gruncie rzeczowości, musimy dojść do logicznego wniosku, że zasada „dwojakiej wysokości“ powinna być wprowadzona właśnie do projektowania tych mieszkań, których powierzchnię użytkową i jej funkcję — kubaturę ogranicza się do minimum.



Ryc. 14.

Przekrój domu mieszkalnego w Moskwie. (Arch. M. J. Ginsburg).

Błędem jest więc marnowanie tak oszczędnie wydzielanej kubatury na zbędną wysokość łazienek, klozetów, przedpokojów, kuchni niemieszkalnych. Wprowadzając dwa wymiary wysokościowe do tego samego mieszkania, możemy kubaturę, oszczędzoną przez zmniejszenie wysokości ubikacji pomocniczych dodać do kubatury pomieszczeń stałego przebywania, stanowiących rezerwuar powietrza dla całej rodziny.

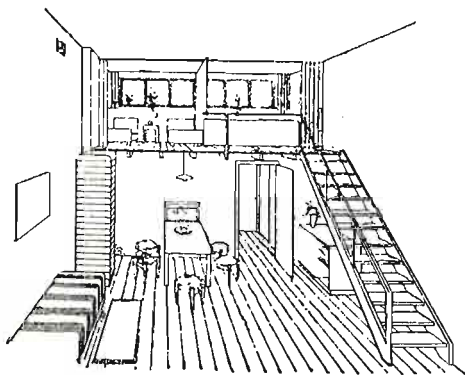
Ryc. 14 przedstawia przekrój zbiorowego domu mieszkaniowego dla robotników, wybudowanego w Moskwie przez arch. M. J. Ginsburga i I. F. Milinisa. Wprowadzenie „wysokości dwojakiej“ przerywa ciągłość stropów, które, wobec dużej rozpiętości, trudno jest opierać na ścianach. Zastosowanie konstrukcji szkieletowej łatwo i oszczędnie rozwiązuje to zadanie.

Zasadę „dwojakiej wysokości“ możnaby wprowadzić i do aktualnego w roku bieżącym systemu zabudowy osiedli niskimi domami szeregowymi. Spróbujemy objaśnić szkic jednorodzinny elementu domu szeregowego.

Przystępując do opracowania mieszkania robotniczego, staramy się odrzucić tradycyjny wzór: „apartament“ mieszczański, imitujący nieudolnie formy mieszkaniowe arystokracji (salon). Bowiem redukcja wymiarów i standartu

mieszkania innej klasy stwarza typ wykończony, a naszym celem jest wypracowanie typu zdrowego i możliwie pełnowartościowego.

Analizujemy przeznaczenie i, w związku z tem, wszystkie trzy wymiary poszczególnych pomieszczeń. Decydujemy się kuchnię, WC i „namiastkę“ łazienki wydzielić i zmniejszyć ich wysokość do koniecznego minimum. Pozostaje pewna kwadratura powierzchni na pomieszczenie dziennego przebywania i miejsca sypialni dla rodziców i trojga dzieci (trzeba przewidzieć ewent. konieczność podziału miejsc sypialnych wg. płci).



Ryc. 15.

Wnętrze elementu domu szeregowego, opracowanego dla Tow. Osiedli robotniczych (1935 r.).

„Sypialne pokoje“ byłyby przy narzuconej warunkami finansowymi kwadraturze śmiesznie i urągającymi wymaganiami higieny i wygody klatkami. Więc nisz. Przy niewielkiej powierzchni wysokość ich może być śmiało zredukowana do 2 m, ponieważ pomieszczenie dziennego przebywania, którego wysokość można kosztem obniżenia nisz sypialnych odpowiednio powiększyć, stanowiłoby rezerwuuar powietrza. W rezultacie zarysowuje się taki typ elementu (ryc. 15): przestronny pokój mieszkalny (wys.



Ryc. 16.

Dom wypoczynkowy Dra B. w Konstancie. Fasada północna.

przeszło 4 m), oświetlony dużym oknem, a nad otwartej galerji dwie dwuosobowe nisze sypialne (wys. 1,90 m), nad kuchnię i innymi pomieszczeniami gospodarczymi, nad galerją — w spadku dachu — stryszek.

Wydaje nam się, że uzasadniliśmy logiczność stosowania „dwojakiej wysokości“ w mieszkaniach robotniczych — należy teraz dać odpowiedź na następne pytanie, postawione na wstępie: jaka konstrukcja odpowiadałaby najracjonalniej takiemu ukształtowaniu przestrzeni wnętrza.



Ryc. 17.

Dom wypoczynkowy Dra B. w Konstancie. Fasada południowa.

42 m² powierzchni — wymiar, narzucony na rok bieżący warunkami finansowymi, odpowiada prostokątowi o wewnętrznych wymiarze 6 m × 7 m. Sześć, siedem metrów — to rozpiętości, przekraczające racjonalne stosowanie belek drewnianych. Oszczędność konstruktorska każe nam odrzucić drzewo, jako materiał do przekrywania stropów o dużej rozpiętości i zastąpić je żelazem i żelbetem. Względy higieny i bezpieczeństwa przeciwpożarowego przemawiają również na niekorzyść stosowania drzewa w zabudowaniu zwartem elementami o wąskim froncie.

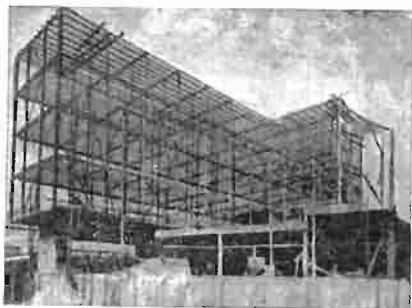


Ryc. 18.

Dom Studentów Szwajcarskich w Cile Universitaire (Paryż). Widok ogólny. (Le Corbusier i Pierre Jeanneret).

Ponieważ zaś w mieszkaniach, których wymiary zredukowane są do „głodowej“ normy, każdy decymetr sześcienny jest niezwykle cenny, należy dążyć do zmniejszenia wymiarów ścian

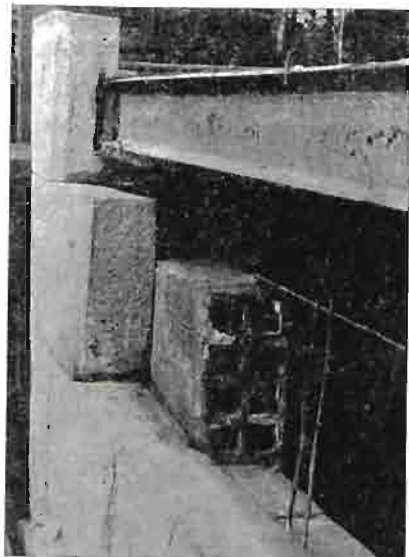
zewnątrznych i ścian działowych, co osiągnąć można przez zastosowanie konstrukcji szkieletowej, t. j. przez przeniesienie na słupy funkcji dźwigania stropów i ich obciążeń. Ściany działowe mogą mieć wtedy grubość paru *cm*, a grubość ścian zewnętrznych, które spełniać mają głównie zadanie ochrony wnętrza przed wpływami atmosferycznymi, zależy przede wszystkim od wartości termicznej użytych materiałów i może być w naszym klimacie zredukowana do ca trzydziestu centymetrów.



Ryc. 19.

Dom Studentów Szwajcarskich w Cité Universitaire (Paryż). Szkielet stalowy. (Le Corbusier i Pierre Jeanneret).

Jak znikomą pozycję w koszcie stalowo-szkieletoowego budynku stanowią słupy, świadczy przedmiar domu na Saskiej Kępie, którego plan przedstawia ryc. 17. Kubatura $3.000 m^3$; powierzchnia stropu międzypiętrowego: $270 m^2$; waga stali w jednym tylko stropie (system



Ryc. 20.

Dom jednorodzinny w Konstancinie. Fragment warstwowej ściany zewnętrznej.

Ackermana): 4,5 tonny; waga słupów w całym budynku (4 kondygnacje): 4,5 tonny. Kosztem 4,5 tonn stali, t. zn. 2.700 zł. wyrzucamy nośne ściany działowe, zyskujemy pełną swobodę rozplanowania mieszkań i swobodę regulowania naświetlenia wnętrza.

Np. w domu wypoczynkowym w Konstancinie wychodzące na północ wąskie korytarze oświetlone są odpowiednio wąskim pasem okiennym (ryc. 16), natomiast ściany południowe są całkowicie niemal otwarte dla światła słonecznego, które zalewa poprostu wnętrza pokoi, spełniając swą niczem niezastąpioną rolę życiodajną i bakterjobójczą (ryc. 17).

Ten sam wypadek zachodzi w domu Studentów Szwajcarskich Le Corbusier'a, gdzie ściana południowa, której główne zadanie stanowi nasłonecznienie wnętrza, jest całkowicie oszklona (ryc. 18 i 19). Ściany pozostałe skonstruowane są odpowiednio do funkcji, jakie ściana zewnętrzna spełnia w budynku stalowo-szkieletoowym.

Funkcje te (pomijając względy statyczne) sprowadzają się głównie do funkcji termicznych, które podzielić można na trzy grupy:

1. ochrona przed deszczem, śniegiem i wiatrem;
2. izolacja ciepła;
3. akumulacja ciepła.



Ryc. 21.

Fragment ściany domku w Białolece. (Zespół Architektów Praesens). Płaszczyzna zewnętrzna z płyt cementowych — izolacyjna warstwa powietrza — izolacyjna warstwa murebloku — izolacyjna warstwa powietrza — akumulacyjna warstwa z cegły pełnej.

Analogicznie do zróżnicowania planu i przekroju w zależności od funkcjonalizmu wnętrza, do zróżnicowania konstrukcji na elementy nośne i wypełniające, — same elementy wypełniające zostają również zróżnicowane. Ściana zewnętrzna przekształca się z jednolitego pod względem struktury muru ceglanego w ścianę warstwową, złożoną z płaszczyzny ochronnej, warstwy izolacyjnej i warstwy akumulacyjnej. Dla każdej warstwy dobiera się taki materiał, jaki najlepiej odpowiada funkcjom. Na fragmencie ściany zewnętrznej domu jednorodzinnego, którego wnętrza i szkielet omawialiśmy już, widać dobrze nawarstwienie różnych materiałów

(ryc. 20). Doświadczenie podyktowało nam umieszczenie warstwy izolacyjnej z celolitu od zewnątrz, zaś warstwy akumulacyjnej z potrójnych pustaków ceglanych od wewnątrz. Rolę płaszcza ochronnego spełnia cienka okładzina z kamienia pińczowskiego oraz warstwa cementu, spajająca kamień z celolitem.

Zagadnienie ukształtowania ściany zewnętrznej stało się ostatnio tak aktualne, że grupa polska i szwajcarska Międzynarodowych Kongresów Architektury Nowoczesnej ułożyła w tej sprawie obszerny kwestionariusz, który wypełnić mają grupy Kongresu w 16 krajach Europy i Ameryki. W ten sposób powstanie ciekawy materiał doświadczalny i teoretyczny, który będzie opublikowany prawdopodobnie jeszcze w ciągu r. b.

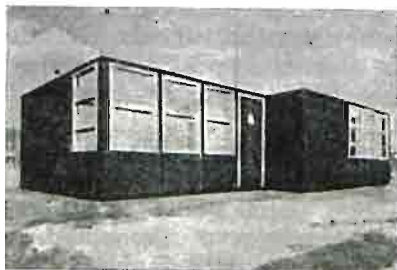
W dążeniu do funkcjonalizacji ściany zewnętrznej Zespół Praesens opracował typ ściany, przedstawiony na ryc. 21. Niestety w praktyce ściana ta zawiodła, podczas gdy ściana ceglano-celolitowa (ryc. 20) zdała egzamin na piątkę w ciągu trzech sezonów zimowych i dwóch letnich. Sekret powodzenia i niepowodzenia podczas praktycznego egzaminu polega na tem, że dom celolitowy wybudowany był bardzo starannie przez dobrych robotników — dom z muro-bloku został, poprostu mówiąc, „skończony“. O powodzeniu czy niepowodzeniu nowej konstrukcji decyduje przeważnie przypadek — lepsze czy gorsze wykonanie przez tak nieobliczalną siłę, jaką jest teraz robotnik budowlany na małych budowlach. Szkody, wynikłe przy budowie indywidualnego domku, dadzą się usunąć tak czy inaczej, ale jeżeli idzie o budownictwo masowe, o przebudowywanie milionów złotych z funduszy państwowych — wtedy rolę przypadku należy zredukować do minimum. Ponieważ jedynie produkcja przemysłowa może dać gwarancję jednolitego wykonania, bo jednolitość produktów wynika z zasady seryjnego wytwarzania, należy budownictwo jak najdalej uprzemysłowić, a proces budowania możliwie uniezależnić od przypadku, to znaczy wprowadzić do montaż gotowych elementów. O tem również wielokrotnie pisaliśmy i nie chcemy się powtarzać²⁾. Teoria nasza co prawda dotyczyła masowej produkcji domów wysokich. Zagadnienie małego mieszkania uległo bowiem w ciągu lat ostatnich silnym fluktuacjom. Jeszcze w roku 1930, gdy Międzynarodowe Kongresy Architektury Nowoczesnej debatowały w Brukseli nad kwestją: dom wysoki czy niski — przedstawiciele wszystkich niemal krajów opowiedzieli się za zabudową dzielnic mieszkaniowych domami wysokimi, przedzielanymi przestronnymi zielencami. Teraz jednak sprawa masowej produkcji domów wysokich nie jest aktualna. Nie wątpimy, że za lat parę wypłynie ona znowu, jako słusne i odpowiadające dzisiejszemu stanowi techniki rozwiązanie. Ale dziś zająć się musimy tą formą zabudowy, która możliwa jest do zrealizowania w obecnych warunkach. Jest to forma zabudowy osiedli niskimi domami szeregowymi. Ingerencja architektów, konstruktorów i przemy-



godzina
9 rano



godzina
11-ta



godzina
14 m. 30



godzina
16-ta



Dom
gotowy.

Ryc. 22—26.

Montaż domu o szkielecie stalowym.
(Prof. O. Barthning, Berlin)

²⁾ S. Syrkus, Nowe materiały i technika — nowa architektura. *Czasopismo Techniczne*, Rocznik XLIX, Nr. 11.

mysłu jest i w tej dziedzinie konieczna. Sprawa budowy osiedli mieszkaniowych jest zagadnieniem z punktu widzenia społecznego bardziej interesującym, niż inne zagadnienia budowlane, bo jest to zagadnienie pałace. Rozwiązano je dotychczas doraźnie, bez planu i bez harmonogramu (wyjątek stanowi akcja budowlana Zakładów Ubezpieczeń Społecznych i Warszawskiej Spółdzielni Mieszkaniowej). Jeżeli idzie o niskie zabudowanie domami szeregowymi, to seryjna ich produkcja, choć może mniej „efektywna”, niż przy domach wysokich, stanowić może w racjonalnym ujęciu poważny i aktualny problem techniczny i gospodarczy.

Ze do produkcji domów tego rodzaju nadaje się specjalnie stal budowlana i lekkie płyty wypełniające jest rzeczą zrozumiałą; żelbetowe elementy szkieletu są ciężkie, mają małą wytrzymałość krawędziową i dlatego nie nadają się do transportu. Całkowicie suchy montaż jest przy ich użyciu trudny. Poza tem żelbet wymaga łączenia na zaprawie, a więc odpowiedniej temperatury (cementy, wiążące na mrozie, są jeszcze za drogie, ażeby stosować je przy budowie tanich mieszkań). Wobec tego nieprzerwany ciąg pracy byłby w okresie zimowym zbyt skomplikowany. Natomiast montaż szkieletu stalowego można przeprowadzić przy każdej niemal temperaturze i to niezmiernie szybko, jak to wskazują fotografie montażu domów systemu prof. Bartninga: ryc. 22 — godz. 9 rano; ryc. 23 — godz. 11; ryc. 24 i 25 — godz. 14,30; ryc. 26 — godz. 16 — dom jest gotów.

Seryjna produkcja domów o planie, przesyłany przez zastępy architektów na podstawie analizy możliwości i potrzeb inteligencji pracującej i proletariatu, przyczyni się, miejmy nadzieję, do tego, że narastająca nowa klasa odbiorców architektury wytworzy własną kulturę mieszkaniową. Kultury tej dotychczas nie ma — nowa architektura jest naprawdę nowa, rozpoczęła się bowiem dopiero z chwilą odżegnienia się od mieszczańskich pojęć o reprezentacji, których wykładnikiem był t. zw. salon. Ale cywilizacja i jej wykładnik: technika, stale się rozwija, wbrew hasłom powrotu do motyki.

Analiza mieszkania robotniczego, jego konstrukcji i produkcji byłaby niepełna, gdybyśmy nie zanalizowali jego miejsca w całościach organizmu miejskiego i w częściach składowych tego organizmu — osiedlach.

Osiedle, bez względu na to, czy zawiera 300 czy 3.000 mieszkań, musi być planowo zorganizowaną całością, a nie przypadkowym zlepkiem paruset czy paru tysięcy jednostek mieszkaniowych. (Obowiązuje tu ta sama reguła, co w planowaniu mieszkania, które nie powinno być rzędem klatek po 6—8 m² powierzchni, ale funkcjonalnie zróżnicowanym wnętrzem mieszkalnym).

Osiedla nie powinny wyrastać w terenie przypadkowo, jak grzyby po deszczu ale muszą mieć swoje sprecyzowane miejsce w organizmie miasta i jego regionu. Ten temat omówiony jest ob-

szernie w pracy p. t. „Warszawa Funkcjonalna“ arch. J. Chmielewskiego i S. Syrkusa³⁾.

W ramach ogólnego schematu kierunkowego rozwoju Warszawy przewidziane będą krótkie etapy, w ciągu których tereny, kolejno dojrzewające do uzbrojenia, będą zaprojektowane, zabudowane i użytkowane, odpowiednio do aktualnego budżetu, warunków technicznych, gospodarczych, politycznych i społecznych.

Dla warunków obecnych wytwarza się taki łańcuch: jednostka mieszkaniowa jako organ zróżnicowanego mieszkania; mieszkanie, jako element domu szeregowego; dom szeregowy, jako organiczna część osiedla, będącego urbanistycznym wykładnikiem powiązania miejsc pracy, mieszkania i wypoczynku; osiedle, jako część uzbrojonego pasa terenu, mającego w organizmie określone funkcje do spełnienia. Jasnym jest, że mieszkanie, w ten sposób pojęte, musi stać się produktem masowym i mieć wszelkie cechy standaryzowanej produkcji.

Osiedle na 3.000 rodzin nie jest pojęciem nowym: osiedli takich jest dużo. Osiedle na 3.000 rodzin wybudowane od razu — jednocześnie według jednolitego planu, w czasie, przewidzianym w harmonogramie rozbudowy całego organizmu miasta i regionu, na terenach, na ten cel przeznaczonych i zaopatrzonych uprzednio w drogi, w środki komunikacyjne, w wodę, w prąd, w ciepło i t. p. jest pojęciem nowym, odpowiadającym składowi nastawieniu naszej epoki. Z chwilą, gdy przekonano się, że „tani dom własny“, który mógł być budowany tak tradycyjnymi sposobami, jak tradycyjne jest jego pojęcie, okazał się dla szerokich mas niedostępny, gdy przekonano się, że bezdomność stale wzrasta i że oprocentowanie funduszy, inwestowanych w budownictwie masowym, musi być tak minimalne, że dla kapitału prywatnego nie przedstawia żadnego „interesu“ — z tą chwilą budownictwo masowe mieszkań robotniczych stało się zagadnieniem samym w sobie, wymagającym specjalnego rozwiązania. W taki czy inny sposób Państwo będzie musiało objąć ten z punktu widzenia kapitału prywatnego „nieintrażny interes“. Ale z punktu widzenia planowej gospodarki państwowej budowanie racjonalnych mieszkań dla najszerszych warstw ludności nie jest złym interesem. Zakres potrzeby jest tak ogromny, że tylko wielki przemysł z całym swoim na masową produkcję nastawionym aparatem będzie w stanie ją zaspokoić.

„Mieszkanie, jak mówi Le Corbusier, stanowić powinno zasadniczą i nową część programu przemysłu. Wielki temat dnia dzisiejszego dałby się tak sformułować:

Przemysł opanowuje budownictwo. L'industrie s'empare du bâtiment“.

³⁾ Jan Chmielewski i S. Syrkus: „Warszawa Funkcjonalna“ przyczynek do urbanizacji regionu Warszawskiego. (Samorząd Miejski Nr. 2/1935, Wyd. Związku Miast Polskich).

Małe domki stalowe w osiedlach.

Sprawa budowy tanich mieszkań w postaci oddzielnych małych domków natrafiła do czasów niedawnych w rozwoju swym na pewne przeszkody wynikające z tego, że mieszkania takie kalkulują się drożej, niż lokale w domach zbiorowych. Okoliczność ta odstręczała wielu od budowy mieszkań w oddzielnych domkach. A jednak, mieszkanie tego typu posiada tyle niezastąpionych zalet i powabów, że należy uczynić wszystko, żeby o ile możliwości przeszkody powyższe były usunięte.

Drogą, najskuteczniej prowadzącą do celu, będzie obniżenie kosztów budowy przez racjonalizację konstrukcji. Opierając się na licznych doświadczeniach nowoczesnej techniki budowlanej, można wyrazić uzasadnione twierdzenie, że cel ten dałby się osiągnąć, o ile przyjęłoby się stal jako materiał zasadniczy, dzięki czemu, jednocześnie z szeroką standaryzacją elementów, możnaby znaczną część robót przenieść do fabryki i wykonywać je w sposób seryjny w drodze mechanicznej obróbki.

Ponieważ własne nasze doświadczenie co do domków stalowych przedstawia się jeszcze dość skromnie, zobaczmy więc przedewszystkiem, jak radzi sobie w tych rzeczach jeden z najoszczędniejszych narodów, Francuzi, których ustawa o rozbudowie z 1929 r., t. zw. prawo Loucheur'a, stawia w zakresie jednorodzinnych domków bardzo twarde wymagania pod względem taniości i jednoczesnej solidności budowy. Poza tem Francuzi, konstruując swe stalowe domki dopiero około 1929 r., wykorzystali uprzednie próby Anglików i Amerykanów przeprowadzone na bardzo szeroka skalę oraz uwzględnili laboratoryjne prace Niemców w tej dziedzinie. Ponieważ więc słusznie można twierdzić, że francuskie stalowe domki, łącząc w sobie taniść z wysokimi zaletami technicznymi, mogą stanowić cenny materiał przy opracowaniu naszych rodzimych typów, opiszemy niżej w ogólnych choćby zarysach, konstrukcję paru typów francuskich domków, dobierając je z pośród odpowiadających wymaganiom prawa Loucheur'a i zaaprobowanych przez francuskie Ministerstwo Robót Publicznych.

Dom izotermiczny pomysłu R. Decourt. Jest to konstrukcja zbliżona do kon-

strukcyj wielkich nowoczesnych domów mieszkalnych amerykańskich. Szkielet stalowy wykonany z kątowników tworzących prostopadłościanny o wysokości równającej się wysokości piętér i o poziomych krawędziach długości około 4 m, przedstawiających głębokość pomieszczeń. Prostopadłościanny usztywnione są na działanie wiatru. Ustawiając na betonowych słupkach fundamentowych kolejno jeden przy drugim takie prostopadłościanny, łączone ze sobą na śruby lub nit-y, otrzymujemy szkielet budynku, jak to widać na ryc. 27.

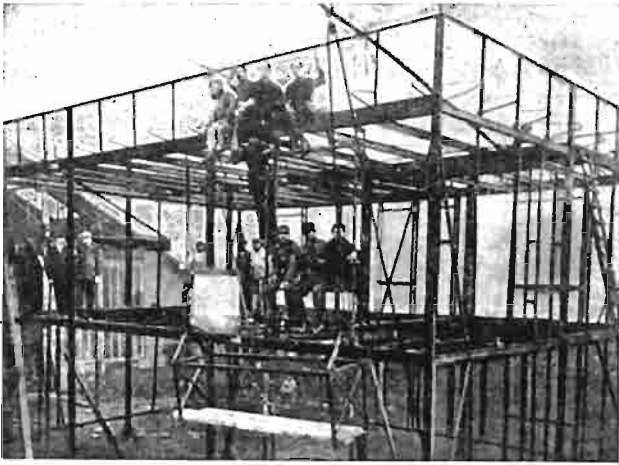
Ustawione na poziomych krawędziach prostopadłościannów słupki z kątowników służą do umocowania ścian i obsadzenia drzwi i okien. Końce belek stropowych spoczywają również na kątownikach, stanowiących poziome krawędzie prostopadłościannów. Zewnętrzne ściany budynku są dubeltowe. Składają się one z dwóch płyt, z których pierwsza, stanowiąca osłonę, sporządzona jest w sposób następujący. Na zewnętrznej stronie szkieletu umocowuje się rozpiętą siatkę drucianą, lub t. zw. métal déployé. Następnie, również od strony zewnętrznej, zakłada się przed siatką lekkie drewniane odebimowane tarcze, tworzące rodzaj oszalowania używanego przy robotach żelbetowych. Wreszcie od strony wewnętrznej budynku, narzuca się na siatkę sposobem natryskowym, t. zw. torkret, warstwę zaprawy cementowej. Zaprawa początkowo przebija siatkę, wypełniając przestrzeń między tarczą i siatką, a następnie pokrywa tę ostatnią tak, że po usunięciu tarcz otrzymujemy bardzo mocną płytę żelbetową grubości 50 mm, dobrze związaną ze stalowym szkieletem, który przy tej operacji pokrywa się cementem chroniącym go od rdzy.

Po stronie wewnętrznej szkieletu, w odległości 100—120 mm od płyty żelbetowej, zakłada się płytę termoizolacyjną, umocowaną na lekkich słupkach z teowników ustawionych pionowo na poziomych krawędziach prostopadłościannów. Do wykonania tej płyty służą materiały takie, jak: heraklit, celotex, korkolit, aerokret i t. p.

Stropy i dachy płaskie wykonane są bądź w ten sam sposób, co ściany, bądź z pustaków lub materiałów porowatych. Dachy posiadają

nadto warstwę nieprzemakalną w postaci naklejonych zwierzchu materiałów rolowych.

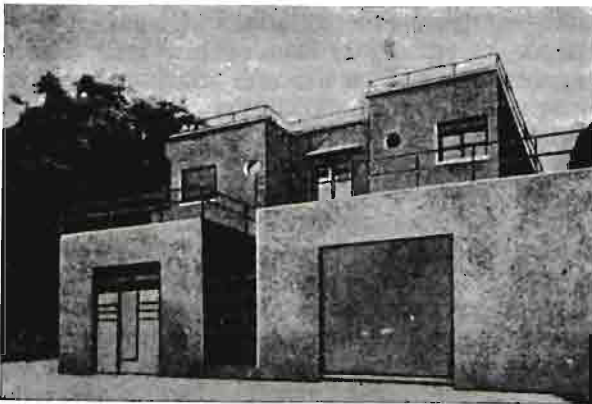
Koncepcja Decourt'a nadaje się do wszelkich kombinacji architektonicznych, jak to widać na ryc. 28.



Ryc. 27.

Domki produkowane przez T-wo Strasburskich Hut Żelaznych.

Stalowy szkielet tych domków składa się z elementów w postaci ram z kątowników ustawionych na podwalinach o profilu korytkowym, spoczywających na betonowych słupkach fundamentowych. Podwalinki służą jednocześnie jako oparcie dla końców legarów podłogowych. Podwalinka środkowa z dwuteówki podtrzymuje drugie końce legarów oraz dźwiga słupki, stanowiące składowe części szkieletu ściany środkowej i podpierające środkową belkę stropu.

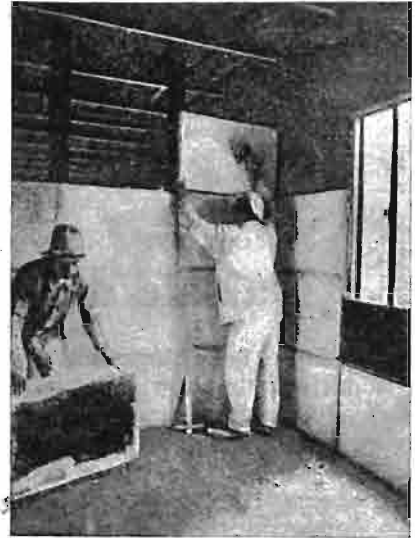


Ryc. 28.

Belki stropowe i krokwie płaskiego dachu łączone są w ramy oraz zaopatrzone na końcach w kliny, które, wchodząc w odstępy pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi słupkami szkieletu, po znitowaniu z nimi, wiążą konstrukcję w jedną sztywną całość. Ramy posiadające okna i drzwi są ściśle tych samych wymiarów, co i pozostałe ramy szkieletu, mogą więc być włączane do niego w dowolnym porządku.

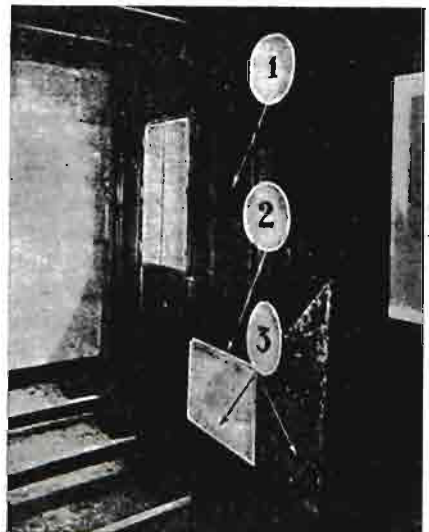
Szkielet od strony zewnętrznej pokryty jest blachą grubości 0,9 mm ze stali miedzianej mar-

ki „Apso“, praktycznie biorąc nierdzewnej. Arkusze blachy mają wzdłuż obu boków wywalcowane wypukłe karby nadające im sztywność w kierunku podłużnym. Ułatwia to montaż i łączenie styków. Blachy przed wyjściem z fabryki są minjowane, po zmontowaniu zaś pokrywane są farbą przeciwkorozyjną i wreszcie malowane olejno.



Ryc. 29.

Od wewnątrz szkielet wypełnia się płytami z materiałów termoizolacyjnych, jak korkolit i t. p., głównie zaś używany jest kaloryt, artykuł T-wa Strasb. Hut Żelaznych. Pomiędzy płytami i blachą pozostawiony jest wentylowany materac powietrzny grubości około 100 mm. Wreszcie płyty pokrywa się warstwą tynku gipsowego.

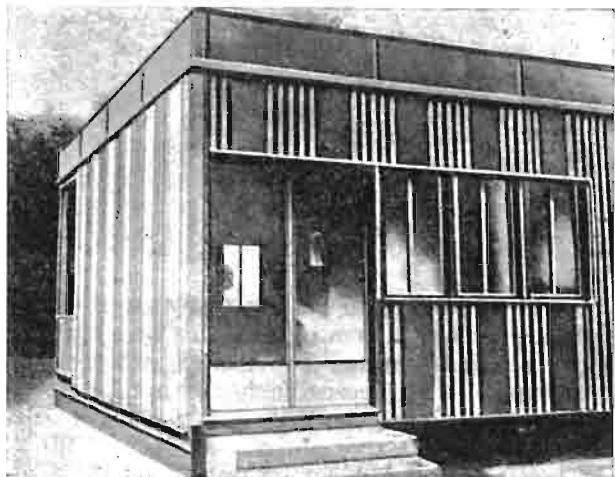


Ryc. 30.

Na ryc. 29 i 30 widać wyłożenie wewnętrznej powierzchni ścian: 1) blacha „Apso“, 2) materac powietrzny, 3) płyta izolacyjna o wartości termicznej równającej się ścianie z cegły grubości 0,55 m. Część płyty na ryc. 30 pokryta jest tynkiem.

Płaski dach spoczywa na ceownikach połączonych w ramy i ma lekki spadek do środka, co osiąga się przez ułożenie na ceownikach drewnianych listew różnej wysokości. Na listwy przybija się pokrytą, który zwierzchu zabezpieczony jest warstwą wodochronną. Pośrodku budynku umieszczona jest rynna. Fragment zewnętrznego wyglądu domku przedstawiony jest na ryc. 31.

Domki T-wa Budowli Metalowych Fillod Comefi.



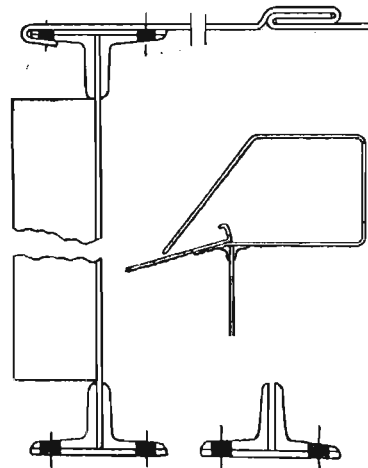
Ryc. 31.

Pomysł konstrukcji jest niezwykle oryginalny, gdyż jakkolwiek całkowicie wykonany ze stali, domek ten nie posiada szkieletu. Ściany sporządzone są z dwóch blach stalowych grubości 3 mm, rozstawionych jedna od drugiej na odległość 400 mm i montowanych bez zastosowania nitów lub śrub, dzięki pomysłowej konstrukcji, polegającej na następującej kombinacji: Blachy szerokości 0,5 m i długości równającej się wysokości piętra, mają swe długie brzegi zagięte do tyłu pod kątem 60 stopni. Po ustawieniu dwóch blach obok siebie, nasuwa się od góry, na dwa sąsiednie zagięte brzegi, rury montażowe długości 300 mm, mające szparę przez całą swą długość. Rury te po nasunięciu tworzą rodzaj szczęk zaciskających sąsiednie brzegi dwóch blach. Naprzemian z rurami nasuwa się rozpórki, które łączą brzegi blach zewnętrznych i wewnętrznych naprzeciw siebie leżących. Konstrukcję uzupełniają pionowe uchwyty łączące każdą parę rozpórek. Tak rury montażowe, jak rozpórki i uchwyty wykonane są z blachy w sposób zupełnie sztywny. Na blachy tworzące ściany nakłada się zgóry i zdołu podeszwy z kątowników, co znów uskutecznia się bez użycia śrub lub nitów, jak to widać na ryc. 32.

Podeszwy dolne obsadza się w podmurówce, górne zaś służą do umocowania blaszanego sufitu i dachu. Przestrzeń między blachami może być zostawiona pusta, lub wypełniona słomą. Strop posiada dwie ścianki blaszane: dolna służy jako sufit, górna zaś, mająca nachylenie do środka, jest powierzchnią odprowadzającą wodę deszczową. Styki dylatacyjne pozwalają bez uszczerbku dla szerokości dachu na swobodne ru-

chy blachy w związku ze zmianami temperatury. Na ryc. 33 widać szematyczny przekrój domu.

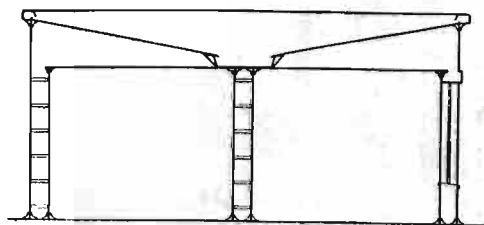
Powierzchnie ścian, po starannym uszczelnieniu styków, pokrywa się parokrotnie farbą antykorozyjną i maluje olejno. Wewnątrz domu ściany mogą być malowane lub tapetowane. Szczegóły ścian i futryn uwidocznione są na ryc. 34 i 35.



Ryc. 32.

System Comefi redukuje robotę na miejscu do zwykłego montażu uproszczonego przez nieobecność śrub i nitów. Wyłączne użycie blachy nie pozbawia domku wyglądu nieruchomości.

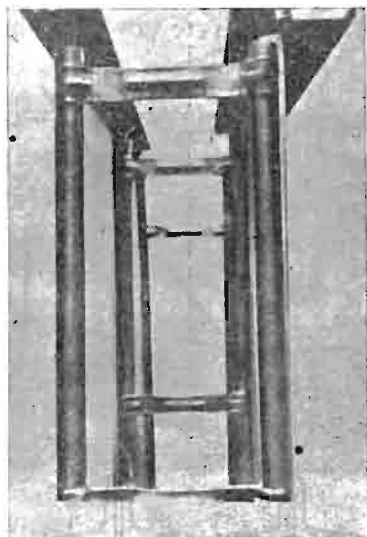
Opisaliśmy wyżej konstrukcję trzech typów domków najbardziej charakterystycznych: typ posiadający tylko szkielet stalowy, typ posiadający oprócz szkieletu zewnętrzną powierzchnię ściany stalową, wreszcie typ nie posiadający wcale szkieletu, lecz całkowicie wykonany ze stali.



Ryc. 33.

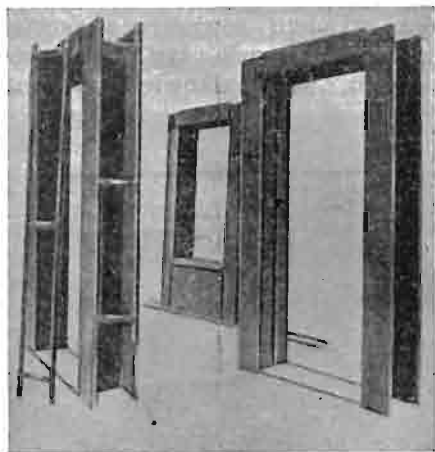
Zakres artykułu pozwala jedynie na parę słów wzmianki o tak ciekawych pomysłach francuskich, jak np. domki T-wa „La Société de Constructions Multicellulaires“, których elementem standardyzacyjnym jest rodzaj belki rurowo-kratowej, której fragment można widzieć na ryc. 36. Wykonana jest ona z blachy 0,4 mm i dwa przeciwległe boki jej są już w fabryce pokrywane kolorową zaprawą cementową. Z podobnych beleczek przykładanych do siebie bokami, przy zastosowaniu racjonalnie pomyślanych połączeń, tworzą się ściany i stropy. Po ukończeniu montażu pozostaje tylko wypełnić nieznaczne fugi między beleczkami tą samą zaprawą cementową, która po wyschnięciu zlewa się w zupełności z całością ściany.

A teraz zobaczymy, jak przedstawia się sprawa domków stalowych u naszego zachodniego sąsiada, którego technika budowlana w tak znacznej mierze przez długie lata służyła nam za wzór.



Ryc. 34.

Szerokie rozpowszechnienie budownictwa stalowego w Niemczech w okresie powojennym bierze swe źródło przede wszystkim w zrozumiałej polityce państwowej dążącej do jak największej redukcji odpływu środków pieniężnych zagranicę i do zachowania ich na rynku wewnętrznym.



Ryc. 35.

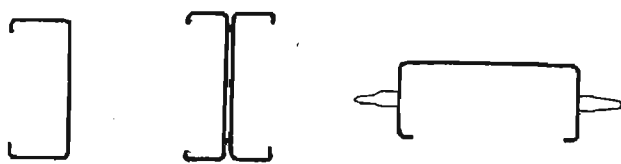
nym, celem zasilenia i rozwoju produkcji krajowej. Ponieważ zaś w wóz drzewa budowlanego stanowił w budżecie Niemiec poważną pozycję, zaczęto więc dążyć wszelkimi siłami do zastąpienia zagranicznego drzewa w budownictwie żelazem krajowym, poprawiając w ten sposób budżet i przyczyniając się jednocześnie do powiększenia stanu zatrudnienia w przemyśle fabrycznym. Dzięki powyższej okoliczności stal jako materiał zasadniczy znalazła poważne zastosowanie również i w dziedzinie budowy małych domków. Inżynierowie i architekci niemieccy opracowali szereg konstrukcyj, które pod

względem oryginalności ustępują może pomysłom francuskim, z uwagi jednak na swą praktyczność stanowią równie jak i te ostatnie ciekawy dorobek. Oto parę bardziej charakterystycznych przykładów konstrukcyj niemieckich.



Ryc. 36.

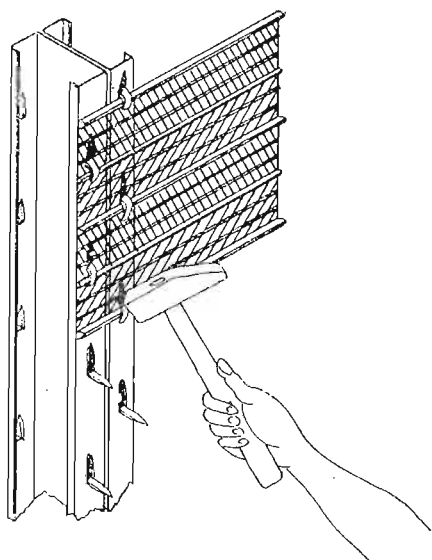
Dom produkowany przez firmę Dahmen et Comp. w Leverkusen (pod Kolonją) stanowi konstrukcję wzorowaną, najwidoczniej, na szczegółach techniki stalowej amerykańskiej. Szkielet nośny — z lekkich beleczek korytkowych wyginanych z blachy, lub ze stali taśmowej. Beleczyki tego typu mają duże zastosowanie w Stanach Zjedn., gdzie stanowią specjalność huty Berger Manufacturing Co. Z korytek można tworzyć dwuteówki przez spawanie plecami. Przy wyginaniu blachy w korytko robione są na powierzchni jego boków nacięcia w kształcie języczków, które po odgięciu służą jako haftki do umocowania metalowej siatki, lub perforowanej blachy. Na ryc. 37 pokazane są profile korytek, zaś na ryc. 38 widać, w jaki sposób umocowuje się na beleczkach, zaopatrzonych w języczki, perforowaną usztywnioną blachę.



Ryc. 37.

Przęsła między słupami pokryte są naciągniętą z obu stron perforowaną i usztywnioną blachą stalową grubości 0,4—0,5 mm. Pod blachę podłożona jest izolacja z materiału rolowego, zaś przestrzeń wewnątrz ściany wypełnia się torfem lub innym materiałem podobnym; wreszcie zewnętrzne powierzchnie ścian pokrywa się wyprawą cementową. Podłoga z desek na drewnianych legarkach ułożona jest na betonowym podłożu. Strop o belkach z podwójnych korytek blaszanych również obciążony jest od spodu i z góry perforowaną usztywnioną blachą, przyczem dolna blacha jest wyprawiona i stanowi powierzchnię sufitową, na górną zaś blachę, nieco grubszą od dolnej, nakłada się 5-centymetrową warstwę chudego betonu (1 : 10)

stanowiącą górny pułap. Dach o krokwiach z pojedynczych korytek, z łączeniem drewnianem, pokryty jest blachą ocynkowaną.



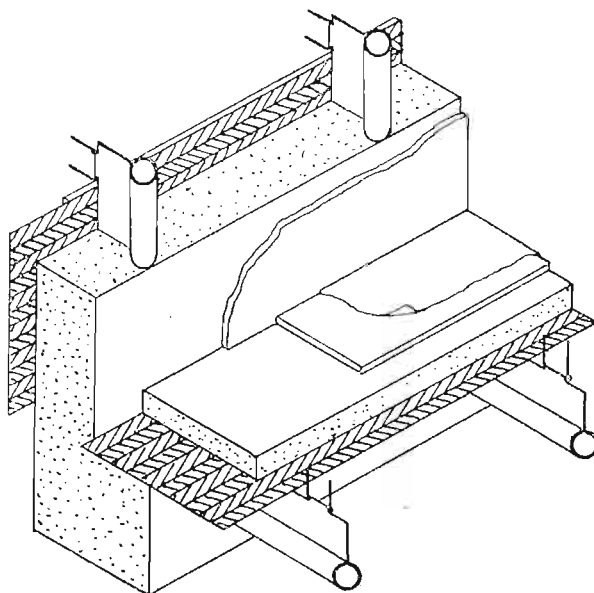
Ryc. 38.

Szerokie zastosowanie w konstrukcji nośnej blaszanych profilów ze stali taśmowej oraz użycie perforowanej i usztywnionej blachy stalowej w roli oszalowania stanowi dość praktyczne zastosowanie na gruncie europejskim nowoczesnej techniki budowlanej amerykańskiej i w znacznym stopniu umożliwia użycie przy montażu sił niewykwalifikowanych.

Dom systemu inż. Zollingera zbliżony jest pod względem swej konstrukcji do typu Dahmen opisanego poprzednio i stanowi ciekawą odmianę zastosowania blachy stalowej do wykonania z niej profilów nośnych. Słupy i belki są tu skonstruowane z belek blaszanych rurowych. Rury te posiadają na całej swej długości grzebień, wykropowany z tego samego kawałka blachy co i rura. Na brzegu grzebienia, w niewielkich od siebie odstępach, umocowane są druciane wąsy przeznaczone do przytwierdzenia perforowanej usztywnionej blachy, która po wyprawieniu stanowi zewnętrzną powierzchnię ściany. Od strony wewnętrznej przestrzeń pomiędzy słupami wypełniona jest gazobetonem. Na ryc. 39 pokazany jest fragment ściany i stropu Zollingera.

Dom firmy Böhler et C-o w Wiedniu (syst. inż. Schmid'a), posiada szkielet nośny z normalnych dwuteówek. Na tylnej stronie słupków przyśrubowane są znormalizowane arkusze blachy stalowej grubości 1 mm. Prześla pomiędzy słupkami wypełnione są murem z cegły gazobetonowej. Umocowane na słupkach arkusze blachy pokrywa się od strony wewnętrznej płytami z materiałów termoizolacyjnych, jak heraklit, celotex i t. p.; wreszcie na obie powierzchnie ściany nakłada się wyprawę. Założona wewnątrz ściany blacha usztywnia szkielet i jednocześnie skutecznie zabezpiecza pomieszczenia od zewnętrznej wilgoci i przedmuchu. W Polsce domy tego typu, z pewnymi zmianami w opisanej konstrukcji, wykonywa

T-wo Przemysłu Metalowego K. Rudzki i S-ka w Warszawie.



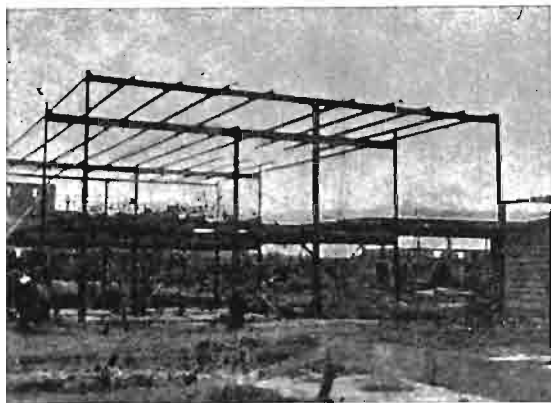
Ryc. 39.

Przykłady niemieckich domków stalowych należy uzupełnić rzutem oka na kategorię domków, których ściany tworzą się przez łączenie standaryzowanych elementów, dostarczanych z fabryki w stanie gotowym (Lamellen-Stahlhäuser). Przedstawicielem tego typu będzie:

Ryc. 40.

Dom systemu architekta Bleckena, dyrektora Vereinigte Stahlwerke A. G. Element ściany stanowi arkusz 3-milimetrowej stalowej blachy, której brzegi są dookoła na szerokości 80 mm zagięte pod prostym kątem, tworząc niejako rodzaj bardzo niskiej prostokątnej skrzynki o zewnętrznych wymiarach: $2800 \times 1150 \times 80$ mm. Przygotowane w ten sposób blachy ustawia się węższym bokiem na betonowym bankiecie, poczem przez otwory w dolnym zagiętym brzegu przepuszcza się ankiery, które trafiają na odpowiednie gniazda w bankiecie, gdzie są zacementowywane. Pionowe zagięte brzegi blach, zaankrowanych w powyższy sposób i stojących obok siebie, z mocowaniem się jeden z drugim śrubami służącymi jednocześnie do przytwierdzenia blaszanych klamer przeznaczonych do obsadzenia lekkich płyt izolacyjnych, stanowiących wewnętrzną powierzchnię ściany. Płyty te pokrywa się następnie gipsową wyprawą. Pomiędzy płytami i blachą pozostawiony jest powietrzny materac. Elementy dostarczane są na budowę z wmontowanymi w nie drzwiami i oknami. Konstrukcja powyższa posiada wystarczającą sztywność, a zdolności izolacyjne ściany, tak pod względem termicznym, jak i dźwiękowym, są w zupełności zadawalniające. Dach składa się również z podobnych bla-

szanych elementów z tą różnicą, że blacha na brzegach zagięta jest pod kątem 60° i zagięcia te usztywniają blachę w sposób dostateczny, żeby krokwie okazywały się zupełnie zbytecznymi. Na ryc. 40 pokazane są w sposób szematyczny niektóre szczegóły konstrukcji: a) element ściany, b) narożnik ściany i c) element dachu. Blachy pokryte są farbą przeciwkorozyjną i pomalowane olejno.



Ryc. 41.

Budowa osiedla robotniczego w Siemianowicach na Górnym Śląsku.

Z tych kilku przykładów konstrukcyj francuskich i niemieckich widzimy, jak różnorodne mogą być sposoby rozwiązania zagadnienia konstrukcji stalowych domków. W krajach zachodniej Europy, nie mówiąc już o Stanach Zjednoczonych A. P., praca konstruktorów w tej dziedzinie wydaje obfite owoce, gdyż powstały

tam i dalej się mnożą nie tylko liczne budowle pojedyncze, ale i wielkie osiedla złożone z domków stalowych.

Poruszając mało jeszcze u nas przetrwioną sprawę budowy na większą skalę tanich małych domków, w których jako materiał zasadniczy użyta byłaby stal, obowiązkiem jest zaznaczyć, że i na terenie Polski dokonana została już poważna próba budowy większej ilości podobnych domów.

W Siemianowicach na Górnym Śląsku wybudowane zostało osiedle złożone z kilkunastu domów robotniczych o 8 mieszkaniach dwuizbowych każdy. Konstrukcja domów jest mieszana, t. j. składa się ze szkieletu stalowego, jako części nośnej i ze ścian murowanych, wypełniających szkielet. Słupy szkieletu wykonane są każdy z dwóch ceowników Nr. 10; belki stropowe z dwuteowników Nr. 12 i 14. Ściany zewnętrzne, stanowiące osłonę, składają się z dwóch ścianek o grubości $\frac{1}{2}$ cegły każda, powiązanych ze sobą. Odstęp między ścianami wynoszący 5 cm stanowi przestrzeń izolacyjną i wypełniony jest drobną szlaką. Dachy drewniane, kryte papą. Koszt budowy wykonanej w okresie od 1 czerwca do 31 listopada 1931 r. wyniósł łącznie z instalacjami zł. 39,66 za 1 m³.

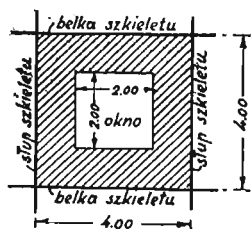
Jest to mniej, niż wynosił w tym czasie koszt domów normalnego typu w powyższej miejscowości. Jeżeli zważyć, że budowa osiedla obciążona była pewnymi okolicznościami o charakterze przypadkowym, podnoszącymi jednak jej koszty ogólne, to należy stwierdzić, że próba ta dała wyniki bardzo pomyślne. Wyżej podajemy zdjęcie szkieletu dokonane podczas budowy tego osiedla, ryc. 41.

Problem ściany jako wypełnienia szkieletu stalowego.

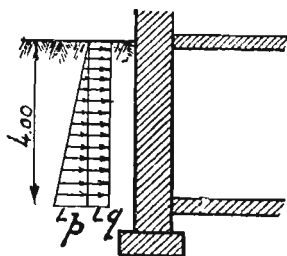
Ściany konstrukcyj szkieletowych są przegrodami pionowymi, odgraniczającymi wnętrza budynku od przestrzeni zewnętrznej, bądź też dzielącymi owe wnętrza na poszczególne pomieszczenia. W tej swojej roli muszą ściany spełniać trwale szereg zadań natury statycznej i higieniczno-izolacyjnej.

Rozpatrzmy kolejno te ogólne zadania, a następnie zajmiemy się różnymi rodzajami ścian.

A) Zadanie statyczne. Ściany dźwigają ciężar własny murów, a niekiedy i stropów z jednej lub kilku kondygnacji; podlegają działaniom sił poziomych, jak wiatr, parcie ziemi, wstrząśnienia itp., wreszcie usztywniają szkielet i współpracują z nim w przenoszeniu obciążeń.



Ryc. 42.



Ryc. 43.

Z tego punktu widzenia wypada żądać od materiału ścian dostatecznej wytrzymałości i praktycznie zanikomej odkształcalności. Dla ilustracji wymogów wytrzymałościowych weźmy pole ściany zewnętrznej budynku szkieletowego o wym. 4×4 m, wypełnione blokami gazobetonowymi gr. 20 cm — materiałem, często stosowanym w Niemczech. Obciążmy to pole parciem wiatru 100 kg/m^2 .

Po przeliczeniu naprężenie gnące wyniesie:

$$\sigma = \frac{M}{W} = 3 \text{ kg/cm}^2.$$

Naprężenie to wprawdzie nie jest wielkie, możliwe są jednak jeszcze dodatkowe naprężenia od drgań ruchu ulicznego, od skurczu i wpływów termicznych. Aby się zabezpieczyć od trwałych odkształceń, musimy żądać wytrzymałości na ściskanie od podobnych bloków

ściennych, w każdym razie — nie niższej niż 20 kg/cm^2 .

Ze względu na wytrzymałość wypada uznać za niewłaściwe wykonywanie ścian zewnętrznych z materiałów jeszcze słabszych od gazobetonu i jemu podobnych lekkich betonów, chyba że zostaną one użyte wyłącznie w charakterze izolacji murów, wykonanych z materiału mocniejszego.

Z przytoczonego przykładu wynika, że wymiary poszczególnych pól szkieletu podlegać muszą ograniczeniom ze względu na wytrzymałość ściany. A więc np. dla ścian zewnętrznych konstrukcji szkieletowej ryglowej o gr. $\frac{1}{2}$ cegły podaje Gregor ¹⁾ najwyższą granicę jednego pola — 16 m^2 .

Jeżeli pola są większe, bądź też przy szczególnie znacznych obciążeniach poziomych, np. parcie ziemi w podziemiach lub ciśnienie zawartości zbiorników, możemy wytrzymałość murów z cegły i innych bloków znakomicie zwiększyć przez odpowiednie uzbrojenie wkładkami żelaznymi. Jeżeli więc będziemy mieli ścianę piwniczną jak na rysunku 43, obciążoną parciem ziemi i ciężaru użytkowego ponad nią, to najkorzystniej będzie uzbroić ścianę wkładkami pionowymi i przenieść siły poziome za pośrednictwem ściany jako płyty pionowej — na sztywny strop i sztywną posadzkę piwnicy. Można by również uzbroić ścianę wkładkami poziomymi zamiast pionowymi, wtedy jednak parcia byłyby przekazywane na słupy konstrukcji, co powodowałoby niekorzystny wzrost naprężeń w przekrojach słupów stalowych. W danym przykładzie, jeśli grunt jest suchym grubym piaskiem, a obciążenie naziomu stanowi $0,5 \text{ t/m}^2$, jeżeli ściana ma grubość 41 cm, to naprężenie gnące wynosi $\pm 9,6 \text{ kg/cm}^2$. Jeżeli dodamy 7 wkładek pionowych 10 mm na 1 m b. od strony wewnętrznej, wtedy otrzymamy naprężenie ściskające w cegle $12,8 \text{ kg/cm}^2$ i rozciągające we wkładkach 1033 kg/cm^2 ; ściana będzie wystarczającej grubości.

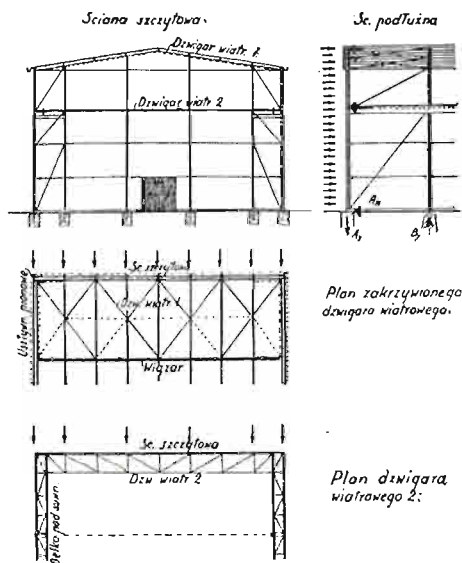
Ściany dźwigają ciężar własny niekoniecznie tylko z jednego pola szkieletu. Jeżeli są one

¹⁾ Gregor: „Der praktische Eisenhochbau“ tom III

dostatecznie mocne i wykonane z materiału i zapraw praktycznie nieodkształcalnych, wówczas można na nie przekazać ciężar kilku pól znajdujących się ponad sobą.

Jako przykład weźmy ścianę ryglową hali fabrycznej, wypełnioną cegłą gr. 13 cm (Fachwerkwand ryc. 44).

Według przepisów niemieckich z roku 1924 nie jest naogół koniecznym obliczanie rygli stalowych na obciążenie pionowe położonej nad nimi ściany. Gregor oblicza rygle w zasadzie na parcie wiatru, a na zginanie od obciążeń pionowych tylko wtedy, jeśli niżej znajduje się otwór; lecz nawet i w tym wypadku dostatecznie sztywne pionowe szczebliny okienne pozwalają na przeniesienie ciężarów na niżej położony mur, nie powodując zginania rygla nadokiennego. Obliczenie oparte na tych założeniach będzie słuszne przy dobrym wykonaniu murów i starannem podmurowaniu dolnej podstawy rygla, wtedy bowiem osiadanie i skurcz mogą być praktycznie pominięte. (Gregor przyjmuje skurcz muru ceglanego na zaprawie wapiennej 0,5 mm na 1 m, co stanowi wielkość b. małą w porównaniu z ugięciem belki). W wypadku, gdyby rygiel był źle podmurowany i ugiął się, to mur nad nim położony, działając jak sklepienie, przeniesie swe obciążenie na części rygla bezpośrednio przylegające do słupów, wywołując tylko zwiększone naprężenie tnące w złączach. Ale te naprężenia mogą być uwzględnione przez zwiększenie przekrojów nitów, bądź szwów spawanych, bez konieczności zmiany przekroju rygla.

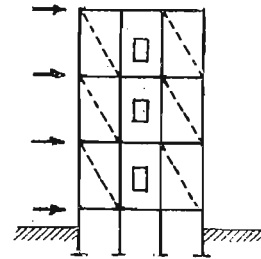


Ryc. 44.

Poza zadaniem dźwigania bezpośrednich obciążeń, ściany spełniają drugą jeszcze rolę statyczną, mianowicie usztywniają szkielet i zapobiegają wyboczeniu słupów w swej płaszczyźnie. Jednakowoż ta okoliczność, przyczyniająca się do zmniejszenia przekroju słupów, może być tylko wtedy przyjęta pod uwagę, jeżeli połączenie ściany ze słupem jest dokładne, a sama ściana dostatecznie mocna; pomimo tego należy zawsze liczyć się z wyboczeniem

w chwili, kiedy konstrukcja i ew. stropy są wykonane, a ściana jeszcze nie jest postawiona.

Usztywniając budynek, ściany odgrywają dużą rolę w przenoszeniu obciążeń poziomych na niższe części budowli. Przy mocnych ścianach i odpowiednim ich połączeniu z konstrukcją, mamy pod względem statycznym b. często do czynienia nie z układem słupów i belek, czy też ramownic wielopiętrowych, jak to się zazwyczaj w obliczeniach przyjmuje, lecz z jednolitym b. sztywnym prawie nieodkształcalnym blokiem, nieznacznie tylko osłabionym oknami i innymi otworami. Ściany spełniają w tym wypadku z powodzeniem rolę krzyżulców ściśkanych. Jednakowoż byłoby nieopatrzonym opierać system pionowych stężeń wiatrowych li tylko na sztywności ścian wypełniających. W roku 1929 runął w Niemczech ²⁾



Ryc. 45.

7-miopiętrowy budynek fabryczny we Frankfurcie nad Menem, w którym właśnie taki system zastosowano. Katastrofa nastąpiła na skutek silnego wiatru w chwili, gdy jeszcze nie wszystkie wypełnienia ścian były wykonane, a żadnych innych stężeń choćby nawet czasowych nie było. To też przy budynkach, których wysokość przekracza $\frac{1}{4}$ wymiaru poziomego budynku liczonego w kierunku wiatru bezpieczniej jest stężenia wiatrowe wykonywać całkowicie w konstrukcji stalowej w postaci pionowych kratownic lub ramownic, pozostawiając w tym wypadku ścianom rolę czynnika dodatkowo usztywniającego budynek, przytem w czasie montażu wypada nieraz dawać czasowe stężenia dla zapewnienia stateczności konstrukcji ³⁾.

Ażeby ściana pełniła swoją rolę statyczną trwale, należy żądać od niej nie tylko odpowiedniej wytrzymałości, lecz również i praktycznie znikomej odkształcalności pod wpływem obciążeń i zmian strukturalnych z upływem czasu, jak również należy żądać odporności na działania otaczającej atmosfery.

Odształcalność pod wpływem obciążeń jest wystarczająco mała w większości używanych materiałów, natomiast zmiany objętościowe na skutek przeobrażeń strukturalnych tworzywa są b. poważne w wielu t. zw. materiałach zastępczych. A więc np. gazobeton ulega po-

²⁾ *Przegląd Techniczny* 1931 r., str. 148.

³⁾ „Der Stahlskeletbau“ A. Hawranka przytacza prawo N. Yorku, według którego parcia wiatru nie potrzeba uwzględniać w budynkach niższych od 80 m, jeśli ich wysokość jest mniejsza od $\frac{1}{4}$ szerokości w odpowiednim kierunku.

ważnemu skurczowi, który powstaje głównie w ciągu okresu 3 miesięcy od wykonania i wynosi do $1\frac{1}{4}$ mm⁴).

Podobnie zachowuje się celolit, żużlobeton i niektóre materiały używane na budowę ścianek działowych jak korkolit, porowiec z gipsu i t. p. Jeżeli więc przy wykonaniu ścian z podobnych materiałów chcemy uniknąć nieprzyjemnych rys, będących zwiastunami zniszczenia tworzywa, musimy wykonywać ściany z gotowych bloków lub płyt, w których proces skurczu jest praktycznie zakończony, to jest z takich, które przeleżały w ciągu kilku miesięcy po wykonaniu w składach, zabezpieczonych od czynników atmosferycznych.

Ściany z lekkich betonów ubijane, bądź sypane, wykonywane na miejscu w deskowaniu okazały się niewłaściwe, ponieważ prawie zawsze beton na skutek skurczu odstaje od szkieletu i wytwarzają się szpary trudne do uszczelnienia. Gdy wogóle mamy stosować na ściany materiały zastępcze, musimy być przekonani, że materiał nie ulegnie szkodliwym reakcjom, co ma np. często miejsce w żużlobetonie na skutek zbyt dużej zawartości siarki i niespalonego węgla.

B) Zadania higieniczno-izolacyjne. Ściany powinny czynić zadość warunkom użytkowania osłanianych przez nie pomieszczeń i z tego powodu żąda się od nich dostatecznej izolacji cieplnej i akustycznej, zabezpieczenia od wstrząszeń, niedopuszczania wilgoci, naturalnej wentylacji, zabezpieczenia od pożaru i ochrony stali przed rdzą.

Ba) Izolacja cieplna. O dobroci tej izolacji stanowią 2 czynniki: współczynnik przenikania ciepła ściany i zdolność akumulacji ciepła. Współczynnik przenikania ciepła k kal/m²h⁰C podany jest dla szeregu ścian w następującej tablicy⁵⁾:

| Rodzaj materiału ściany i grubość | | Współczynnik k dla ścian: | |
|---|--|-----------------------------|-------------|
| | | zewnątrznej | wewnętrznej |
| Z wyprawą obustr. po 1 $\frac{1}{2}$ cm | Cegła normalna grub. 1 $\frac{1}{2}$ cegły | 1,16 | 0,99 |
| | " " " 2 " | 0,93 | 0,80 |
| | " wap.-piask. " 2 " | 1,13 | 0,98 |
| | " norm. dziurawka gr. 1 $\frac{1}{2}$ " | 0,96 | 0,83 |
| | Kamień porowaty " 0,90 m . | 1,20 | 1,08 |
| | Beton żwirowy " 0,60 " . | 1,38 | 1,22 |
| | Żużlobeton lekki " 0,60 " . | — | 0,55 |
| | Drewno sosnowe " 9 cm . . | 1,14 | 0,93 |
| " " gr. 12 " . . | 0,91 | 0,75 | |

Współczynniki dla ściany zewnętrznej są większe, ponieważ jest ona zazwyczaj bardziej wilgotna i z tego powodu łatwiej przewodzi ciepło.

Wpływ wilgoci na współczynnik przenikania ciepła jest szczególnie znaczny przy materia-

⁴⁾ W. Żenczykowski: „O nowych materiałach budowlanych“ *Przegląd Budowlany* 1930.

⁵⁾ H. Rietschel: „Podręcznik ogrzewania i wentylacji“ 1933 r.

łach porowatych; dla niektórych z nich wzrost wilgoci o 1% powoduje zwiększenie współczynnika przenikania ciepła o kilkanaście procent.

Zdolność akumulacji ciepła przez ściany jest ważną z tego względu, żeby temperatura pomieszczeń nie spadała gwałtownie po zaprzestaniu ogrzewania. Jeśli ściany akumulują dostateczną ilość ciepła, wtedy po przerwananiu ogrzewania ubytek ciepła nazewnątrz jest dowolny. Zdolność akumulacyjna jest tem większa, im większe jest ciepło właściwe tworzywa ściany i im masa ścian jest większa⁶⁾.

Dla porównania własności akumulacyjnych różnych ścian w Instytucie Badań Ciepłych w Monachjum wykonano próby w ten sposób⁷⁾, że wybudowano pomieszczenia ze ścianami z rozmaitych materiałów o grubościach takich, że miały one jednakowy współczynnik przenikania ciepła, równy współczynnikowi ściany ceglanej gr. 40 cm. Przy temperaturze zewnętrznej 0⁰ nagrzano pomieszczenia do stałej temperatury 20⁰; temperatura wewnętrznej powierzchni ściany wynosiła wtedy 16⁰. Po upływie 8 godzin od zaprzestania ogrzewania zmierzono powtórnie temperaturę wewnętrznej powierzchni ścian: wyniki podane są w załączonyj tablicy.

| Materiał ściany | grubość cm | Temp. wewn. powierzchni w 8 godzin po zaprzestaniu ogrzewania |
|----------------------------|------------|---|
| Cegła | 40 | 12 ⁰ |
| Granit | 100 | 12 ⁰ |
| Gips | 17 | 7 ⁰ |
| Beton żwirowy | 53 | 10,8 ¹ |
| Beton pumeksowy | 16 | 3,5 ⁰ |
| Ściana drewniana | 7,5 | 3,5 ⁰ |
| Korek | 4,0 | 1,0 ⁰ |

Z powyższych danych wynika, że, choć ze względu na przenikanie ciepła, ściany z niektórych materiałów mogłyby być b. cienkie, to jednak w budynkach mieszkalnych, ogrzewanych tylko przez pewną ilość godzin dziennie, nie można zbyt obniżyć grubości ścian bez narażenia mieszkańców na zbyt duże zmiany temperatury. W Niemczech zalecono minimalną grubość z tego powodu nie niższą od 20 cm.

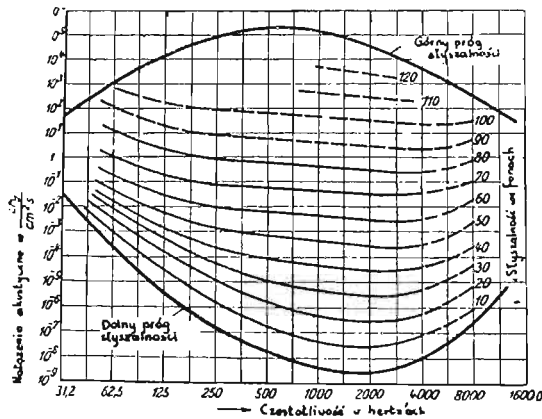
Bb) Izolacja akustyczna. Fale dźwiękowe poruszają się w gazach, płynach i ciałach stałych, wywołując przez zgęszczanie i rozszerzanie cząsteczek mniejsze lub większe natężenia akustyczne środowiska. Natężeniem akustycznym w danym punkcie nazwiemy ilość energii dźwiękowej przepływającej przez 1 cm² powierzchni poprowadzonej przez ten punkt i normalnym do kierunku rozprzestrzeniania się fal. Mniejsze lub większe wrażenie głośności (słyszalności) zależy od wartości natężenia akustycznego i częstotliwości fal, jednakowoż wrażenia głosowe nie są proporcjonalne do natężeń akustycznych. Dla oceny słyszalności ustalono

⁶⁾ Źródłowe dane do obliczenia akumulacji w ścianach podaje praca rosyjska autora B. Asche: „Otoplenie i wentylacja“ 1934 r.

⁷⁾ Reiher: „Vom Wirtschaftlichen Bauen“ VI t. 1929 r.

specjalną skalę. Na wykresie, gdzie na osi pionowej są natężenia akustyczne, na poziomej częstotliwości — ustalono przedewszystkiem na zasadzie wielu badań krzywą wartości natężeń Y_0 , przy których dźwięk staje się ledwo słyszalnym, krzywą tę nazwano dolnym progiem słyszalności⁸⁾. Podobnie ustalono górny próg słyszalności, powyżej którego ucho odczuwa raczej ból niż głoś. Następnie wykreślono krzywe natężeń Y_{10} , Y_{20} , Y_{30} i t. d. aż do Y_{100} , obliczone dla różnych częstotliwości ze wzorów: $Y_{10}=10 \cdot Y_0$; $Y_{20}=10^2 \cdot Y_0$; $Y_{30}=10^3 \cdot Y_0$ i t. d.

Tak wykreślone krzywe natężeń przedstawiają skalę pomiarów słyszalności w jednostkach nazwanych fonami. A więc krzywa Y_{10} oznacza 10 fonów słyszalności, krzywa Y_{20} 20 fonów i t. d. Tego rodzaju jednostki przyjęto dlatego, ponieważ ustalono doświadczalnie, że dźwięki o różnych częstotliwościach, posiadające tę samą ilość fonów są jednakowo głośno



Ryc. 46.

słyszalne (jest to przybliżone prawo fizjologiczne Webera-Fechnera). Dla zorientowania się w tych jednostkach podajemy głośność różnych źródeł hałasu w następującej tabeli⁹⁾: fonów

- 130 Górny próg słyszalności.
- 120 Motor aeroplanu w odległości 4 m; nitowanie konstrukcyj żelaznych.
- 100 Pociąg pośp. w odległości 3,5 m.
- 90 Tramwaj na hałaśliwych szynach.
- 80 B. głośna muzyka radja; górna granica normalnych hałasów ulicznych; zwykły sygnał samochodu.
- 70 Pokój z maszynami do pisania, głośna restauracja.
- 60 Oddzielna maszyna do pisania; instalacje wodociągowe w garderobach.
- 50 Hałas w biurach; górna granica normalnych dźwięków w mieszkaniach.
- 40 Cicha muzyka radjowa w zamkniętym pomieszczeniu.
- 30 Średnia wartość dźwięków mieszkalnych. Spokojna ulica bez ruchu pojazdów.
- 20 Szept; spokojny ogród, dolna granica dźwięków w mieszkaniach.

⁸⁾ Reiher: „Über den Schallschutz durch Baukonstruktionsteile“ 1932 r.

⁹⁾ Przegląd Techniczny 1933 r. str. 402.

- 10 Szum liści przy słabym wietrze.
- 0 Dolny próg słyszalności.

Dla niedopuszczenia do pomieszczenia dźwięków z zewnątrz muszą jego przegrody stanowić izolację, powstrzymującą natężenia akustyczne o odpowiedniej wartości fonów. Jeśli zatem ściana powstrzymuje całkowicie dźwięki odpowiadające np. 50 fonom, mówimy, że izolacja akustyczna ściany wynosi 50 fonów.

Niemieckie źródła podają następujące minimalne wymagania izolacji akustycznej w budynkach⁸⁾.

| Części budynku | Minimalna izolacja w fonach | |
|--|-----------------------------|---|
| | w zwykłych wypadkach | w szczególnych wypadkach (np. szpitalu) |
| Ściany zewnętrzne | 60 | 60 |
| „ między lokalami | 60 | 65—70 |
| „ „ salami dla chorych, pokojami hotelowymi itd. | — | 60—65 |
| „ działowe w jednym mieszkaniu | 30 | 40 |
| Stropy: izolacje od dźwięków powietrznych | 60 | 70 |
| „ izolacje od stuków | 40 | 50 |
| Okna | 25 | 40 |
| Drzwi | 30 | 50 |

Dla przykładu podamy wartości izolacji akustycznej różnych ścian:

| Rodzaj ścian | Izolacja akustyczna średnio-fonów |
|---|-----------------------------------|
| Cegła 6 cm + dwustr. tynk po 1,5 cm . . . | 36 |
| „ 12 „ „ „ „ „ „ „ . . . | 47 |
| „ 25 „ „ „ „ „ „ „ . . . | 58 |
| „ 38 „ „ „ „ „ „ „ . . . | 64 |
| Beton żużlow. 12 cm + dwustr. tynk po 1 cm | 42 |
| „ pumeks. 20 „ „ „ „ „ 1 1/2 cm | 56 |
| Heraklit 6 „ „ „ „ „ 1 1/2 „ | 30 |
| „ 6 „ „ „ „ „ 2 „ | 34 |
| Drzwi drewn. gr. 2 cm | 12 |
| 12 cm cegła + 3 cm tekton. + dwustr. tynk po 2 cm | 54 |
| Papa 5 mm | 27 |
| Szkoło 3 mm | 34 |
| Dodanie na ścianie 40 fon. dwustronnego celotexu gr. po 12 mm bez tynku zwiększa izolację o | 10 |

Przewodzenie dźwięku przez przegrody odbywa się następującymi drogami: w ścianach z materiału porowatego — większa część energii przechodzi przez pory; w ścianach nieporowatych — energia przechodzi na skutek drgań molekuł, wywołujących drgania powietrza w 2 pomieszczeniu; przy cienkich ścianach nieporowatych największa część energii przechodzi naskutek drgania całej przegrody jako membrany.

Przy większej częstotliwości dźwięków izolacja akustyczna ścian wzrasta (o 10 fonów od 150 do 3000 Hertz). Przy cienkich płytach z mało elastycznych materiałów duży wpływ na izolację ma częstotliwość drgań własnych płyty. Na skutek tego w płycie drewn. gr. 5 cm zaob-

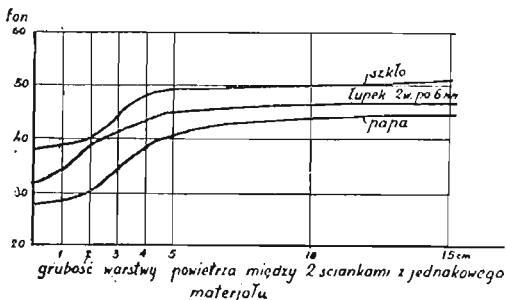
serwowano m. in. przy 630 i 1170 H izolację 50 fonów, a przy 900 H tylko 20 fonów. Tak małą wartość izolacji można poprawić przez zmianę sposobu zamocowania ścian.

Zależność izolacji J ścian jednorodnych (z jednego materiału) od ciężaru G (kg/m^2) wyraża Berger:

$$J = 17,2 \cdot G^{0,2} \text{ fonów.}$$

Według tego wzoru ściana o ciężarze $3 kg/m^2$ stanowi izolację 23 fon., a ściana o ciężarze $700 kg/m^2$ 62 fon. Jednak b. cienkie przegrody (szkło, lupek, papa) mają większą wartość izolacyjną niż wynika ze wzoru⁸⁾.

Wpływ warstwy powietrznej pomiędzy przegrodą z 2 ścianek ze sztywnych materiałów jest dość duży, ilustrujemy go na ryc. 47. Z ryciny tej wynika, że jeżeli 2 ścianki dotykające do siebie rozsunąć na odległość 4 cm to izolacja może być podniesiona o 10 fonów. Warstwa



Ryc. 47.

powietrza między ściankami pochłania w tym wypadku drgania i przyczynia się do tego, że każda z 2 ścianek inaczej drga, a więc drgania ich częściowo się znoszą. Podwójna ściana jest tem lepsza im jej połówki są cięższe i masywniejsze, gdyż wtedy maleją drgania membranowe; wypełnienie wewnętrznej warstwy powietrznej lekkimi materiałami, jak wióry i t. p. może mieć znaczenie tylko, jeśli ściany są b. wiotkie, hamuje ono bowiem wtedy drgania ścian jako membran. W żadnym razie takie ściany nie powinny być łączone ze sobą jakimś sztywnymi wiązaniami; jeśli leżą na wspólnym podwalinie, to muszą być od niej izolowane elastyczną przekładką. Wykonanie ściany z kilku różnych warstw ma dobry wpływ na zwiększenie izolacji, bowiem wskutek różnej szybkości odbicia fal i przejście ich staje się utrudnione.

Tynk ma nieznaczny wpływ przy grubych masywnych ścianach, natomiast ma duże znaczenie przy ścianach cienkich i porowatych: zakrywa pory, stanowi przeszkodę dla przejścia dźwięku i pochłania fale dźwiękowe. Tynki wapienne i gliniane lepiej pochłaniają dźwięki, niż cementowe i gipsowe, a jeszcze lepiej zachowują się materje wełniane, celotex i t. p.

Bc) Zabezpieczenie od wstrząśnięć. Ruch wielkomejski przyczynia się niejednokrotnie do powstawania wstrząśnięć w budynkach, największy jednak wpływ na wstrząśnienia mogą okazać maszyny obrotowe, zwłaszcza szybkoobrotowe, w których czas jednego obrotu równa się okresowi drgań własnych budynku

lub jego poszczególnych części. Wtedy następuje rezonans i drgania budynku stają się znaczne a często i niebezpieczne. Dla zabezpieczenia budynku od tego rodzaju wpływu należy zmienić ilość obrotów maszyny np. ze 150 na 140 lub 160, jeśli zaś zmiana ta jest niemożliwa, trzeba zmieniać sztywność i ciężar budynku. Dla izolowania budynku od wpływów zewnętrznych stosują w wielkich miastach dodatkowe ścianki oporowe z zewnątrz budynku oddzielone warstwą powietrzną od murów podziemia¹⁰⁾.

Bd) Niedopuszczanie za wilgocenia ścian. Wilgoć w ścianach przyczynia się do uszkodzeń budowli oraz sprzyja rozwojowi chorób wśród mieszkańców.

Zawilgocenie ścian powstaje głównie dzięki następującym czynnikom, którym należy w miarę możliwości przeciwdziałać:

1. Nasiąkanie ścian wodą przenikającą od gruntu wzwyż na skutek włoskowatości tworzywa murów; koniecznym jest zabezpieczenie się od tego nasiąkania przez urządzenie izolacji poziomej ponad terenem, a niekiedy i izolacji poziomej i pionowej w podziemiu.

2. Niedostateczne wyschnięcie świeżych murów dzięki zbyt wczesnemu otynkowaniu lub oblicowaniu. Mur ceglany bezpośrednio po wykonaniu zawiera 10—15% wody na wagę. Najwięcej stosunkowo wody mieści się w zaprawie. Niektórzy badacze jak Glasgow, Emmerich ustalili, że budynek nadaje się do zamieszkania, jeśli ilość wody chemicznie nie związanej w zaprawie (to zn. odparowującej w $t^{\circ} 110^{\circ}$) nie przekracza 2%; autorzy Z. S. S. R.¹¹⁾ uważają za możliwe podnieść tę normę do 4%. Aby nie zamknąć wilgoci należy tynkować mur dopiero wtedy, gdy on już dostatecznie wyschł. Szczególniej dotyczy to tynkowania zaprawą cementową, która stanowi szczelną powłokę, uniemożliwiającą wyparowanie wilgoci z murów.

3. Nasiąkanie ścian wodą wskutek opadów atmosferycznych. Szczególnie niepożądane są deszcze ukośne, przy których wilgoć przenika na znaczną głębokość do wewnątrz dzięki włoskowatości tworzywa. Środkiem zabezpieczającym jest odpowiedni tynk lub licówka.

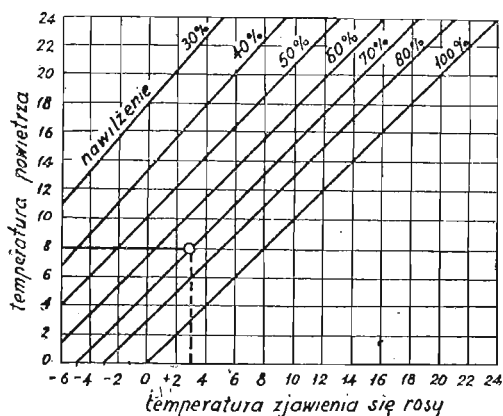
4. Kondensacja wilgoci na wewnętrznych powierzchniach ścian z nasyconego parą powietrza. Im powietrze jest bardziej nasycone parą, im powierzchnie ścian są zimniejsze i mniej hygroskopijne, tem łatwiej pojawia się na ścianach rosa t. j. skondensowana wilgoć. Zjawisko to daje się często obserwować w zimie przy małej grubości ścian — nazywamy je wtedy potocznie — przemarzaniem ściany.

Ryc. 48 wskazuje, przy jakich temperaturach wewnętrznej powierzchni ścian rozpoczyna się kondensacja wilgoci w pomieszczeniach o różnych temperaturach i wilgotnościach względnych (wilgotność względna jest procentowym

¹⁰⁾ Sabine: „Acoustics and Architecture“ (ang.), oraz Lifszyc: „Akustyka zdani“ (ros.).

¹¹⁾ Pomorcev: „Stroitielnaja Gigiena“ 1934 r.

stosunkiem wody, jaka się znajduje przy danej temperaturze w powietrzu do ilości, jaka mieści się przy pełnym nasyceniu¹²⁾. A więc np. przy temperaturze powietrza 20° i wilgotności względnej 40° możliwej przy centralnem ogrzewaniu skraplanie rozpoczyna się przy temperaturze ściany +6°. Przy tejże temp. 20° i wilg. wzgl. 60°, jaką możemy spotkać przy ogrzewaniu piecami, skraplanie zaczyna się przy +12°. Zja-



Ryc. 48.

wisko kondensowania się wilgoci wskutek ochłodzenia się ściany jest mniej przykre przy cegle niż przy betonie i kamieniu, gdyż cegła dzięki swej hygroskopijności wchłania częściowo do wewnątrz osadzającą się rosę. Kiedy następuje ocieplenie, to wilgoć wyparowuje zpowrotem ze ściany do pomieszczenia. W ten sposób cegła jak również i wyprawa wapienna posiadają zdolności pewnego regulowania wilgoci w pomieszczeniach, co stanowi dodatnią własność tych materiałów. Ażeby uniknąć skraplania wilgoci na wewn. powierzchni ścian musimy wykonywać ściany z dobrych izolatorów ciepła o dostatecznej grubości.

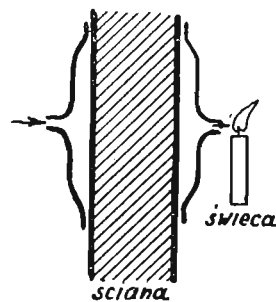
5. Przedostawanie się wody na skutek złej konstrukcji balkonów, rynien, dachów i t. p. oraz nieszczelności przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych.

Be) Naturalna wentylacja przez ściany. To zjawisko polega na przepuszczalności powietrza przez ściany. Ściany budynków mieszkalnych będą wtedy najhigieniczniejsze, jeśli pod względem przepuszczalności powietrza będą miały własności zbliżone do skóry ludzkiej i naszego ubrania t. j. gdy będą nas chroniły od czynników atmosferycznych, umożliwiając stałą wymianę powietrza między pomieszczeniem w budynku i atmosferą zewnętrzną. Ta wymiana winna się odbywać wolno bez wywierania na osoby znajdujące się wewnątrz nieprzyjemnego wrażenia.

Przepuszczalność powietrza zależy od struktury porów w tworzywie ściany i od ogólnej ich ilości. Im mniej porów tem oczywiście jest mniejsza wymiana powietrza. Pettenkofer wykonywał badania tej przepuszczalności ujmując

¹²⁾ K. Lange: „Grubość ścian domów mieszkalnych w zależności od ich przemarzania“ *Przegląd Techniczny* 1926 r.

mur na zaprawie cementowej w 2 żeliwne tarcze b. szczelnie do niego przylegające¹¹⁾. Przy wdmuchiwanu powietrza z jednej strony pod pewnem ciśnieniem prąd powietrza gasił świecę ustawioną przy wylocie z przeciwnej strony (ryc. 49). Ale przy tem doświadczeniu użyto znacznego ciśnienia 1300–2600 kg/m², jakiego w warunkach normalnych nie bywa, bo przy najsilniejszym wietrze przyjmuje się u nas nie więcej jak 195 kg/m². Nowsze badania stwierdziły, że wymiana powietrza przez ściany jest mała w porównaniu z wymianą przez nieszczelności przy oknach, drzwiach i t. p. Tem niemniej jednak taka zdolność „oddychania“ ściany jest pożądana, chociażby dla jej osuszania po wykonaniu i dla regulowania wilgotności pomieszczeń.



Ryc. 49.

Bf) Zabezpieczenie od pożaru. Skoro szkielet jest z materiału niepalnego, trwałego przeto logicznem jest wymaganie, aby ściany były również niepalne, a nawet ogniodporne w takim co najmniej stopniu, żeby nie dopuścić do deformacji szkieletu na skutek podwyższonej temperatury. Przepisy St. Zj. z 1932 r. żądają, aby ściany zewnętrzne i mury ogniowe wytrzymały w ogniu nie mniej niż przez 3 g., a ściany działowe nie mniej niż godzinę¹³⁾.

Zgodnie z temiż przepisami konstrukcyjne słupy stalowe muszą być obłożone co najmniej na 5 cm betonem, bądź na 4 cm gipsem na siatce, bądź na 5 cm cegłą pustakową z tynkiem cementowym gr. 2 cm. Podobnie i belki mają być obłożone na 5 cm betonem, bądź na 8 cm żużlobetonem, bądź na 5 cm cegłą pustakową z tynkiem gr. 2 cm.

Niemcy żądają, ażeby w budynkach ogniochronnych części stalowe były chronione co najmniej 3 cm grubości tynkiem cementowym wykonanym na siatce po uprzedniej obrzutce zaprawą stali. Rzecz jasna, że dla zabezpieczenia od pożaru można stosować inne materiały równoważne pod względem ogniodporności¹⁴⁾.

Bg) Ochrona stali przed rdzą. Doświadczenia niemieckie i amerykańskie stwierdziły, że stal zawierająca 0,25% miedzi jest daleko odporniejsza na zjawiska korozji, aniżeli stal zwykła, a mianowicie próby wykazały, że ubytek na wadze wskutek rdzewienia był po

¹³⁾ W. Żenczykowski: „Zachowanie się mat. bud. i budynków w ogniu“ *Przegląd Techniczny* 1934 r.

¹⁴⁾ „Stahlbauvorträge“ — Deutscher Stahlbauverband.

usunięciu rdzy — w stali z miedzią 2 do 4 razy mniejszy niż w stali zwykłej¹⁴⁾.

Toteż pożądanem jest stosowanie do konstrukcji szkieletowej stali miedziowej.

Konstrukcyjne środki, zabezpieczające od rdzy, polegają na otoczeniu powierzchni stali szczelną warstwą nie dopuszczającą powietrza, a zwłaszcza wilgoci i na zastosowaniu do wypełnienia ścian materiałów niehygroskopijnych i nie oddziałujących chemicznie na stal.

Dla części stalowych wystających swojemi powierzchniami nazewnątrz stosuje się malowanie lub torkretowanie na siatce gr. $1\frac{1}{2}$ cm — jak w mostach.

Części stalowe znajdujące się wewnątrz muru najlepiej jest w stanie wolnym od rdzy otoczyć warstwą gr. $\sim 1\frac{1}{2}$ —2 cm szczelnej zaprawy lub też betonem o zawartości niemniej 300 kg cementu w $1 m^3$. Przy wypełnianiu ściany blokami z innych materiałów dobrze jest nanosić tę zaprawę bezpośrednio przed układaniem bloków, ażeby nastąpiło dobre połączenie całości ściany. Użycie zamiast zaprawy cementowej zaprawy gazobetonowej lub celolitowej, jaką stosują do zwykłych spoin jest niewskazane, ponieważ zaprawy porowate nie zabezpieczają należycie od przedostawania się powietrza i wilgoci. Pożądanem jest poza tem części stalowe ścian zewnętrznych ocieplić dla zabezpieczenia od kondensowania się wilgoci.

Z powyższych ogólnych rozważań wynika, że ściana stanowiąca wypełnienie szkieletu stalowego, winna być odpowiednio wytrzymała, możliwie lekka, nieodkształcająca się pod wpływem obciążeń i z biegiem czasu, winna należycie izolować od dźwięków i chronić pomieszczenie od wilgoci i ognia, a szkielet stalowy od rdzy, wreszcie — jeśli to ma być ściana zewnętrzna — powinna posiadać niewielki współczynnik przenikania ciepła i zdolność akumulacji ciepła.

Poza tem w szczególnych wypadkach można wymagać od ściany nieabsorbowania kurzu i łatwości oczyszczania, możliwości wykonywania otworów, zabijania gwoździ i haków i t. p.

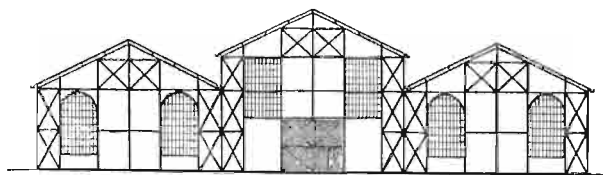
Wszystkie te zadania muszą być spełniane w sposób trwały, przyczem remonty i naprawy winny być ograniczane b. długimi okresami czasu.

Na zakończenie przytoczymy kilka rodzajów ścian, wypełniających szkielet:

a) Ściana ryglowa z wypełnieniem cegłą gr. 13 cm (ryc. 44). Jest to typ ściany spotykany w Niemczech i w Ameryce w halach fabrycznych, magazynach i t. p. Wiatr działający prostopadle do danej ściany przenoszony jest za pośrednictwem rygli i słupów na fundamenty, oraz na poziome lub pochylone kratownice wiatrowe, wykonane w dachu, a niekiedy i w poziomie pośrednim np. pod szynami dźwigów ruchomych. Kratownice wiatrowe skolei przenoszą siły poziome na ściany drugiego kierunku, których stateczność zapewniona jest dzięki krzyżulcom pionowym.

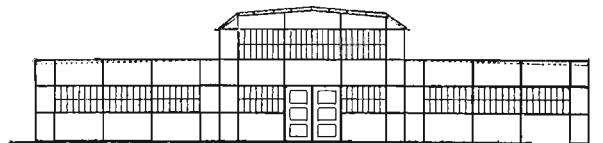
Ryc. 50 wskazuje elewację ściany ryglowej starego typu, ryc. 51 przedstawia takąż ele-

wację nowszego typu; brak krzyżulców zastąpiony jest w niej sztywnymi ramowymi połączeniami prętów.



Ryc. 50.

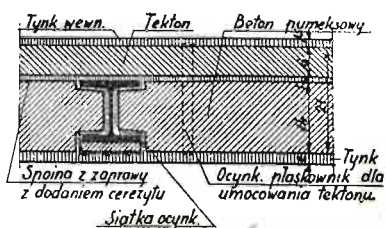
Ściana ryglowa o gr. $\frac{1}{2}$ cegły jako ściana zewnętrzna może nadawać się w naszym klimacie do pomieszczeń, gdzie chodzi tylko o odgrozienie przestrzeni, a względy cieplne nie grają roli. W normalnych pomieszczeniach, przeznaczonych na pobyt ludzi, ściany takie jako ściany zewnętrzne są nieekonomiczne ze względu na bardzo znaczny koszt opału. Prócz tego sprzyjają osadzeniu się wilgoci i nie chronią szkieletu od rdzy i od ognia.



Ryc. 51.

Natomiast ściany ryglowe gr. $\frac{1}{2}$ cegły mogą być z powodzeniem stosowane wewnątrz wysokich hal, gdzie nie chodzi o znaczniejszą ogniochronność i izolację cieplną.

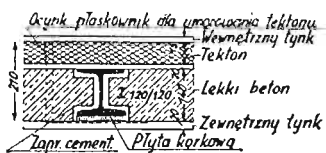
b) Ściany zewnętrzne w budynkach mieszkalnych. Poza swojemi ogólnymi zadaniami ściany zewnętrzne budynków mieszkalnych muszą chronić szkielet stalowy od rdzy i ognia. Najczulszemi miejscami tych ścian są części przylegające do słupów: miejsca te wymagają specjalnego konstrukcyjnego opracowania, są bowiem one szczególnie wrażliwe na działania skurczu materiału, wydłużeń termicznych i wstrząsnień, a prócz tego, zawierając przekrój stalowy, stają się o wiele lepszymi przewodnikami ciepła od reszty ściany. Ryc. 52



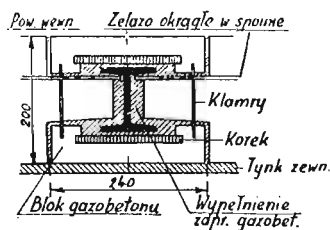
Ryc. 52.

przedstawia ścianę, stosowaną w Niemczech, złożoną z bloków betonu pumeksowego gr. 14 cm, do których umocowano na zaprawie i za pośrednictwem ocynkowanych płaskowników — płyty tektonowe gr. 6 cm. Zewnętrzny pas dwuteownika chroniony jest płytką z betonu pumeksowego, przytwierdzoną zapomocą siatki, wtopionej w zaprawę, otaczającą słup. Zaprawa

ta zawiera domieszkę środka uszczelniającego cerezytu. Ściana otynkowana dwustronnie ma taką przewodność ciepła jak mur ceglany gr. 95 cm. Jednakowoż nasuwają się zastrzeżenia, ponieważ miejsce, gdzie się znajduje słup nie jest specjalnie ocieplone, a wobec tego na tynku może się kondensować wilgoć; oprócz tego pionowe spoiny przy płytce okładzinowej nie są zabezpieczone od powstawania rys. Ryc. 59 przedstawia podobną ścianę, w której po stronie zewnętrznej dano ochronną płytę korkową i siatkę, przeciągniętą na 15 cm poza spoiny pionowe. Siatka dobrze umocowana do ściany znakomicie zwiększa wytrzymałość tynku; na rozciąganie, zabezpieczając w ten sposób od pojawienia się rysy w spoinie.

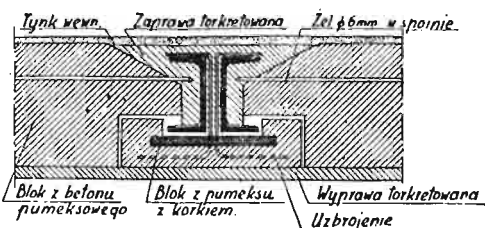


Ryc. 53.



Ryc. 54.

Ryc. 54 przedstawia ścianę berlińskiego przedsiębiorstwa „Torkret“. Bloki gazobetonowe gr. 20 cm specjalnymi występami wchodzą pomiędzy pasy dwuteownika, które to pasy są ograniczone od zewnątrz i wewnątrz ochronnymi blokami również z gazobetonu z zabetonowanymi płytami korkowymi. Wszystkie spoiny i przestrzenie między blokami i słupem wypełniono zaprawą gazobetonową; spoiny poziome uzbrojono ponadto prętami okrągłymi, a bloki ochronne ściągnięto kłami. W styczniu r. b. oglądałem dom 7-piętrowy w Berlinie t. zw. Schellhaus z podobnymi ścianami z gazobetonu. W domu było wprawdzie ciepło, ale uskarżano się na pęknięcie w niektórych miejscach.



Ryc. 55.

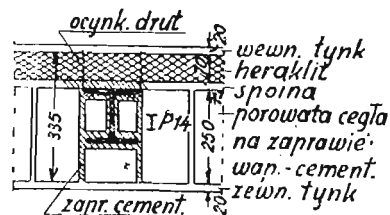
Ryc. 55 przedstawia podobną ścianę ze słupem z dwóch ceowników. W bloku ochronnym zabetonowano druty, które służą do umocowania go w zaprawie, otaczającej słup. Tynk zewnętrzny i obetonowanie słupa wykonano sposobem torkretowania.

Ryc. 56 przedstawia ścianę z cegieł porowatych z dodaniem płyt heraklitowych. Słup obłożony jest od zewnątrz warstwą gr. 1/2 cegły. Wyprawa przy słupie cementowa, poza słupem cementowo-wapienna. W Niemczech daje się zauważyć w ostatnich czasach powrót do cegły: budowniczowie niechętnie robią eksperymenty

z nowymi materiałami budowlanymi, które nie zawsze dały dobre wyniki.

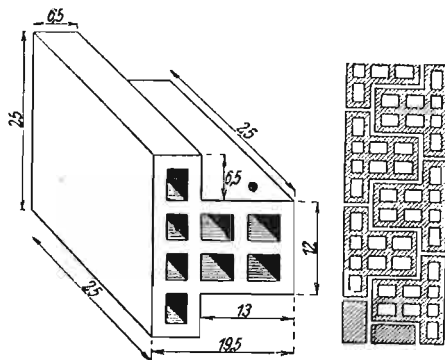
W Monachjum wykończono w r. 1934 kolonję kilkuset domów, w których ściany wykonano wyłącznie z cegły.

Dla budowy szkieletowych produkują najrozmaitsze typy cegieł pustakowych. A więc np. cegły pokazane na ryc. 57, przy użyciu których droga przemarzania przez spoiny jest specjalnie długa. Mur z takich cegieł gr. 27 cm ma mieć przewodność cieplną równą murowi gr. 48 cm ze zwykłej cegły¹⁴⁾.



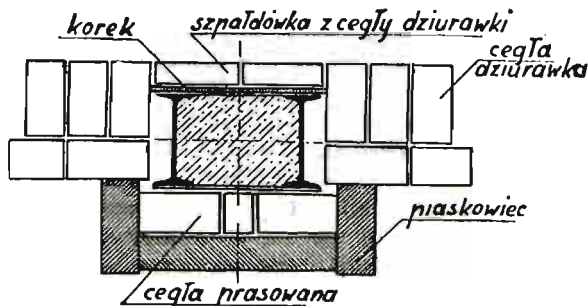
Ryc. 56.

Ponieważ materiały zastępcze, użyte na ściany zewnętrzne w szeregu budynków wykonanych w Polsce nie wszędzie dały wyniki zadowalające, przeto by mieć zupełną pewność co do dobroci ścian — stosowano u nas w budynkach szkieletowych za wyjątkiem jednego wypadku — stary wypróbowany materiał — cegłę.



Ryc. 57.

Ryc. 58. przedstawia ścianę zewnętrzną XIII do XVI piętra budynku Prudential w Warszawie. Ściana zasadnicza gr. 1 1/2 cegły wykonana

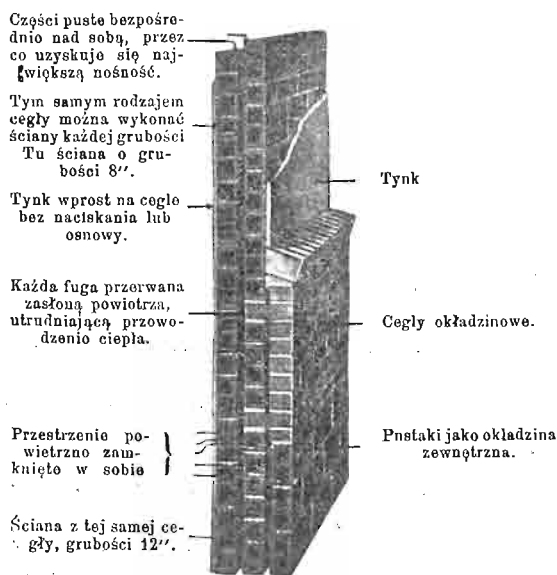


Ryc. 58.

jest z dziurawek, występy pionowe z cegieł prasowanych i piaskowca. Słupy pokryte są od wewnątrz wyrównawczą gładzią cementową,

która pokrywa wszystkie nakładki i wiązania konstrukcji stalowej, następnie izolowane impregnowanymi płytami korkowymi gr. 2 cm na lepniku bitumicznym i wreszcie obłożone dziurawką na rąb na zaprawie cementowej z siatką.

Amerykańskie budynki szkieletowe wypełnione są najczęściej różnymi pustakami ceglana-
nymi, przyczem b. często stosują pionowe niezapełnione szwy, zabezpieczające zaprawę (ryc. 59).



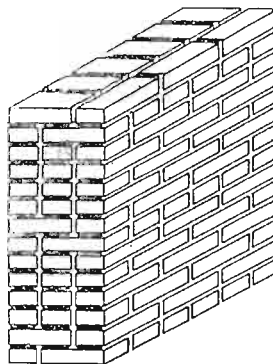
Ryc. 59.

Przykład muru z pustaków, wypełniającego szkielet stalowy.

Wydaje mi się, że najodpowiedniejsze wypełnienie ściany zewnętrznej w naszych warunkach stanowiłaby ściana gr. 1 1/2 cegły z dziurawek, ułożoną systemem amerykańskim z niezapełnionymi spoinami pionowymi (rys. 60). Ścianę taką wypróbowano w Z. S. S. R. i za-
lecono instrukcją z 1932 r. do powszechnego stosowania¹⁵⁾.

¹⁵⁾ Barskij: „Kirpicznaja kładka“.

Pustki powietrzne w tej ścianie są wąskie i niewysokie ($h=35\text{ cm}$), dzięki czemu powietrze jest unieruchomione, a zaprawa w spoinach przerwana, więc nie zachodzi obawa przemarzania poprzez zaprawę. Dzięki tym pustkom, mur prędzej wysycha, a wilgoć ma utrudnioną drogę do wewnętrznej powierzchni ściany. Takie ściany są gorszymi przewodnikami ciepła aniżeli mur pełny gr. 55 cm, ich wytrzymałość,



Ryc. 60.

stwierdzona doświadczeniami, jest aż nadto wystarczająca dla konstrukcji szkieletowej. Instrukcje Z. S. S. R. twierdzą nawet, że robocizna tego rodzaju ściany jest szybsza niż normalnego muru w 1 1/2 cegły, bowiem murarz ma mniej cegieł do dokładnego ułożenia do lica zewnętrznej powierzchni, oraz zyskuje na czasie, nie zapełniając pionowych spoin równoległych do kierunku muru.

Jak z powyżej wyłożonych rozważań wynika, problem wypełnienia ścian konstrukcji szkieletowych wymaga fachowej umiejętności; ta umiejętność została w znacznej mierze przez naszych konstruktorów i budowniczych opanowana, czego dowodzi szereg wzniesionych już w Polsce budowli stalowych, gdzie ściany zewnętrzne i wewnętrzne zachowują się bez zarzutu.

Inż. Dr. STANISŁAW HEMPEL

Stropy w konstrukcjach stalowych.

Od czasów powstania budownictwa dla celów mieszkaniowych, strop budowlany jest elementem równie pospolitym jak ściana. Jeżeli obecnie temat dotyczący stropu zasługuje na omówienie, to wynika to z postępu budownictwa, wyrażającego się między innymi inżynierskim i naukowym ujmowaniem zagadnień, które doniedawna stanowiły zakres zainteresowań świata rzemieślniczego.

Rozpatrzmy rolę stropu jaką on spełnia w całości danej konstrukcji. Zanim jednak tę, obecnie ujawnioną, nową rolę stropu oświetlimy, podamy parę uwag dotyczących stropu jako elementu budowlanego, niezależnego od innych elementów z nim współpracujących.

Cechy fizyczne materiałów budowlanych wyznaczają rolę jaką te materiały mogą spełnić w budowlu. Ten cel, w świetle własności fizycznych stali, najwyraźniej wyznacza jej rolę przede wszystkim nośną, w zastosowaniu do wszelkich konstrukcyj, a więc i do stropów.

Każda konstrukcja w ujęciu inżynierskim powinna zadość czynić następującej zasadzie:

Konstrukcja spełnia wszystkie warunki dla jej użytkowania i jednocześnie jej koszt jest najmniejszy.

Zasada ta prowadzi do maksymalnego wyzyskania własności danego materiału.

Ten punkt widzenia będzie nicią przewodnią niżej podanych rozważań.

Gdybyśmy na chwilę zapomnieli o powyższej zasadzie, wówczas nie mielibyśmy skrupułów w wykonaniu stropu np. z belek ceówek lub dwuteówek ułożonych jedna obok drugiej, w ten sposób, aby półki zajęły pozycję pionową.

Absurdalność takiego użycia belek jest oczywista — stoi bowiem w rażącej kolizji z wyżej przytoczoną zasadą „wyzyskania materiału”. Obracając wspomniane belki około ich podłużnej osi o 90° , dzięki lepszemu wyzyskaniu materiału tychże samych belek, powodujemy kilkakrotnie oszczędność wydatków na konstrukcję nośną.

Przekantowanie belki w pozycji leżącej na stojącą jest pierwszym i elementarnym wycuciem dyktującym właściwe ustawienie belki. Jeżeli do powyższego zdania wstawilibyśmy zamiast „elementarne wycucie”, inżynierskie ujęcie za-

gadnienia, wówczas powstaje pytanie, w jakim świetle przedstawia się właściwe użycie belki stalowej w celu wyzyskania jej materiału.

Zważywszy, iż moment wytrzymałości belki obliczony na jednostkę wagi jest proporcjonalny do wysokości belki (jej numeru), a moment bezwładności do kwadratu wysokości belki, otrzymamy następującą regułę.

Dla uzyskania oszczędności na belkach żelaznych należy stosować możliwie duże profile przy jednoczesnym wyzyskaniu naprężeń dopuszczalnych; w szczególności porównanie dwóch rozwiązań belkowania stropu o niskich i wysokich belkach prowadzi do następujących wniosków:

1. Oszczędność na wadze belek dla określenia których miarodajne są naprężenia dopuszczalne, wyraża się stosunkiem wysokości belek.

2. Oszczędność na wadze belek, dla określenia których miarodajne są ich ugięcia, wyraża się kwadratem stosunku wysokości belek.

W konsekwencji powyższych wniosków wpływa konieczność stosowania dużych odstępów między belkami¹⁾, równających się w przybliżeniu dziesięciokrotnej wysokości belki. Różnica w wysokości belek zastosowanych racjonalnie i nieracjonalnie pod względem wyzyskania materiału, praktycznie rzadko przekracza 6 cm. Np. zamiast belek Nr. 20 rozstawionych do 1 m, należy przyjąć belki Nr. 26 rozstawione co 2,0 m.

Powiększenie normalnej grubości stropu wynoszącej 30 cm może być spowodowane zastosowaniem belek wyższych od Nr. 24. Zamiana belkowania gęstego z belek od Nr. 16 do 20 na belki do Nr. 24, szeroko rozstawione, nie powoduje zwiększenia normalnie stosowanej grubości stropu 30 cm. Zamiana belkowania o gęstym rozstawieniu belek na belkowanie przy zastosowaniu belek ponad Nr. 26 wywołuje zwiększenie grubości stropu ponad 30 cm w przybliżeniu o połowę różnicy wysokości belek.

Zamieniając belki Nr. 20, rozstawione co 1 m, na belki Nr. 26 rozstawione co 2 m oszczędzamy

¹⁾ Odpowiednie przykłady liczbowe znajdzie Czytelnik w publikacji: „Oszczędność w najprostszyc i najczęściej stosowanych konstrukcjach żelaznych”. S. Hempel. Poradnia Stosowania Żelaza.

na $1 m^2$ stropu (nie licząc końców belek w murze), 5 kg stali, co daje z tego tytułu około 1,65 złotych oszczędności na $1 m^2$ stropu. Zwiększenie wysokości ścian wynoszące w danym przykładzie 3 cm na każdą kondygnację powoduje jednocześnie straty, które obliczamy w przybliżeniu w następujący sposób.

Niech łączna szerokość pomieszczeń w świetle długiego budynku wynosi 10 m, grubość ścian zewnętrznych niech wynosi 55 cm i wewnętrznej 41 cm. Przyjmując poza tem koszt $1 m^3$ muru 40 zł. i koszt wyłożenia kamieniem $1 m^2$ fasady 60 zł., otrzymamy straty spowodowane zwiększeniem wysokości ścian wynoszące 55 groszy na $1 m^2$ stropu.

Szeroko rozstawione belki wymagają odpowiednio mocnej płyty stropowej, którą rozwiązujemy w ekonomiczny sposób, stosując uzbrojenie żelazem Isteg przy użyciu lekkich pustaków, między innymi np. „KAES”.

Na zachodzie w ostatnich latach stosuje się do budowy stropów, tak zwane lekkie profile, nieznane dotychczas na naszym rynku budowlanym.

Oszczędność stropu wynikająca ze stosowania lekkich profili płynie z innych źródeł niż oszczędność, o której mówiliśmy wyżej, w odniesieniu do normalnych belek żelaznych.

Lekkie profile belek stropowych posiadają małą nośność w porównaniu z belkami normalnymi. Z tego względu lekkie profile wymagają gęstego rozstawienia. Nieznaczne rozpiętości między belkami lekko profilowymi pozwalają na ekonomiczne rozwiązanie płyty stropowej. Płyta o rozpiętości mniejszej od metra, nie musi być uzbrojona, nieznaczna jej grubość powoduje, iż ciężar własny stropu wypada nieduży, poza tem grubość stropu wahająca się około 20 cm daje oszczędności na ścianach.

Pomimo, iż lekkie profile gorzej wyzyskują materiał stalowy, niż belki normalne, t. j. pomimo, iż żelaza w stropie o belkach lekkich wypada więcej niż przy zastosowaniu belek normalnych, oszczędności na całokształt budowy są znaczne.

Dotychczas poruszaliśmy sprawę racjonalnego stosowania belek stalowych w związku z własnościami ich przekroju poprzecznego, w dalszym ciągu chcemy zwrócić uwagę Czytelnika na źródła oszczędności wynikające z układu statycznego jaki stworzy belka stropowa.

Chcąc wykonać galerję lub balkon w innym poziomie niż sąsiednie stropy, stosujemy belki w postaci konsoli, mocując końce belki w murze. Takie konstrukcje najczęściej znajdują zastosowanie w budownictwie przemysłowym, a poza tem, przy rozwiązywaniu architektonicznym wnętrza sal gimnastycznych, balowych, pływalni i wielu innych. Przytaczamy ten przykład w tym celu, aby zaznaczyć, iż istnienie zamocowania belki w murze jest faktem stwierdzonym. Stopień zamocowania belki w zależności od sposobu zamurowania jej końców, winien być określony przez odpowiednie przepisy.

Uwzględnienie zamocowania końców belek leżących na dwóch podporach, stosowanie belek ciągłych wzmocnionych w miejscu działania największych momentów ujemnych, uwzględniając

jednocześnie racjonalne rozstawienie belek, pozwala uzyskać oszczędności na ich wadze do 40%, co w przeważającej ilości wypadków czyni strop na belkach stalowych bezkonkurencyjnym.

Pośrednie oszczędności ze stosowania stropów na belkach stalowych, ze względu na organizację pracy przy budowie wynikają z następujących własności tych stropów:

1. Zakładanie belek stalowych nie wstrzymuje wznoszenia murów.
2. Ułożone belki stalowe ułatwiają komunikację w budującym się budynku.
3. Strop o belkach stalowych nie wymaga specjalisty przy wykonaniu.
4. Układanie belek stalowych nie zależy od pór roku.
5. W stropie o belkach stalowych łatwo można wykonać otwory do różnych instalacji nie naruszając wytrzymałości stropu.
6. Strop o belkach stalowych może być wzmocniony, bez niszczenia całego stropu, czego nie można wykonać przy innych stropach.
7. Belki stalowe z rozebranego stropu posiadają wartość użyteczną handlową.

W budynkach szkieletowych belki stropowe opierają się na podciągach. Słupy szkieletu dzielą powierzchnię zabudowaną najczęściej na prostokąty. W celu wyzyskania stali w belkach i podciągach, te ostatnie należy umieścić wzdłuż dłuższych boków prostokątów, zostawiając krótsze dla belek stropowych. Jeżeli projekt budynku szkieletowego posiada należytą koordynację w rozmieszczeniu ścian i podciągów, polegającą na tem, aby każdy z podciągów posiadał ścianę albo ściankę pod sobą, wówczas belki stropowe mogą leżeć bezpośrednio na podciągach, a zatem mogą i powinny być ciągłe.

Stropy, podobnie jak ściany, występujące w budynkach szkieletowych, poza bezpośrednim swem przeznaczeniem, spełniają nową rolę, zrozumiałą dla fachowców, a polegającą na usztywnianiem działaniu w odniesieniu do całokształtu budynku. Należy rozróżnić dwie fazy, w jakich się znajduje budowa budynku szkieletowego, a mianowicie: stadjum montażu i szkielet obudowany²⁾.

Ujawnienie tych nowych ról, jakie spełniają stropy i ściany spowodowało powstanie ciekawych konstrukcyj dachowych. Jeżeli postąpimy odwrotnie niż pisaliśmy wyżej, t. j. zamiast stropu działającego jak wiązacz poziomy, wprowadzimy istotnie ciężar poziomy, wtedy otrzymamy konstrukcję dachową, ultra nowoczesną, której opis i ilustrację znajdziemy w Przeglądzie Budowlanym, zeszyt 3, rok 1934, str. 80, pod nazwą „Dachy bezsłupowe i bezwieżarowe”. Cytowany opis dotyczy konstrukcji, która w dowolnym materiale może być stosowana, a w konstrukcjach stalowych powinna znaleźć wielorakie i ciekawe rozwiązania.

Zwrócenie uwagi na usztywniające działanie stropów lub dachów, w wielu wypadkach może czynić zbytecznym stosowanie w niektórych wypadkach, wiązarów wiatrowych, tych dotychczas

²⁾ Patrz Konstrukcje szkieletowe żelazne. S. Hempel 1933 r.

niezastąpionych i niezbędnych elementów większych hal budownictwa przemysłowego, lub wogóle hal. Podobnie, usztywniające działanie ścian pozwala na opuszczenie tężników pionowych w konstrukcjach szkieletowych hal i budynków.

Nowa rola stropów i ścian, ujawniona dzięki stalowemu budownictwu szkieletowemu, nie jest w rzeczywistości nową.

Wystarczy zwrócić uwagę na budynki naszych miasteczek lub na podobne znajdujące się na krańcach większych miast, nie wyłączając stolicy, aby w umyśle inżyniera, a nawet laika, powstało pytanie. Na skutek jakich praw taki

budynek stoi, skoro pochylone i popękane ściany skazują go raczej na natychmiastowe zawalenie się. Jedyna jest odpowiedź. Ściany, pomimo, iż wyszły z pionu łącznie ze stropem wzajemnie się usztywniają, zapewniając całości praktyczną równowagę.

Mizerne budynki, na granicy zawalenia się, uzewnętrzniają wyraźniej usztywniające działanie ścian i stropów, niż to czynią najbardziej nowoczesne budynki szkieletowe, ostatnie słowo techniki w dziedzinie budownictwa.

Rzeczy dawne, zwykłe i codzienne kryją w sobie źródła nowych zasad i wskazówki postępu.

Inż. JERZY NECHAY

Beton w budownictwie stalowym.

Poszczególne działy budownictwa zająbiają się tak ściśle ze sobą, że nie można żadnego z nich rozpatrywać w sposób odosobniony, nie mając na uwadze zdobyczy nauki w działach sąsiednich. Podobnie i budownictwo stalowe, stanowiące jedną z największych grup w naukach inżynierskich, zespala się z mnóstwem innych materiałów i zagadnień z innych dziedzin techniki, o czym świadczy choćby program tego cyklu wykładów. Do najbardziej bratnich stali materiałów należy beton, z którym współpraca rozciąga się na bardzo szerokim odcinku budownictwa.

Dowodem, że oba te materiały nie tylko spełniają, każdy za siebie, pewne funkcje w budowlu, ale razem połączone mogą dać nowe ustroje konstrukcyjne, jest umieszczenie w programie obrad Międzynarodowego Kongresu Mostów i Konstrukcyj w Paryżu w r. 1932 osobnej grupy referatów o współpracy betonu z dźwigarami stalowymi¹⁾. Do tych zespolonych elementów należą obetonowane słupy, dźwigary zginane i łuki Melana.

Poniżej przejdziemy najważniejsze dziedziny zastosowania betonu w budownictwie stalowym, zaczawszy od fundamentu przez dach, przyczem ograniczymy się do budownictwa betonowego tak dla skrócenia tematu, jak i z tego powodu, że współpraca stali i betonu w innych budowlach ma do pewnego stopnia charakter analogiczny.

1. Fundamenty.

Fundamenty budynków o konstrukcji stalowej są wykonywane najczęściej z żelbetu. Beton jest bowiem odporny na wpływy wilgoci gruntowej, pozwala na dogodne powiększenie podstaw słupów stalowych celem przeniesienia ich obciążenia na grunt, poza tem znaczny stosunkowo ciężar żelbetowej podstawy budynków działa korzystnie na ich stan równowagi, zwłaszcza w budynkach wysokich. W tym celu dla powiększenia wagi betonu przyjmujemy nieraz umyślnie większe jego wymiary. Zwykle fundamenty żelbetowe

składają się ze stóp ostrosłupowych pod słupy, ław dla pewnych grup słupów, a przy większych domach przybierają one postać stropów odwróconych o grubości płyty dochodzącej do 1 m. — Fundament taki zapobiega dodatkowym naprężeniom w szkielecie, jakie powstać mogą przez różnice w osiadaniu poszczególnych słupów. — W rzadkich wypadkach znajdują zastosowanie pale żelbetowe (np. nowy dworzec w Warszawie), których głowice połączone razem, dźwigają słupy konstrukcji.

Poza zadaniem statycznym służy beton w fundamentach budowli stalowych licznym celom o charakterze użytkowym. A zatem jednolita płyta fundamentowa w połączeniu ze ścianami daje nam gotowe zamknięcie na pomieszczenie kotłowni centralnego ogrzewania, stacji pomp, składów i t. p. W piwnicach banków i urzędów budujemy nieraz skarbcce, których ściany grubości od 30 cm w górę, uzbrojone są gęstą kratą prętów ze stali wysokowartościowej.

Podziemia szkieleatów stalowych są w pewnych wypadkach wykonane w całości z żelbetu, a więc również słupy i stropy, a na tem dopiero ustawiamy konstrukcję stalową, np. w gmachu Prudential w Warszawie. Ponieważ obciążenia stropów piwnicznych są najczęściej większe od ciężaru wyższych stropów, spotykamy w piwnicach słupy gęstsze, aniżeli w nadziemnej części budynku i wtedy co drugi słup żelbetowy dźwiga kolumnę stalową. Na zakończenie należy wspomnieć o konieczności przystosowania podziemi większych domów stalowych do celów obronnych przez budowę schronów przeciwgazowych i przeciwbombowych, które mają na celu pomieszczenie mieszkańców domu podczas ataków lotniczych. Żelbetowe stropy tych schronów mają grubość co najmniej 50 cm (co wytrzyma ciężar około 5.000 kg/m²), albo też znacznie więcej²⁾.

W wykonanych w Polsce wysokich domach o konstrukcji stalowej możemy znaleźć wszystkie

¹⁾ Wiele cennego materiału w sprawie współpracy stali i betonu zawierają referaty i przemówienia, wydane w 2 tomach prac tego Kongresu.

²⁾ Por. broszurę inż. Siłakowski i inż. Biesiekiński „Schrony przeciwlotnicze“ odbitka z *Przeglądu Wojskowo-Technicznego* z r. 1934.

najważniejsze, opisane wyżej, możliwości zastosowania żelbetu przy budowie fundamentów³⁾.

2. Słupy.

Słupy konstrukcyjnych stalowych wymagają ochrony od rdzy i ognia. Osłonę tę spełnia w obu wypadkach najczęściej beton, który, przylegając ściśle do powierzchni stali, zabezpiecza ją od rdzewienia, a również przy grubości około 5 cm stanowi należytą osłonę od rozgrzewania się stali podczas pożaru⁴⁾. Osłona betonowa jest nieczarna potrzebna także do nadania słupowi pewnej formy architektonicznej.



Ryc. 61.

Słup stalowy 14-piętrowego gmachu w Katowicach otoczony siatką przed torkretowaniem.

Mamy różne możliwości użycia betonu do wspomnianych wyżej celów, np. otaczamy słupy w odległości 5 cm od zewnątrz deskowaniem i zalewamy całkowicie betonem. Betonu tego oczywiście przy obliczaniu nośności słupów nie uwzględniamy. Drugi sposób polega na obmurowaniu słupa cegłą i wypełnieniu wnętrza betonem. Lecz w obu wypadkach powiększamy bardzo znacznie ciężar martwy słupa. Dlatego korzystniej będzie ograniczyć ilość betonu jedynie do zewnętrznej warstwy ochronnej, co uzyskać

³⁾ Por. a) prof. Bryła „Zastosowanie betonu w budowie wysokich domów w Polsce“, Księga Pamiątkowa I Pol. Zjazdu Żelbetników 1931.

b) Inż. H. Griffel „Zastosowanie betonu i żelbetu przy budowie 14-piętrowego drapacza chmur w Katowicach“. J. w.

c) Nr. 10 z r. 1932 *Przeglądu Budowlanego* opisujący budowę gmachu „Prudential“ w Warszawie z artykułami prof. Bryły, inż. Jakowlewa, inż. Kuhnkego, inż. Płaczkowskiego i inż. Weinfeldta.

d) Prof. Bryła „Najwyższy budynek szkieletowy w Polsce“, *Czasopismo Techniczne* 1934 r.

⁴⁾ Por. inż. dr. Żenczykowski „Zachowanie się materiałów budowlanych i części budynków w temperaturze pożarowej“, *Przegląd Techniczny*, 1934.

można także przez torkretowanie na siatce (ryc. 61⁵⁾), albo też zakładanie na słupy stalowe wykonanych poprzednio otulin betonowych w formie np. ceówek, które z dwóch stron obejmują słup. Ryc. 62 pokazuje nam fotografię z budowy kolonji mieszkaniowej w Drancy pod Paryżem o szkielecie stalowym podczas ustawiania betonowych elementów ścian zewnętrznych. Po prawej stronie widać słup otulony dwoma ceownikami betonowymi, które nadają mu przekrój prostokątny, chroniąc zarazem stal od rdzy i od ognia.



Ryc. 62.

Strop francuski „Christin“, gdzie dźwigar stalowy zastępuje rusztowanie stropu podczas twardnienia betonu.

W nowszych czasach powstały liczne pomysły wykorzystania ochronnej roli betonu do powiększenia nośności słupa stalowego, o czym powiemy bliżej w ustępie 5.

3. Ściany.

Zastosowanie betonu w ścianach budynku o szkielecie stalowym jest bardzo różnorodne, — zaczawszy od ścian z betonu żwirowego, często nawet wzmocnionego płytami stalowymi, które to ściany stosujemy do ochrony pomieszczeń od włamania, aż do ścian z lekkiego betonu tak działowych, jak i zewnętrznych. Lekkie betony stanowią tu obszerny i rozwijający się stale dział techniki, pomimo, iż mają dziś groźnego współzawodnika w wysokowartościowych pustakach ceramicznych. W Polsce doświadczenia ze stosowaniem lekkich betonów w postaci bloków do wypełniania ścian budowli szkieletowych nie wszędzie dały pomyślne wyniki, do tego stopnia, że obecnie rola ich została zepchnięta przeważnie do pełnienia funkcji izolatora ścian wykonanych z innych materiałów o wyższej wytrzymałości. Tem niemniej znaczenie lekkiego betonu, jakiego świadkiem jesteśmy w państwach zachodnich, daje nam wskazówkę, że ściana w szkielecie stalowym powinna stać się u nas poważnym konsumentem lekkiego betonu.

Do lekkich betonów zaliczamy w Polsce, jak wiadomo, celolit, dimabeton, gazobeton i żużlobeton. Grubość ścian z lekkiego betonu nie może w naszych warunkach klimatycznych schodzić poniżej 20 cm w miejscach osłoniętych, a 25 cm w miejscach otwartych, głównie ze względu na wymagania dostatecznej akumulacji ciepła przez ściany.

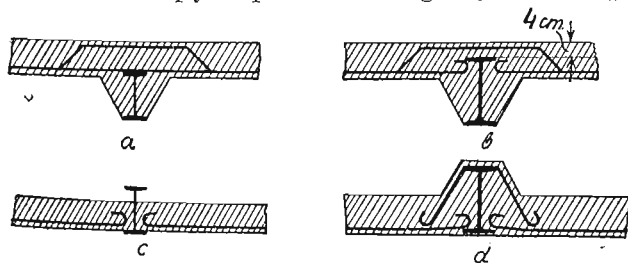
Specjalną uwagę należy zwrócić na stosowanie w ścianach siatek stalowych obrzucanych ręcznie lub torkretowanych zaprawą cementową.

⁵⁾ Por. inż. J. T. Kałkowski „Torkretnictwo“ Warszawa, 1934.

Są to albo zwyczajne siatki z drutu cynkowanego, częściej siatki jednolite i innych systemów, tworzące razem z zaprawą sztywną skorupę. Siatek tych używamy do ścianek działowych małych ubikacyj gospodarczych, szybów wind i wyciągów, do osłony słupów stalowych, jako obudowa przewodów instalacyjnych, osłona wnek i bruzd w ścianach, kryjących te przewody i t. p. Wreszcie siatki te znajdują szerokie zastosowanie do sufitów stropów, nie posiadających od spodu jednolitego materiału. Siatką wreszcie otaczamy profile przed torkretowaniem, które dziś z coraz większym powodzeniem zastępuje lakierowanie konstrukcji stalowych.

4. Stropy.

Beton znajduje zastosowanie w stropach szkieletów stalowych jako materiał nośny (żelbet), albo wypełniający, względnie podrzędny. Stropy żelbetowe stosujemy tylko do tych systemów, które są lekkie i dają dobre usztywnienie budynku w płaszczyźnie poziomej celem przeniesienia sił poziomych na większą ilość słupów szkieletu. Stosowane są one jako belki wolnopodparte, gdyż podciągi stalowe nie mogą najczęściej służyć im za pośrednie podpory potrzebne dla belek ciągłych. Ze stropów żelbetowych w budynkach stalowych znalazły u nas zastosowanie głównie stropy o pustakach ceglanych i stropy



Ryc. 63.

Zależnie od położenia płyty żelbetowej wobec dźwigarów stalowych różnie przedstawia się współpraca betonu ze stalą.



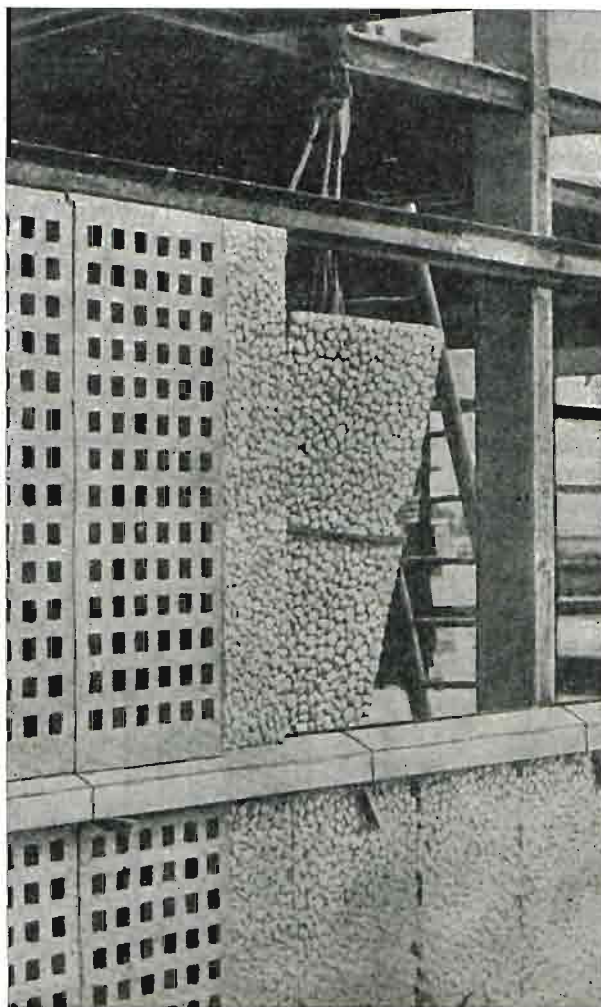
Ryc. 64.

Doświadczalne belki zginane wg. systemu „Alfa“, długość 3,00 m.

„Isteg“. Stropy żelbetowe stosuje się w konstrukcji stalowej głównie z powodu ich ogniotrwałości. Z tego też powodu niektóre przepisy budowlane żądają, aby w budynkach szkieletowych co kilka stropów był strop żelbetowy.

Jeżeli dźwigające belki stropowe wykonamy ze stali, to i wtedy trudno nam się obejść bez betonu, jako składnika wszystkich prawie sposobów ochrony dźwigarów od wpływów zewnętrznych, głównie przez obłożenie lekkim betonem lub torkretowanie budynków szkieletowych.

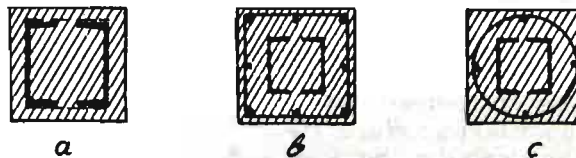
Osobno należy rozpatrzyć rolę betonu w najwyższych stropach wykształconych przeważnie jako dachy płaskie. Wtedy stosujemy żelbet jako odporniejszy na wpływy zewnętrzne (przeciekanie wody, ogień), jako górne poziome usztywnienie budynku, a w obiektach cenniejszych dajemy nawet grubszą żelbetową płytę, celem zabezpieczenia gmachu podczas wojny od bomb zapalających.



Ryc. 65.

Fragment stalowego szkieletu o słupach osłoniętych betonowymi ceownikami.

Na zakończenie zwrócimy uwagę na cenne badania, wykonane w ostatnich latach między innymi w Szwajcarii i na Węgrzech nad współ-



Ryc. 66.

Różne przekroje słupów stalowych obetonowanych, gdzie beton pracuje ze stalą.

pracą płyty betonowej z dźwigarami stalowymi zginanymi, między którymi płyta jest rozpięta. Tematowi temu poświęcono nawet osobny punkt

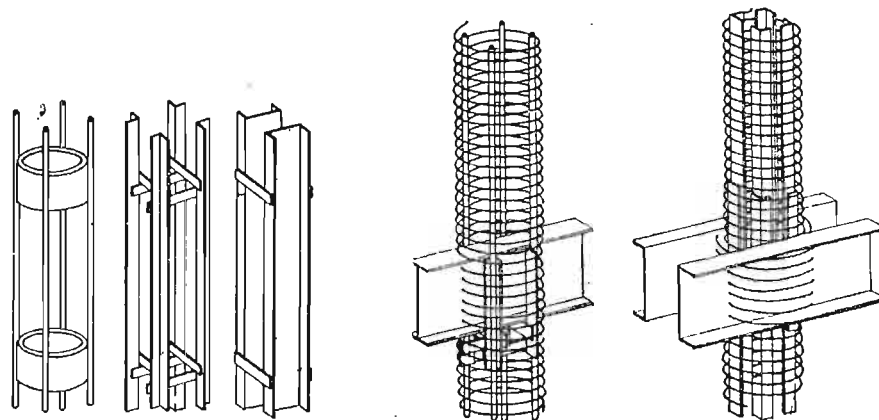
obrad na Międzynarodowym Kongresie Mostów i Konstrukcyj w 1932 r. w Paryżu. Współpraca ta zależy głównie od położenia płyty wobec dźwigarów i jest najwydatniejsza oczywiście wtedy, gdy płyta leży ponad górną stopką dźwigarów (ryc. 63). Są nawet ciekawe próby lepszego połączenia płyty z tą górną stopką, a więc przez wypuszczenie w górę drutów w kształcie litery U, przyspawanie do stopki leżącego uzwojenia z drutu i t. p. Ostatni sposób opatentowany jako system „Alfa“ został wypróbowany w obszernej serji doświadczeń przez prof. Roša w Zurychu⁶⁾. Próbom poddano przede wszystkim elementy, widoczne na ryc. 64. Do górnej stopki dźwigara dwuteowego Nr. 10 przyspojono śrubowo skręcony pręt 12 mm, układając w wierzchołkach zwojów co 26 cm poprzeczne pręty 8 mm, uchwycone w końcach prętami podłużnymi 14 mm. Całe uzbrojenie obetonowano płytą o grub. 7 cm. Badania wykazały doskonałą przyczepność płyty betonowej do górnej stopki dźwigarów. System ten zastosowano już do stropów i mostów szwajcarskich. Ryc. 65 przedstawia nam znów francuski strop „Christin“, gdzie specjalnie wykształcony dźwigar stalowy przenosi ciężar własny stropu, a na nim spoczywają żebra i płyta żelbetowa. Dzięki falistej krawędzi ścianki i znajdującym się w niej otworom mamy dostateczną współpracę stali i betonu.

nad nośnością rur z blachy stalowej, wypełnionych betonem, prowadzone również i u nas w jednym z zakładów badawczych, dotąd niepublikowane.

Wreszcie nader ciekawą dziedziną połączenia betonu ze stalą są konstrukcje systemu Melana, używane głównie do łuków, gdzie przekrój kratownicy stalowej obliczony jest dla przeniesienia ciężaru własnego z obetonowaniem, beton zaś po stwardnieniu powiększa przekrój ustroju celem przeniesienia dalszych obciążeń, jak pokrycie i ciężar użytkowy⁷⁾.

O krok dalej idzie wiedeński inż. Bauer, opatentowując cały system konstrukcji szkieletowej pośredniej między żelbetem a stalą, gdzie sztywne uzbrojenie słupów i belek dźwiga deskowanie i świeży beton. Po stwardnieniu betonu pracują już elementy jako żelbet. Na ryc. 67 widzimy uzbrojenie słupów łączone przykładami, lub też usztywnione przed betonowaniem przez uzwojenie⁸⁾.

W ten sposób doszliśmy stopniowo do dziedziny budowlanych zespołów konstrukcyjnych, gdzie istotnie dźwigar stalowy i beton, albo też odwrotnie, stanowią nierozdzielalną całość, każde spełniając to zadanie, które mu dały do spełnienia jego własności technologiczne. Szczęśliwe wykorzystanie tych własności, zwłaszcza przez uszlachetnienie betonu i stali oraz przez trafne po-



Ryc. 67.

Uzbrojenie słupów systemu inż. Bauera.

5. Konstrukcje mieszane.

Ponieważ beton występuje bardzo często jako osłona słupa stalowego i wtedy jest tylko martwym ciężarem budowli, zaczęto już dawno rozpatrywać różne możliwości wyzyskania obecności betonu. Znane są w tym zakresie liczne doświadczenia wykonane przez Empergera i Saligera, z którymi zaznajamiam nas stale w polskich pismach prof. Thullie. Współpraca betonu i stali da się w tych słupach streścić w zasadzie, że nośność takiego słupa równa się sumie udźwigu obu materiałów. Są to obetonowane słupy stalowe z 2 kształtówek „I“ albo „C“, z 4 kątówek, z okrągłym rdzeniem żeliwnym i t. p. (por. ryc. 66).

Wymienić także należy najnowsze badania

wiązania konstrukcyjne, stawia inżyniera przed możliwością coraz to nowych pomysłów i wynalazków⁹⁾.

⁷⁾ Por. inż. Lubiński „Betonowanie łuków o dużej rozpiętości bez rusztowań przy zastosowaniu sztywnego zbrojenia“ Księga Pamiątkowa I Zjazdu Żelbetników, 1931.

⁸⁾ Por. inż. Abramowicz „Beton jako czynnik zmniejszający wagę konstrukcyj w budownictwie stalowym“, *Cement* 1933.

⁹⁾ Ścisły program artykułu nie pozwala na przejście do tematu współpracy betonu i stali w mostownictwie, nie można jednakże pominąć milczeniem ukazania się ostatnio w *Wiadomościach Drogowych* w r. 1934 dwóch ciekawych prac na ten temat, a to: inż. Skopińskiego „Żelbetowe przepusty i małe mosty drogowe płytowe z wkładkami sztywnymi“ (zeszyt 6) i prof. dr. Bryły „Dźwigary obetonowane w świetle doświadczeń Baesa“ (zeszyt 12), oraz w r. 1935 pracy prof. Bryły o obliczeniu takich belek.

⁶⁾ Por. „*L'Ossature Métallique*“, Bruksela, Nr. 4 z r. 1934.

Prof. Inż. Dr. STEFAN BRYŁA

Ekonomiczne i techniczne walory spawania konstrukcyj stalowych.

Spawanie, które w ostatnim dziesiątku lat weszło w zastosowanie w konstrukcjach stalowych i wyparło w niektórych miejscach i dziedzinach w ogromnym stopniu używane dotychczas metody łączenia konstrukcyj stalowych, zawdzięcza swój rozwój walorom, które bezspornie posiada. Gdyby ich nie miało, nie wchodziłoby w życie i to w tempie tak niezmiernie szybkim, jak żadna dotychczas metoda konstrukcji. Nawet rozwój żelbetu przed kilku dziesiątkami lat nie wykazywał takiej prężności i takiej szybkości rozwoju.

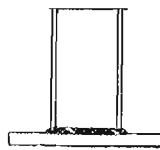
Z pomiędzy tych walorów wybija się na pierwszy plan oszczędność na materiale, jaką się uzyskuje przy stosowaniu spawania.

W stosunku do połączeń na nity lub na śruby występuje ona bezwzględnie zawsze. Innymi słowy: konstrukcja spawana musi być lżejsza od nitowanej. Składają się na to następujące czynniki:

1. Potrzebne przekroje prętów są mniejsze. Odpadają tu przede wszystkim dziury na nity, które w konstrukcjach nitowanych powodują, że przekrój netto jest równy przekrojowi brutto zmniejszonemu o powierzchnię dziur na nity, a więc stratę materiału, wynoszącą od 10–25%. Dotyczy to prętów rozciąganych zawsze, prętów ściskanych i belek zginanych w różnym stopniu, głównie w zależności od przepisów.

2. Odpadają w zupełności albo w znacznym stopniu łączniki, które w konstrukcjach nitowanych są potrzebne przy wszystkich połączeniach. Należą tu np. blachy i przykładki przy połączeniach prętów w kierunku ich osi, kątowniki lub inne przekroje, oraz blachy węzłowe, gdy chodzi o połączenie prętów pod kątem. Podstawa słupa stalowego wykonana przy pomocy nitowania wymaga blach trapezowych, kątowników i t. p. przy konstrukcji spawanej możemy je w zupeł-

ności pominąć, umieszczając np. trzon słupa bezpośrednio na odpowiednio grubej płycie podstawowej (ryc. 68). W blachownicy nitowanej kątowniki służą wprawdzie w pewnym stopniu do zwiększenia przekroju, ale głównym ich celem jest umożliwienie połączenia pomiędzy blachami pionowymi a poziomymi, w blachownicach spawanych kątowniki są zbyteczne, a materiał może być tem samem lepiej wyzyskany (ryc. 69). Niemal wszystkie belki kratowe nitowane posiadają blachy węzłowe (fasonowe); w konstrukcjach spawanych przeważnie ich niema albo są one bez porównania mniejsze. Dołączenie dźwigarów do podciągów lub słupów wymaga odpowiednich kątowników; przy spawaniu kątowników tych niema, albo mają one znaczenie wyłącznie podrzędne montażowe, a więc waga ich jest bardzo mała.



Ryc. 68.
Podstawa słupa.



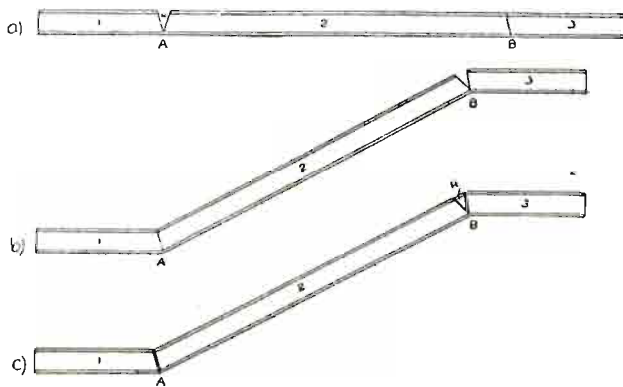
Ryc. 69.
Blachownica spawana.

3. Połączenia spawane pozwalają na uzyskanie ciągłości i sztywności, w sposób bardzo łatwy, podczas gdy uzyskanie tego przy konstrukcji nitowanej jest żmudne i utrudnione. Konstrukcje spawane są niemal monolityczne. Wszystko to powoduje znaczne zmniejszenie działających momentów i t. d., a w konsekwencji zmniejszenie przekrojów. Normalne połączenie dźwigarów z podciągami lub słupami wykonywa się w konstrukcji nitowanej przy pomocy kątowników. Miejsce połą-

czenia posiada zmniejszony przekrój dźwigara, a nadto w chwili niszczenia wykazuje wygięcie i wyciągnięcie kątówek i nitów. Utwierdzenie, jakie dają nity (śruby), jest bardzo małe — wynosi od kilku najwyżej do kilkunastu procent; na skutek zaś osłabienia przekroju belki nie można z reguły na nie wogóle liczyć i dlatego nie uwzględnia go się, chyba, że wykonamy połączenie zupełnie specjalnie. Połączenie analogiczne wykonane przy pomocy spawania, wykazuje natomiast zawsze znacznie większy stopień utwierdzenia, nawet całkowite utwierdzenie, zależnie od wielkości zastosowanych spoin.

4. Ilość straconych części, odcinków i t. d. redukuje się do minimum. W przeważnej ilości wypadków można odcinki te włączyć w jednym czy w drugim miejscu w konstrukcję. Powoduje to co najwyżej dodatkowy koszt spoiny łączącej, ale ocala materiał. Np. przy wykonywaniu schodów spawanych często stosuje się konstrukcję następującą (ryc. 70): dźwigar stalowy wycina się w miejscu *A* w kształt trójkąta, a przecina w miejscu *B* od góry; następnie wygina go się w *A* i zespaja również, używając w ten sposób ostatecznie dźwigar jednolity, wygięty i to bez straty materiału.

5. Dobór przekrojów potrzebnych może być w konstrukcjach spawanych przeprowadzony bez porównania korzystniejszej niż w nitowanych. Przy nitowaniu ograniczeni jesteśmy chociażby tem, że połączenia muszą być symetryczne względem płaszczyzny więzara, musimy więc wogóle w belkach kratowych prawie wszędzie stosować przekroje podwójne. Powoduje to, że dla małych kratownic i sił działających musimy stosować np. po dwie kątówki, chociaż naprężenia będą nieraz dochodziły tylko do ułamka naprężeń dopuszczalnych. W konstrukcji spawanej można i pasy i przekątne wykonać z jednego przekroju, np. z teówek, stosując przytem taki przekrój, jaki jest najekonomiczniejszy.



Ryc. 70.

Wykonanie policzka schodowego.

Dodatkowy ciężar elementów łącznikowych, jakimi są główki nitów, względnie spoiny, wynosi w konstrukcjach nitowanych 2—5%, w spawanych: 0,6—1,5%, średnio 1%.

6. Z tych wszystkich powodów zmniejsza się i ciężar własny konstrukcji, a wskutek tego w porządku wtórnym zmniejszają

się również potrzebne przekroje, gdy ten ciężar własny stanowi znacznie większy ułamek obciążenia.

Oszczędność na materiale uzyskana z powodów powyższych wynosi od 15—30% w stosunku do konstrukcji nitowanych, zazwyczaj około 20%.

Jeżeli chodzi jednak o całkowity koszt konstrukcji, to musimy wziąć pod uwagę nie tylko ogólną jej wagę, ale także i koszt jednostkowy konstrukcji. Zazwyczaj koszt ten określa się przy oddawaniu konstrukcji stalowej od 1 kg. — Ustosunkowanie się zaś ceny jednostkowej konstrukcji spawanej do tejże ceny konstrukcji nitowanej waha się w zależności od tego, z jakiego rodzaju konstrukcją mamy do czynienia, z szkieletową, z blaszaną, czy z kratową. Dodać należy, że w konstrukcji spawanej zmierza się zawsze jeszcze w większym stopniu niż w nitowanej do tego, aby o ile możności największą część robót wykonać w warsztacie, a na montażu możliwie najmniejszą. W warsztacie można bowiem ustawić elementy konstrukcji zawsze w tem położeniu, aby spawanie było jaknajwygodniejsze. Np. unika się o ile możności spawania sufitowego; w warsztacie można ułożyć elementy zawsze tak, aby go uniknąć, lecz na budowie musimy spawać tak, jak wymaga tego definitywne położenie spoiny. Ponadto wykonanie na budowie uzależnione jest w większym stopniu od czynników przypadkowych, np. wpływów atmosferycznych.

Pozatem musimy przytem przy porównaniu cen konstrukcji obu typów liczyć się z następującymi czynnikami:

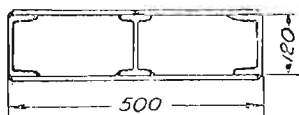
Roboty przygotowawcze, t. j. prace rysunkowe dadzą się łatwiej skutecznie w konstrukcjach spawanych. Sam proceder rysowania nitów z dokładnym określeniem ich odstępów, wielkości blach węzłowych, odległości poszczególnych elementów, oznaczania położenia nitów rozmaicie na poszczególnych elementach, jest bez porównania żmudniejszy niż przy projektowaniu konstrukcji spawanej. Do tego dochodzi jeszcze w niektórych wypadkach konieczność niezwykle drobiazgowego — na milimetry — określania długości odstępów i t. d. Wprawdzie i konstrukcje spawane muszą być obliczane na milimetry, jednakowoż wogóle dopuszczalna tolerancja jest tutaj większa, a w wielkiej ilości wypadków nieraz właśnie tam, gdzie określenie dokładnej długości jest najtrudniejsze — można podać prosto wymiary przybliżone z dokładnością nawet na kilka centymetrów; w najgorszym razie przytnie się któryś pręt na budowie acetylenem. Jako przykład przytoczę np. określenie długości wiatrownic w dachach, które muszą być wymiarowane zazwyczaj w innej płaszczyźnie niż rysunkowa. W poszczególnych wypadkach można nawet obyć się bez rysunków szczegółowych i spawać na podstawie szkiców.

Równoległe z tem zmniejsza się wybitnie i robota warsztatowa, praca postępuje znacznie szybciej, a do wykonania konstrukcji potrzeba znacznie mniejszej ilości ludzi niż przy nitach. Inna rzecz, że muszą to być ludzie wykwalifikowani i egzaminowani w odpowiednich okresach czasu.

Musimy jednak zważyć jeszcze jeden czynnik, mianowicie potrzebne instalacje. Nie da się

zaprzeczyć, że istniejące warsztaty, urządzone na nitowania, muszą się przy przejściu na spawanie dostosowywać do tego i instalować odpowiednie urządzenia. Wymaga to nowych inwestycji, które razem muszą być w jakimś czasie zamortyzowane. Natomiast instalacje do nitowania istnieją już i ulegają minimalnym zmianom.

To jest najważniejszym powodem, dla którego cena jednostkowa konstrukcji spawanej (1 kg) jest u nas wogóle wyższa od takiejże ceny konstrukcji nitowanej. Zresztą najzupełniej niesłusznie, gdyż wyżej podane powody, poza nowymi instalacjami, prowadzi raczej do rezultatów wręcz odmiennych. Różnica ceny jest jednakowoż coraz mniejsza i w miarę dostosowywania się warsztatów do nowego systemu produkcji, zmienia się na korzyść konstrukcji spawanej. Wynosi ona u nas obecnie średnio ok. 5% na korzyść konstrukcji nitowanej¹⁾. Jeżeli uwzględnimy jednak oszczędność na wadze, to dojdziemy do rezultatu, że konstrukcja spawana będzie zawsze tańsza od nitowanej (oczywiście dobrze zaprojektowana). Wszystkie te konstrukcje spawane wykonane w ostatnich kilku latach w Polsce były oddane jako tańsze od nitowanych. W warsztatach konstrukcyjno-spawalniczych należycie zorganizowanych i uposażonych cena jednostkowa już dzisiaj wypada niższa przy spawaniu, a wtedy oszczędność własna przy zastosowaniu konstrukcji spawanej w koszcie ogólnym dochodzi do 15% i wyżej.



Ryc. 71.

Przekrój słupa w magazynie Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie.

Niektóre warsztaty nie stosują jeszcze chętnie spawania na budowie. Powodem tego jest nie tyle niepewność co do dobroci wykonania na budowie, co niedostosowanie się ich należyte do montażu spawanego. Prowadzi to do typu konstrukcji spawanej na warsztacie a nitowanej na budowie, co daje oszczędność pośrednią. Dobry warsztat, posiadający odpowiednie urządzenia i odpowiedni personel, nie będzie się napewno obawiał spawania na montażu. Dowodzi tego cały szereg konstrukcji, wykonany zagranicą i w Polsce, z których przeważna część jest spawana w całości, a tylko mały odsetek nitowany na montażu. Doskonałe rezultaty, otrzymane przy tych budowlach, dają pewność, że przy dobrej firmie wykonywającej, nie potrzeba się obawiać spawania montażowego, oraz, że konstrukcja typu mieszanego, spawano-nitowanego zupełnie zniknie w najbliższym czasie.

Inne korzyści spawania konstrukcji stalowych są następujące:

¹⁾ Różnica ta waha się zależnie od urządzeń i przystosowania warsztatu. Dla warsztatów posiadających dobrą organizację i instalacje spawalnicze, cena jednostkowa konstrukcji spawanej już dziś jest w wewnętrznej kalkulacji niższa od takiejże ceny konstrukcji nitowanej.

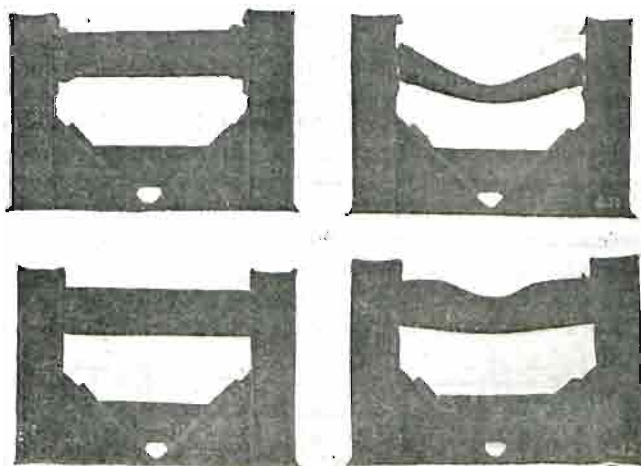
Spawanie można wykonać w warunkach, w których nitowanie może nie być wykonalne. Np. przy budowie magazynu Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie (1934), konieczny był przekrój słupów skrzynkowy zamknięty o ścianach zupełnie gładkich. Zastosowano przeto przekrój spawany, podany na ryc. 71; ani taki, ani jakikolwiek inny typ nitowany, któryby spełniał te warunki, jest nie do pomyslenia.

Wszelkie przeróbki, wzmocnienia i t.d. są znacznie łatwiejsze i prostsze; nie przeszkadzają tu bowiem zupełnie główki nitów, łączniki i t.d.

Jakikolwiek niedokładności, które okażą się na montażu, mają znacznie mniejsze znaczenie, niż w konstrukcjach nitowanych. Przesunięcia odpowiadających sobie otworów nitowych, np. w pasie i w blasce węzłowej, spotykane bardzo często, powodują konieczność naciągania przekrojów i wywołania tem samym naprężeń montażowych, które niejednokrotnie są bardzo znaczne. W konstrukcjach spawanych niedokładność przycięcia prętów wpływa bardzo mało lub zupełnie nic. Naprężenia zaś termiczne, jakie powstają przy spawaniu, nie są wogóle większe od naprężeń montażowych.

Wreszcie — w miastach rzecz bardzo ważna — wykonywanie konstrukcji bez hałasu, jaki przy nitarkach występuje, jest dalszą zaletą spawania. Jest to powód, dla którego np. przy budowie P.K.O. w Warszawie zastosowano spawanie, gdyż praca biurowa w przylegających częściach budynku musiała być utrzymana przez cały czas.

Niezależnie od powyższych walorów należy zaznaczyć, że w miejsce dawniej stosowanych odlewów (np. łożysk, przegubów i t. d.), wchodzą również dziś — podobnie jak w budowie maszyn — elementy spawane z blach i płyt, przez co odpada kłopotliwa potrzeba odlewania niewielkich części w warsztacie czy na budowie.



Ryc. 72.

Próby połączeń nitowanych i spawanych na uderzenie. Połączenie nitowane uległo zniszczeniu przy 27 tonnach, przyczem łączniki i nitki zostały zniszczone, natomiast połączenie spawane przy 41,7 tonnach nie wykazało żadnych pęknięć spoin (doświadczenia w Malines w Belgji jeszcze w r. 1927).

Spawanie nie weszłoby w życie, gdyby przy wspomnianych powyżej walorach ekonomicznych i wykonawczych, nie miało ono odpowiednich walorów wytrzymałościowych.

Należyście wykonane połączenie spawane jest jednak wytrzymalsze od połączenia nitowanego, równie należyście wykonanego, obliczonego na podstawie tych samych przyjęć i przepisów, ponadto zaś w razie potrzeby połączenie to można zawsze wykonać „jeszcze mocniej“, zwiększając spoiny i konstruując odpowiednio przylegające partje elementu łączonego. Wskazują na to dobitnie przykłady elementów konstrukcyjnych, łamanych aż do zniszczenia, wykonywane nawet już 8 i 10 lat temu, a więc w początkach spawania konstrukcyjnego. Już podówczas okazało się np., że rama wedle ryc. 72 wykonana przy pomocy spawania, łamie się znacznie później, niż w wykonaniu nitowanym i to nie przez pęknięcie spoin, ale przez wygięcie belki, gdy w nitowanym pękają połączenia nitowane. Od tego czasu technika spawania, metody wykonywania, przrządy do spawania, elektrody, postąpiły niezmiernie naprzód. Ktokolwiek więc powołuje się na dawne rezultaty (nieraz zresztą również bardzo dobre), z przed kilku lat, to tak, jak gdyby w żelbecie chciał opierać się na doświadczeniach z lat osiemdziesiątych, a w konstrukcjach nitowanych z połowy ubiegłego wieku. Ilość doświadczeń poczynionych w tych dziesięciu latach z konstrukcjami spawanymi we wszystkich niemal państwach świata, jest tak ogromna, że nie może się z nią równać ilość doświadczeń, wykonywanych przez długie dziesiątki lat z konstrukcjami nitowanymi nawet w odległej proporcji. Dlatego musi się bacznie śledzić ogromną literaturę techniczną, aby, zajmując się spawaniem, orjentować się w niem należyście. A właśnie wszystkie doświadczenia ostatnich lat stwierdzają, że połączenia spawane górują nad nitowanymi swoją mocą i wytrzymałością. Oczywiście przy racjonalnem zaprojektowaniu i dobrem wykonaniu. Jakość połączeń spawanych podobnie jak jakość betonu zależy bowiem przede wszystkim od wykonania. Musi się na nią położyć nacisk jaknajwiększy. Jeżeli spawanie wykona się źle, to rezultaty dobre być nie mogą. Wyłącznie odpowiedzialne firmy, mające należyte instalacje i wyszkolony personel mogą wykonywać spawanie. Tego zresztą wymagają wszystkie przepisy.

Większa wytrzymałość dobrze wykonanych połączeń spawanych, spowodowana jest nadto

możliwością skoncentrowania połączenia w dowolnem miejscu, dostosowania się do wymogów konstrukcji, oraz do sił działających, większą, niż w konstrukcjach nitowanych.

Jeszcze dziś podnoszone są zarzuty przeciw spawaniu konstrukcyj stalowych, które koncentrują się głównie w kierunku „braku należytej kontroli“ i „naprężeń i odkształceń termicznych“. Ktokolwiek na te zarzuty spojrzysz głębiej i nieuprzedzony, ten łatwo wyczuje ich niesłuszność. Istnieje wiele sposobów badania jakości spoin, m. in. niektóre bardzo proste, ale wogóle nie stosuje się ich, gdyż próby spawaczy i próby elektrod, wykonywane systematycznie, dają najzupełniej wystarczającą gwarancję wykonania. Zachodzi tu to samo, co w konstrukcjach żelbetowych, których również nie bada się inaczej, jak tylko przy pomocy prób betonu, wykonywanych na budowie. A jeżeli chodzi o konstrukcje nitowane, to badanie nitów przy pomocy młotka, nie jest żadnem badaniem wytrzymałościowem. Konstrukcje nitowane mają za sobą setkę lat istnienia, ale nigdy nie były tak badane, jak pragnie się nieraz badać i jak czasem bada się konstrukcje spawane.

Co dotyczy zaś naprężeń i odkształceń termicznych, to te ostatnie zależą przede wszystkim od systemu spawania. Należy zawsze wybrać zatem najodpowiedniejszy, taki, który gwarantując największą wytrzymałość, da zarazem najmniejsze napięcia i odkształcenia. Odkształceniami termicznymi nie trzeba się zbyt iluzjonować. Wkładki w betonie też nie leżą tak regularnie, jak je na rysunku zaprojektowano i nikt położenia ich nie może skontrolować. Konstrukcje nitowane „dociąga“ się nieraz na montażu, a nawet profile walcowane nie są tak czyste, jak na rysunku; — wiadomo przecież, że kształtówki tych samych numerów różnią się od siebie nieraz znacznie, co znaczy w konsekwencji nieraz więcej, niż odkształcenie termiczne przy spawaniu. Zresztą, stosując odpowiednie środki, można się uchronić nawet od odkształceń w tych samych granicach, co w konstrukcjach nitowanych. Zazwyczaj jednak nie jest to potrzebne. Bo konstrukcje inżynierskie nie są robotą jubilerską; one mają być przede wszystkim odpowiednio silne.

Gdy zważymy te wszystkie zalety spawania i porównamy je z wadami tegoż, zrozumiemy łatwo przyczyny tak szybkiego rozszerzania się konstrukcyj spawanych. Nie trzeba być wcale prorokiem, aby być pewnym, że w niem jest przyszłość budownictwa stalowego i to już w najbliższym czasie.

Inż. PAWEŁ JAKOWLEW

Organizacja budowy domów o szkielecie stalowym.

Wstęp.

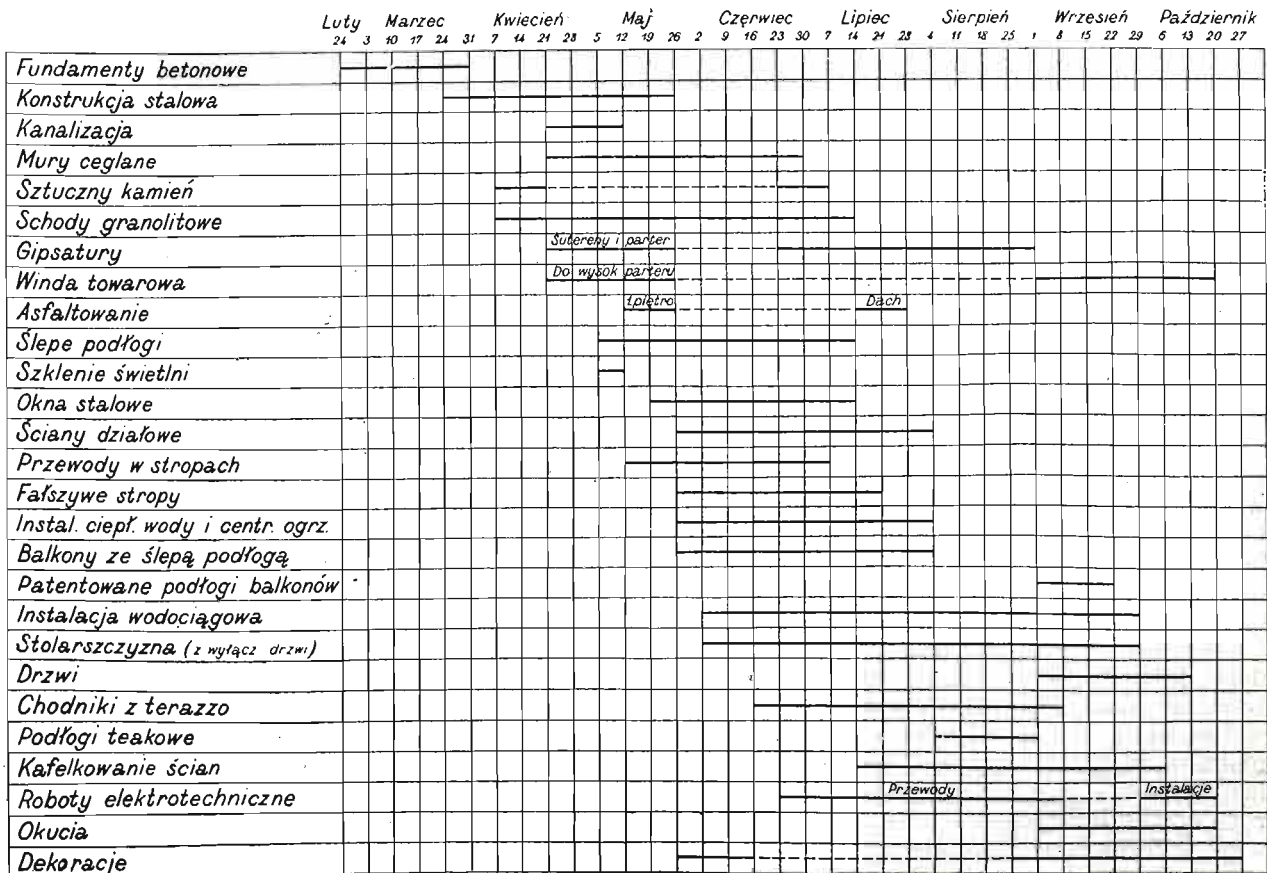
Na początku każdej rzeczy materialnej, stworzonej zarówno przez naturę jak i przez człowieka, — jest myśl. Sama rzecz jest tylko materializacją myśli twórczej.

Każda budowa powstaje i kształtuje się pod działaniem myśli trojakiemu rodzaju: 1) jak ma wyglądać budowla, 2) ile będzie kosztować i 3) jak ją wykonać.

o koszcie budowy realizuje się w postaci kosztorysu, planu finansowania i rozrachunków. I wreszcie 3-cia myśl, — organizacja robót, — obejmuje również 3 dziedziny: czas, przestrzeń i personel.

Stosując się do tego podziału, rozpatrzmy pokolei:

1. rozplanowanie robót w czasie, czyli program, ustalający terminy rozpoczęcia i ukończenia



Ryc. 73.

Typowy wykres postępu robót. (Budowa szpitala okulistycznego przy Caroline Street w Londynie).

Pierwsze stadium materializacji 1-szej myśli jest projekt w 3-ch postaciach: projekt architektoniczny, konstrukcyjny i instalacyjny. Myśl

różnych robót, jak również terminy zamówień i dostaw materiałów,
2. rozplanowanie robót w przestrzeni, a więc

plan rusztowań, wind i wszelkich urządzeń pomocniczych i

3. rozplanowanie pracy i podziału funkcji personelu technicznego.

Dwa systemy budowy: stary i nowy.

Konieczność posiadania takiego planu robót jeszcze w większym stopniu dotyczy budowli stalowo-szkieletowych, które, stanowiąc nową epokę w dziedzinie konstrukcji, dały również początek zupełnie nowej organizacji budowy, pozwalającej wykonywać gmachy kolosalnej wielkości w nieprawdopodobnie krótkim czasie. zasadnicza różnica 2-ch systemów, starego i nowego, polega na tem, że dotychczas roboty budowlane musiały postępować kolejno, „szeregowo“, jedna za drugą. Stropów, schodów, ani żadnych instalacji niepodobna było zaczynać, zanim się nie ukończyło wszystkich murów. Podczas gdy dzisiaj szkielet stalowy, który można montować o każdej porze roku, sam stanowi rusztowanie, dające możność prowadzenia na różnych piętrach jednocześnie, „równoległe“ prawie wszystkich robót budowlanych. Podczas gdy górne piętra jeszcze się montują, o parę pięter niżej betonuje się stropy i schody, jeszcze niżej muruje się ściany, zakłada się instalacje, dalej się tynkuje i t. d. i t. d.

Ta właśnie równoległość robót umożliwiała wybudowanie:

W r. 1928 Domu Handlowego w Los Angeles, 9 pięter w 3 miesiące; w r. 1929 Mc. Graw - Hill Building w Chicago, 16 pięter w 8 miesięcy; w r. 1929 Zarząd Wodociągów w Detroit, 20 pięter w 7 miesięcy; w r. 1931 Mc. Graw - Hill Bldg w N. Yorku, 33 pięter w 12 miesięcy; w r. 1929 Lincoln Building w N. Yorku, 53 piętra w 16 miesięcy; w r. 1930 Manhattan Building w N. Yorku, 71 pięter w 9 miesięcy; w r. 1931 Empire State Building w N. Yorku, 102 piętra w 15 miesięcy — w dodatku przy pracy tylko na 1 zmianę i tylko w ciągu 5 dni w tygodniu.

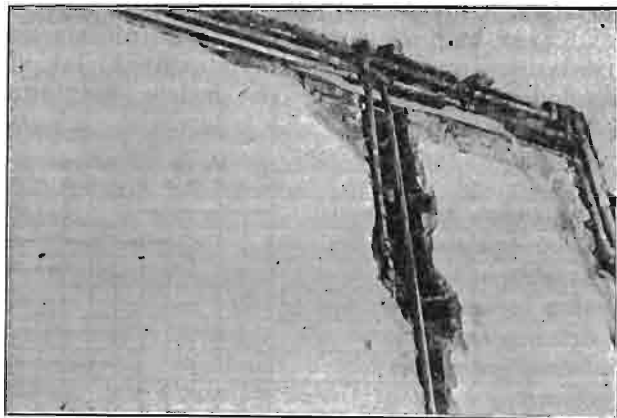
I. Program robót.

Dla prowadzenia czasem kilkudziesięciu różnych robót jednocześnie, posiadanie szczegółowego programu robót, gruntownie przemyślanego i opracowanego tak drobiazgowo, jak kolejowy rozkład jazdy, jest kwestją bezsprzecznie najistotniejszą, można powiedzieć, kwintesencją całego przedsięwzięcia.

Na wykresie 73 pokazany jest program budowy gmachu Ophtalmic Hospital w Londynie (całkowity czas budowy — 8 miesięcy).

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że (1) niektóre instalacje, jak np. kanalizacja, wentylacja i windy rozpoczynają się zwykle zaraz po rozpoczęciu betonowania stropów, a czasem nawet i jednocześnie, zupełnie nie czekając na wykończeniu murów, jak to się zwykle dotąd u nas praktykuje. (2) Ścianki działowe muruje się jednocześnie ze ścianami zewnętrzными, a czasem nawet jeszcze przedtem. (3) Tynkowanie rozpoczyna się w kilka tygodni po wymurowaniu ścian i ustawieniu futryn, a nie odkłada się do następnego lata, jak to u nas jest w zwyczaju. (4) Żadne instalacje, nawet w razie ich opóźnie-

nia, nie wstrzymują tynkowania, ponieważ wszystkie rurociągi są schowane w specjalnych wnękach i kanałach, przewidzianych w murze. (5) Ścianki działowe albo się stawia wcale, pozostawiając ich rozkład do decyzji przyszłych lokatorów, ale w żadnym razie kwestja ścianek nie musi być przyczyną nawet chwilowego wstrzymania tynkowania tych pomieszczeń. (6) Barbarzyńskie kucie niezliczonej ilości dziur i brózd w murach i stropach dla przeprowadzenia instalacji (Ryc. 74 i 75) i powstające stąd całe góry, całe pociągi gruzu — prawdziwa plaga naszego budownictwa — jest tutaj nie do pomysłenia. Przekreśliłoby to zupełnie cały tak mozolnie i precyzyjnie opracowany program robót. (7) Nieprzewidziane w projekcie nadbudówki, czasem nawet nadbudowa całych pięter, poszerzenia i pogłębienia suterenu, przestawianie okien i drzwi i całych ścian, poszerzenie, pogłębienie i podwyższenie różnych wnęk i t. p., jednym słowem wszelkie zmiany w projekcie, dokonywane już w trakcie robót, są drugą plagą, wprowadzającą zamieszanie na budowie. (8)

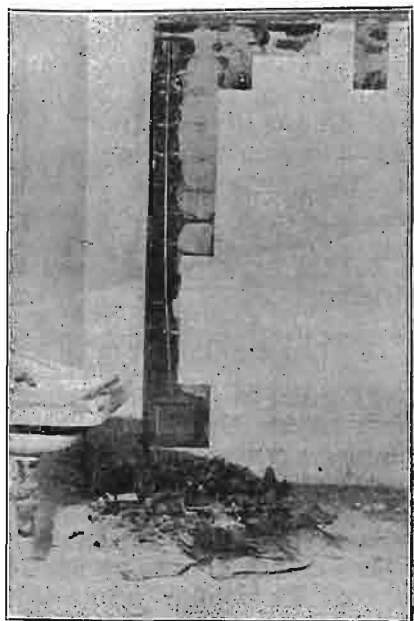


Ryc. 74.

Trzecią plagą jest wadliwy system, a jeszcze gorzej — brak systemu zlecania robót przedsiębiorcom. A więc przede wszystkim: zwlekanie z wydawaniem zamówień, np. zlecenie robót murarskich w lecie zamiast przed wiosną, lub tynków dopiero w zimie, zamiast latem lub wiosną i t. d., następnie — (9) zlecenie poszczególnym przedsiębiorcom nie od razu całości robót danego działu, lecz ratami, np. roboty podłogowe, sztukatorskie i marmurowe dopiero w kilka miesięcy po oddaniu temuż przedsiębiorcy robót murarskich i betonowych, a roboty izolacyjne — jeszcze później, w innym terminie i t. d. W obu wypadkach traci się drogocenny czas i nie rozwija się pełnego tempa. Zamiast systemu robót równoległych, mamy tu właściwie znowu system szeregowy.

(10) Trzecim z kolei błędem jest oddawanie robót zbyt wielkiej liczbie przedsiębiorców, gdyż wtedy kierownictwo budowy zajęte jest więcej administracją handlową, aniżeli właściwym nadzorem technicznym. Poza tem racjonalnym i słusznym jest podporządkowanie kilkudziesięciu pomniejszych przedsiębiorców głównemu przedsiębiorcy, który ma w swoim posiadaniu

rusztowania, windy, pakamery, wodociąg, tymczasowe oświetlenie elektryczne, pomoc roboczą na zawołanie, ogrodzenie, bramy, dozór, — jednym słowem jest faktycznym gospodarzem całego placu budowy.



Ryc. 75.

W budownictwie amerykańskim, jak również i u nas w kolejnictwie i budownictwie wojskowym, a więc instytucjach, posiadających duże doświadczenie w dziedzinie zlecania robót, utrwalił się zwyczaj oddawania całości robót jednemu generalnemu przedsiębiorcy, który potem już sam dzieli poszczególne roboty pomiędzy subprzedsiębiorców. Ciężkie zadanie koordynacji tych przedsiębiorców przechodzi wtedy na barki generalnego przedsiębiorcy, a biuro głównego architekta ma wtedy więcej czasu na nadzór techniczny, kontrolowanie i dopilnowanie terminów wszystkich robót, czyli staje się tem, czem powinno być, to znaczy nie organem administracyjnym, ale kontrolującym.

(11) Czwartym błędem zleceniodawcy jest oddawanie niektórych robót rozrzuconych, jak np. luźno leżące belki żelazne, drobne konstrukcje betonowe i żelbetowe, siatkowanie rurociągów, podwieszonych sufitów, osadzenia różnych skrzynek i pudełek instalacyjnych, rozet, haków, balustrad i t. p. — nie w formie większych zamówień, lecz w formie niezliczonego mnóstwa oddzielnych drobnych zleceń, wydawanych dorywczo, z dnia na dzień. Podobno na jednej budowie wydawano po 200 zleceń miesięcznie, czyli średnio co godzina nowe zlecenie. W tych warunkach biuro przedsiębiorcy nie może pracować planowo i oszczędnie, nie może od razu zakupić całego materiału hurtowo, a personel jego zmuszony jest do pracy dorywczej i nerwowej. Pochodzi to przeważnie z braku szczegółowych wykazów robót i braku pełnego i dokładnego kosztorysu, którego przygotowanie jest możliwe oczywiście tylko wtedy, kiedy projekt jest opracowany bardzo starannie do naj-

drobniejszych szczegółów jeszcze przed przystąpieniem do budowy.

Projekt szczegółowy.

Niekiedy, wobec zgóry przez właścicieli gmachu zadanych terminów, architekci bywają zmuszeni do rozpoczęcia robót, nie czekając na ostateczne wykończenie projektu, rysunków, szczegółowych wykazów materiałów. Jest to 4-ta plaga, najgroźniejsza, bo jest ona zarazem przyczyną, wywołującą wszystkie inne plagi, wspomniane poprzednio. Projektujemy prawie zawsze w atmosferze gorączkowego pośpiechu, jak na pożar, pracując często nocami i tak przez parę miesięcy, a budowa pomimo to ciągnie się dobrych parę lub kilka lat.

W Ameryce jest odwrotnie: opracowanie projektu każdej większej budowli szkieletowej przez cały sztab architektów, konstruktorów i instalatorów trwa około roku, ale zato budowę wykonuje się w kilka miesięcy.

Projekt szczegółowy musi się składać nie tylko z kompletu dokładnie wymiarowanych, sprawdzonych, wszechstronnie uzgodnionych rysunków, ale i z całego szeregu szczegółowych wykazów, grupujących owe rozpylone po całej budowie drobne robótki, jak luźne belki żelazne, drobne konstrukcje z betonu i żelbetu i siatki rozciąganej, tak ażeby przedsiębiorca zawczasu mógł się zorientować w całości robót, które mógłby wykonać od razu lub przynajmniej zachować jaką taką ciągłość pracy. Wszelkie załamania tej ciągłości zatrudnienia, ciągłe redukcje i ponowne przyjęcia robotników, a nawet i personelu technicznego — oto jeszcze jedna plaga na dzisiejszych budowach, która obniża wydajność robót do minimum.

Z tego wszystkiego widzimy, że, o ile organizacja budowy domu o szkielecie stalowym ma dać jakiegokolwiek rezultaty, musi ona działać od początku, przy projektowaniu. Inaczej naprawdę niema o czem mówić. Dalej widzimy, że projektujący muszą dać z siebie coś więcej, niż tego wymagają zwyczaje dotychczasowe. Architekt zatem, prócz syntezy, jaką jest projektowanie rzutów i elewacji, musi dobrze przysiedzieć łańdów przy drobiazgowej analizie wszystkich szczegółów. Natomiast wszystkie prace analityczne inżynierów - konstruktorów i instalatorów muszą być zakończone w formie syntetycznej, w formie właśnie owych wykazów, grupujących i komasujących wszystkie możliwe roboty.

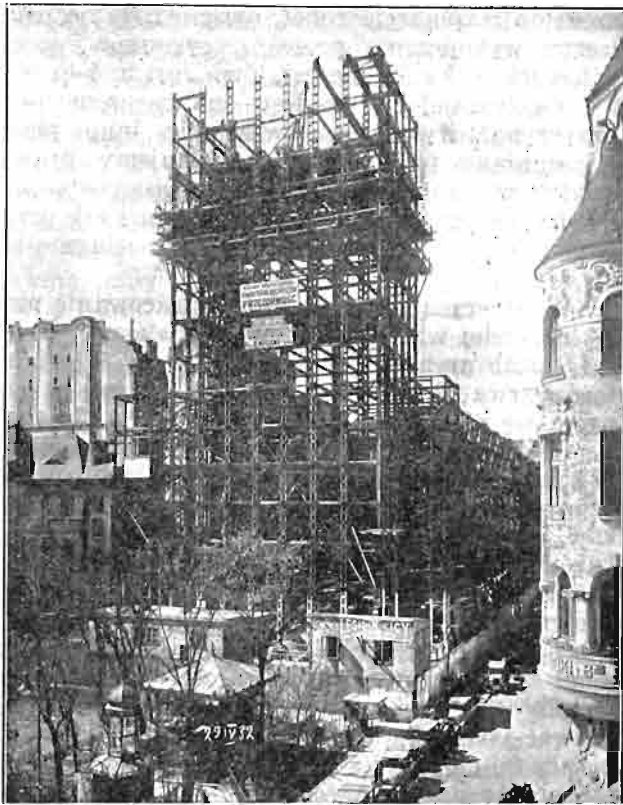
II. Urządzenia pomocnicze i metody pracy.

1. Montaż szkieletu.

Montaż szkieletu stalowego odbywa się przy pomocy żórawi elektrycznych, t. zw. derrików, a przy mniejszych wysokościach zapomocą kaffarów i zwykłych ręcznych dźwigarek budowlanych.

Montaż 14-piętrowego szkieletu w Katowicach o wadze 500 tonn był wykonany przy pomocy 4 derrików w ciągu 3 miesięcy. W Warszawie 575 tonn wieży 16-piętrowego gmachu Prudential ustawiono przy pomocy tylko 1 derrika o sile 30 HP w 2 miesiące. Składanie 1-go

piętra trwało średnio 3 dni. Nitowanie i spawanie ukończono miesiąc później, razem więc w 3 miesiące. Część 5-piętrową zmontowano zórawiami ręcznymi również w 3 miesiące. Montaż i całą budowę wykonała f. K. Rudzki i S-ka.



Ryc. 76.
Szkielet gmachu „Prudential” podczas montażu.

Derrick umieszczony był na drewnianym pomoście nad (pustą jeszcze) główną klatką schodową. Słupy żelazne dostarczano z fabryki w długościach 2-piętrowych. W ten sposób montowano od razu po 2 piętra, poczem derrick za pomocą 4-ch dźwigarek podnoszono o dwa piętra wyżej. W Ameryce robi się to w ten sposób, że jeden derrick podnosi drugi i tak dalej naprzemian. W ślad za montażem, o 2 piętra niżej, szło nitowanie przy pomocy młotków elektro-pneumatycznych, a dalej elektryczne spawanie wiatrownic. Przy montażu wieży $14\text{ m} \times 21\text{ m}$ zatrudnionych było 20 składaczy, 20 cieśli i 20 ludzi przy nitowaniu i spawaniu.

Prawo rytmu.

Przeoglądając wykresy postępu robót, widzimy, że w wypadkach najciekawszych, w wypadkach najbardziej imponującej sprawności i szybkości budowy, jak np. przy budowie 71-piętrowego Manhattan Building, wszystkie, a przynajmniej główne roboty postępują równolegle nie tylko w przestrzeni, ale i w czasie, czyli że są nie tylko w harmonii pomiędzy sobą, ale i mają wyraźny rytm, wspólny rytm. Podobną równoległość, świadczącą o natrafieniu na właściwy rytm, można było obserwować w 1-ym roku budowy 16-piętrowego gmachu Prudential,

mianowicie przy montażu, obmurowaniu i obetonowaniu szkieletu, wykonaniu stropów i betonowaniu schodów.

Naturalne prawo rytmu daje się odczuć jeszcze i w tem, że zwolnienie tempa jednej roboty zatrzymuje wszystkie inne, po niej następujące. Natomiast przyspieszenie jednej z robót nie daje żadnego efektu, o ile wszystkie inne, następne, z jakichkolwiek powodów nie mogą być przyspieszone również. Gdybyśmy przy budowie Prudential House użyli 2-ch dźwigów zamiast jednego, moglibyśmy montować 2 razy prędzej, czyli $1\frac{1}{2}$ dnia 1 piętro, a więc prawie że z „amerykańską” szybkością, ale cóż z tego, kiedy mурować 1 piętro krócej niż 3 dni, przy dzisiejszych naszych, bardzo prymitywnych metodach pracy, byłoby trudno.

Zależność terminów.

Terminy początku i końca montażu zależne są od 3-ch rzeczy: 1) od czasu potrzebnego na przygotowanie ogólnego projektu konstrukcji i obliczenia szczegółowego kilku dolnych pięter, 2) od czasu walcowania profili w hutach i 3) wykonania konstrukcji w warsztatach.

Całkowity szczegółowy projekt konstrukcji 16-piętrowego Prudential House został wykonany przez firmę K. Rudzki (pod kierownictwem prof. Bryły) w 6 miesięcy, przyczem już w 6 tygodni po rozpoczęciu wysłane były pierwsze zamówienia do hut. W 7 tygodni później pierwsze słupy parteru były dostarczone na budowę i rozpoczęto montaż (p. Wykres postępu robót w Prudential). Od tej chwili projektowanie, dostawa i montaż postępowały równolegle, w jednym i tem samym tempie.

Przy budowie małych domów o szkielecie stalowym, oczywiście, wszystkie terminy są krótsze: na projektowanie wystarcza 1—2 tygodnie, walcowanie odpada zupełnie, o ile chodzi o niewielką ilość żelaza, które można dostać ze składów, na obróbkę w warsztatach trzeba liczyć około 4 tygodni, na montaż i całkowite wykończenie domu — około 1 miesiąca.

2. Rozbiórka starych murów.

Derryki montażowe używane są również do rozbiórki starych murów w celu oczyszczenia placu pod budowę. Przy rozbiórce starych fundamentów, dla budowy domu stalowego Savoy Plaza Hotel w New Yorku, wobec braku miejsca, zgrupowano po 4 derryki razem i ustawiono je na 2 platformach o wym. $11\text{ m} \times 11\text{ m}$. Wszystkie derryki ładują gruz do wielkiego leja, ustawionego pośrodku placu nad pomostem dla ciężarówek. W ten sposób ciągłość pracy derryków jest uniezależniona od przerw, spowodowanych podjeżdżającymi i odjeżdżającymi samochodami.

3. Obudowa szkieletu. Stropy, schody.

W tydzień lub dwa tygodnie po rozpoczęciu montażu można już przystąpić do betonowania stropów i schodów, postępując stale o 1—2 piętra za nitowaniem. W ten sposób od samego początku budowy ruch pieszcy może się odbywać po gotowych schodach betonowych. Wobec tego

zbytecznym jest budowanie kosztownych sztag dla murarzy.

4. Obetonowanie szkieletu.

Obetonowanie szkieletu wykonywa się albo zapomocą osiatkowania i torkretowania, przed obmurowaniem, lub też zwykłym sposobem, jednocześnie z murowaniem ścian zewnętrznych, szalując tylko jedną stronę, wewnętrzną. W drapczu w Katowicach zastosowano 1-szy sposób, w Warszawie — 2-gi sposób. Podciąg skrzynkowy, t. j. zamknięte ze wszystkich 4-ch stron powinny posiadać specjalne otwory do wlewania betonu. Otwory te zamyka się potem przy pomocy spawania. Przy większych ilościach betonu opłaca się urządzenie ładowania kruszywa w ten sposób, że kruszywo wyładowuje się z wozów do 2-ch drewnianych, obitych wewnątrz blachą, silosów. Przez otwarcie zasuw kruszywo wysypuje się na taczki lub wprost do betoniarki. Dla wjazdu wozów z ulicy na górny poziom silosów robi się pochyły drewniany pomost. Całe urządzenie powinno kosztować nie więcej, niż kilka % kosztu samego betonu. Dla zmniejszenia wysokości i długości tego pomostu betoniarkę i silosy ustawia się w suterenie pod pozostawionym w tym celu otworem w stropie. Naturalnie, w tym wypadku winda robocza musi również dochodzić do suterenu. Przewożenie betonu odbywa się taczkami lub wózkami 2-kołowymi.

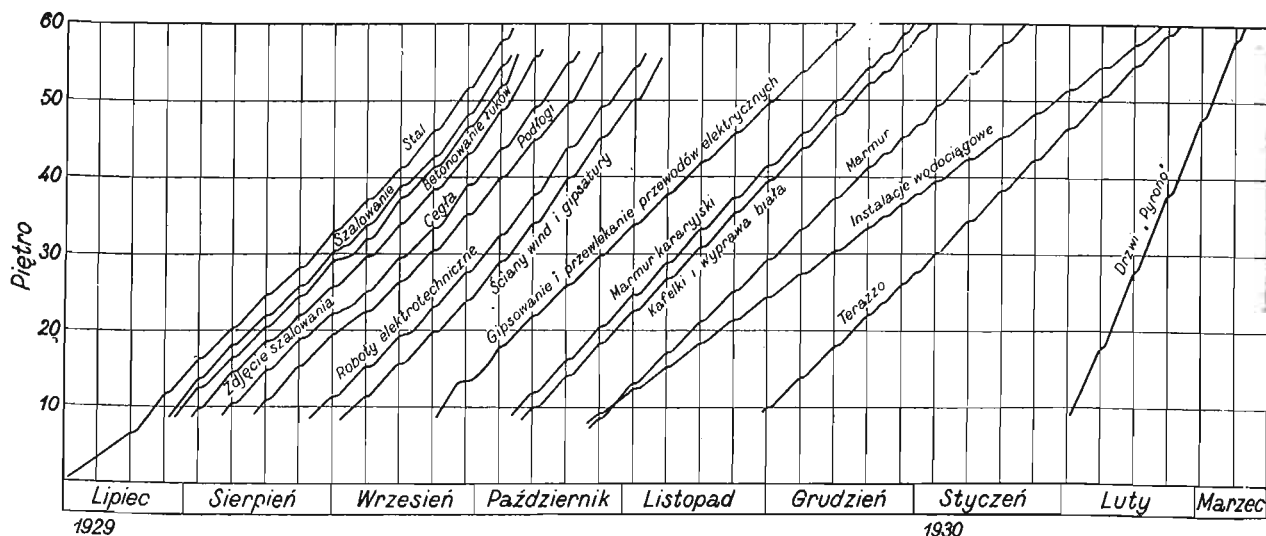
towych, przy większej ilości pięter używa się wyłącznie rusztowań wiszących, które już przy 6-u piętrach kalkuluja się lepiej, niż rusztowania stojące.

Ryc. 80 przedstawia rusztowania typu amerykańskiego, użyte przy budowie Prudential w Warszawie¹⁾.

6. Windy budowlane.

Transport pionowy przy budowie domów stalowych, a szczególnie wysokich, jest tem, czem jest puls dla człowieka. Zatrzymanie wind — to zatrzymanie całej budowy. Ważną i niełatwą kwestją jest rozmieszczenie wind. Najwłaściwszym miejscem są oczywiście szyby, przeznaczone dla wind stałych. Windy towarowe i części osobowych montuje się zwykle już w pierwszym okresie budowy, wobec czego do użytku przedsiębiorców pozostaje tylko część szybów osobowych. Ponieważ liczba tych szybów nigdy nie wystarcza dla celów budowlanych, reszta wind musi być ustawiona nazewnątrz gmachu. Powyżej kilkunastu pięter konstrukcja zewnętrznej wieży drewnianej staje się już bardzo ryzykowna ze względu na możliwość wybożenia i trudność usztywnienia. Wobec tego szyby te buduje się w konstrukcji stalowej, kratowej, składanej z rur.

Po zmontowaniu 1-ej serji wind stałych, windy towarowe zwykle oddaje się do użytku



Ryc. 77.

Plan postępu robót przy budowie gmachu Manhattan Company.

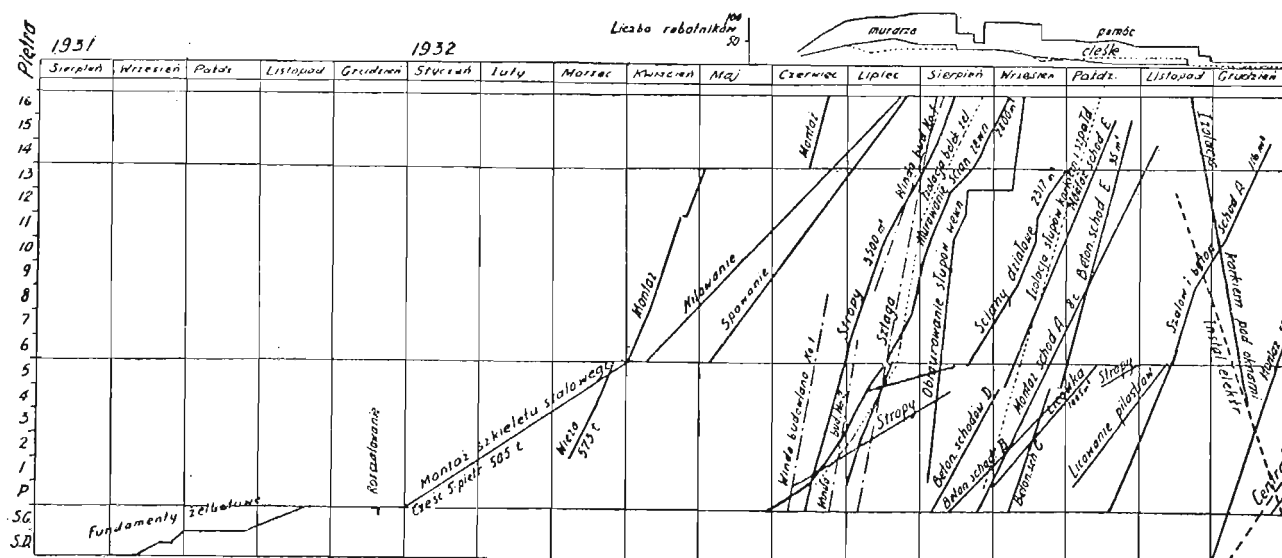
5. Obmurowanie szkieletu. Rusztowania.

Murowanie ścian najlepiej jest wykonywać jednocześnie z licowaniem fasady, (p. rys. 79 53-piętrowy Lincoln Bldg.), gdyż wykorzystuje się jednocześnie rusztowanie; aczkolwiek zasadniczo muruje się od wewnątrz, z gotowych stropów, a licuje się z rusztowań zewnętrznych, to jednak murowanie górnych części ściany nad oknami i szpałdowanie podciągów frontowych wymaga rusztowań od zewnątrz. A prócz tego sposób ten pozwala na łatwiejsze zakładanie ankrów i klamer dla licówki, bez potrzeby wykonywania dziur w murze. W budowlach szkieletu

przedsiębiorcy, poczem windy tymczasowe wewnętrzne rozbiera się, aby ustąpić miejsca dla montażu stałych wind osobowych 2-ej serji. Przy budowie 33-piętrowego Mc. Graw-Hill Bldg pierwsza winda stała była puszczona w ruch tego samego dnia, w którym ukończono montaż szkieletu.

Przy budowie 16-piętrowej części Prudential House w Warszawie, zainstalowane były 2 windy towarowe (nie licząc derricka montażowego):

¹⁾ Opis szczegółowy tych rusztowań — p. art. inż. P. Jakowlewa w „Przegl. Bud.” Nr. 2 r. 1934.



Ryc. 78 a.

Postęp robót przy budowie

jedna wewnętrzna, 0,5-tonowa, dla betonowania stropów i druga — zewnętrzna, 1-tonowa, dla ogólnego użytku, obie o szybkości 45 m/min. Jazda windy na 16-te piętro trwała 1½ minuty. Ruch wind regulowano zapomocą kompletu dzwonek elektrycznych i 4-ch telefonów. W części 6-piętrowej ustawiono jedną windę zewnętrzną 1-tonową, o szybkości 22,5 m/min, wyłącznie dla robót murarskich²⁾ i drugą, ręczną, dla stropów. Wysokość 16 pięter jest mniej więcej tą granicą, powyżej której staje się konieczne przystosowanie wind towarowych również i do ruchu osobowego.

Przy budowie 71-piętrowego Manhattan Bldg o wymiarach w planie 45 × 60 m funkcjonowało 11 wind budowlanych towarowo-osobowych (3 wewnątrz i 8 na zewnątrz), z nich 7 wysokich, do szczytu gmachu i 4 niższe. Połowa wind służyła wyłącznie dla robót murarskich, a druga połowa — do użytku subprzesiębiorców, których było 50-ciu. Przy budowie Empire Bldg było: 24 windy budowlane, z nich — 17 wind towarowych i 7 osobowych.

III. Organizacja personelu technicznego.

1. Amerykański system.

Normalnie biuro projektów powinno być względnie oddzielone od budowy, nietylko w przestrzeni, ale i w czasie. Ten podział pracy, jak już mówiliśmy wyżej, jest podstawowym warunkiem całej organizacji.

W Ameryce przyjęty jest zwyczaj, że generalny przedsiębiorca obejmuje pod swoim zarządem wszystkie roboty budowlane i instalacyjne. Staje się on przez to faktycznie, a nawet i nominalnie, głównym kierownikiem robót. Naczelny architekt zaś, jako naczelny kontroler, sprawuje wyłącznie nadzór techniczny, pilnuje ter-

²⁾ Opis i obliczenie wind przy budowie Prudential House znajduje się w art. inż. P. Jakowlewa w „Przegl. Bud.” Nr. 7, r. 1934.

minów robót i komunikuje się z właścicielami i przyszłymi lokatorami gmachu.

2. Nasz system.

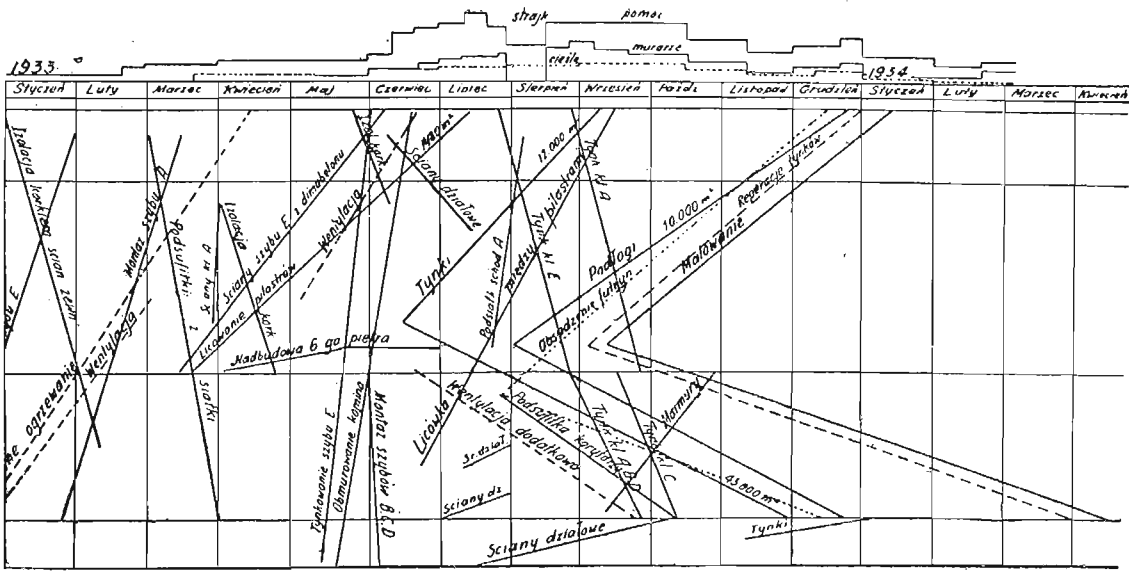
Przy naszym podziale robót na roboty budowlane i instalacyjne, z których w najlepszym razie tylko roboty budowlane bywają zgrupowane pod zarządem jednego, generalnego przedsiębiorcy, organizacja budowy, naturalnie, już nie może być tak doskonała, bo jest niejednolita i połowiczna i to dla obu grup. Architekt naczelny, będąc zaabsorbowany taką samą rolą w stosunku do pół tuzina instalatorów, jak generalny przedsiębiorca do swoich subprzesiębiorców, ma za mało czasu na właściwą dla niego rolę, na należyty nadzór nad wszystkimi innymi robotami. Z drugiej strony — przedsiębiorca, będący faktycznym gospodarzem placu budowy i obsługujący kilkudziesięciu subprzesiębiorców, swoich i nie swoich, ale nie mający żadnego wpływu na terminowe wykończenie instalacji, które, jak wiemy, przeważnie się spóźniają, nie może rozwinąć swojej organizacji w całej pełni z powodu rozproszkowania czynników decydujących na budowie.

3. Koordynacja pracy przedsiębiorców.

Istnieje jeszcze jeden doskonały zwyczaj, stosowany przy budowie domów stalowych w Ameryce i w Anglii, który warto byłoby wprowadzić i u nas. Są to konferencje zarządzane regularnie co tydzień pod przewodnictwem naczelnego architekta przy udziale generalnego przedsiębiorcy i przedstawicieli wszystkich subprzesiębiorców w celu wyjaśnienia spornych kwestyj lub wątpliwości na budowie. Na konferencjach tych bywa również i przedstawiciel właścicieli gmachu.

4. Schematy organizacji personelu.

Schematy organizacji biura generalnego przedsiębiorcy oraz kierownictwa dla budowy domu o szkielecie stalowym do kilkunastu pięter



Ryc. 78 b.

gmachu „Prudential“ w Warszawie.

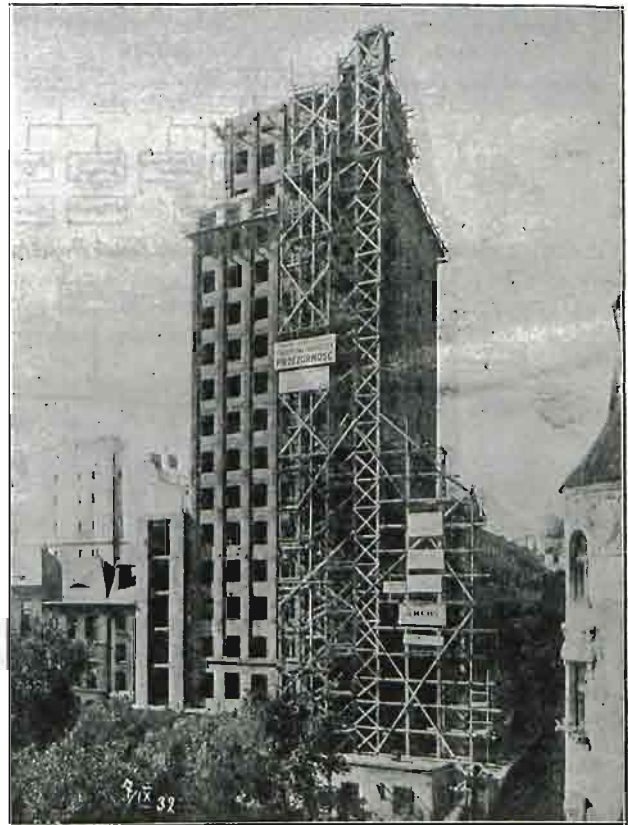
wysokości w naszych warunkach, podane są na ryc. 81 i 82. Schematy te oparte są przede wszystkim na doświadczeniach z budowy 16-piętrowego gmachu Prudential w Warszawie oraz na przykładach amerykańskich.

Wobec prowadzenia wielu robót jednocześnie oraz trudności nadzoru przy rozrzuceniu robót na różnych piętrach, budowa domu stalowego

wymaga nieco większego personelu technicznego, niż budowa zwykła. Oszczędność na personelu w tych warunkach może przynieść w rezultacie tylko straty. Im tańszy personel, tem drożej wypadła budowa. W najlepszych fabrykach amerykańskich stosunek personelu administracji do liczby robotników wynosi 1 : 7, a w fabrykach gorzej prowadzonych — tylko 1 : 11. Ta sama zasada odnosi się i do robót budowlanych, z tą róż-



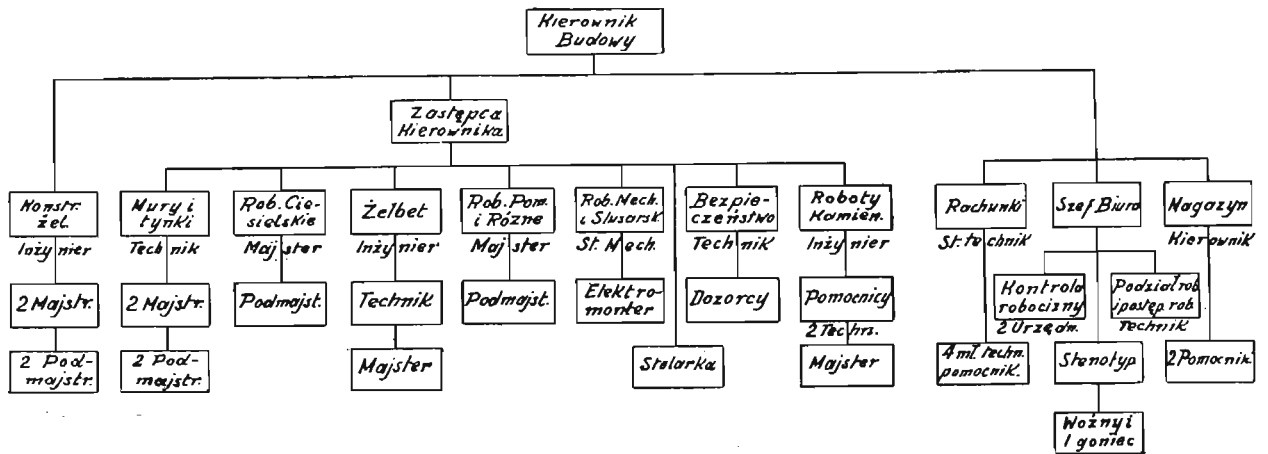
Ryc. 79.
53-piętrowy Lincoln Bldg.



Ryc. 80.
Omurowanie gmachu Prudential.

nicą, że tu wogóle wystarcza mniejszy personel, niż w fabrykach.

3. Regularny nadzór nad bezpieczeństwem pracy powierzony jest specjalne-



Ryc. 81. Schemat organizacji generalnego biura przedsiębiorcy.

Ważniejsze cechy tego schematu organizacji personelu są następujące:

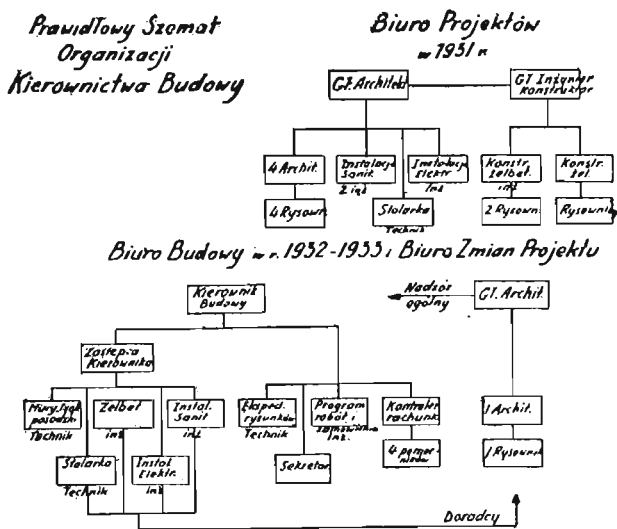
1. Praktyka nasza i zagraniczna wykazuje, że 1 majster z podmajstrzym mogą zarządzać jeszcze dość sprawnie brygadą, liczącą do 50 murarzy, ale nie więcej. Na jednego kontrolera robocizny nie powinno wypadać więcej niż 150-iu robotników.

2. Wszystkie roboty żelbetowe, nawet najdrobniejsze, wykonywa się pod stałym nadzorem fachowca, inżyniera, obeznanego z żelbetem nie tylko praktycznie, ale i teoretycznie. Jest to

mu technikowi. Dział ten, przy tego rodzaju budowlach, ze zrozumiałych powodów wymaga specjalnej uwagi. Niema dnia ani godziny, w której by nie było czegoś do zaszalowania lub obarjerowania jakiegoś otworu w stropie, czy w szybie którejś z wind, czy też oświetlenia niebezpiecznych miejsc w podziemiach, gdyż stale i codziennie deski są odrywane, a żarówki wykręcane lub rozbijane przez robotników.

4. Prowadzenie specjalnego działu segregowania robocizny i notowania wydajności i postępu robót. Notowanie odbywa się co tydzień lub 10 dni i przedstawiane bywa w formie wykresów, pozwalających na zorientowanie się w stanie robót i czy poszczególne roboty posuwają się w należytem tempie.

Pravidowy Szemat Organizacji Kierownictwa Budowy



Ryc. 82.

konieczne z tego względu, że drobne, ale odpowiedzialne konstrukcje żelbetowe, rozrzucone po całym gmachu nie zawsze wykonywa się w obecności nadzoru ze strony kierownictwa.

Zakończenie.

Im wyższy dom, tem większą stratę przedstawia każdy dzień opóźnienia, tem droższy staje się czas budowy, tem większy pośpiech jest konieczny, i to właśnie zmusiło amerykańskich inżynierów i architektów do stworzenia takiego systemu organizacji robót, przy których w 100% wyzyskuje się wszystkie te możliwości, jakie daje system budowlany o szkieletie stalowym.

Ale i w naszych warunkach nie można już powiedzieć, że wielki pośpiech przy budowie jeszcze nie odgrywa tak wielkiej roli, ażeby nad tem warto było sobie specjalnie łamać głowę.

Oprócz tego, — umieć budować domy stalowo-szkieletowe i nie budować ich tak szybko, jak na to pozwala system tej konstrukcji, jak-gdyby umyślnie stworzony dla szybkiej budowy, budować nawskróś nowoczesną konstrukcję sposobem niemal średniowiecznym — byłoby absurdem budowlanym.

Inż. Dr. FRANCISZEK SZELAŃGOWSKI

Mosty stalowe na Polskich Kolejach Państwowych.

Przy budowie nowych linii kolejowych w Polsce dla rozpiętości w świetle poszczególnych przęseł większych od 10 m stosowane są głównie mosty stalowe. Wprawdzie niekiedy są stosowane również mosty stalowe i poniżej tej rozpiętości, jednakże tylko w przypadkach ograniczonej wysokości ustrojowej mostu, gdzie z konieczności konstrukcję nośną stanowią dwuteowe dźwigary stalowe obetonowane. Ze względu jednak na dość znaczny koszt powyższych profili dwuteowych, czynione są próby na P. K. P. zastąpienia ich dźwigarami spawanymi.

W granicach do 10 m rozpiętości w świetle stosowane są głównie ustroje żelazobetonowe w postaci dźwigarów wolnopodpartych, wspornikowych, lub też ramowych. Jednakże w tego rodzaju budowlach można również otrzymać dobre wyniki, stosując stalowe konstrukcje spawane.

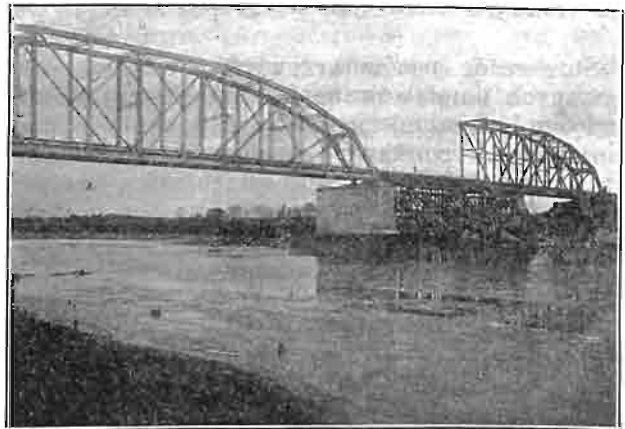
Mosty stalowe są stosowane głównie na P. K. P. dzięki swym zaletom ustrojowym w odróżnieniu od mostów żelazobetonowych. Zalety te są czynnikiem decydującym w kolejowej gospodarce mostowej.

Jedną z najważniejszych zalet stalowych mostów kolejowych jest zdolność ich do szybkiego uruchomienia komunikacji w przypadku jakiegokolwiek uszkodzenia, gdyż nawet w razie przerwania dźwigara względnie dużej rozpiętości, część jego nieuszkodzona (ryc. 83) zostaje użytkowana do dalszej pracy eksploatacyjnej, która niekiedy trwa stosunkowo długi okres czasu.

Ponadto stalowe konstrukcje mostowe mogą być również w miarę potrzeby przewożone bez większych trudności na inne miejsce przeznaczenia (ryc. 84), przyczem w przypadku zwiększonego obciążenia ruchomego, względnie łatwo ulegają wzmocnieniu zapomocą nitowania jak również i spawania, lub też są użytkowane na liniach wąskotorowych, jako mniej obciążonych.

Stalowe dźwigary mostowe mogą być również skracane, a także zwięzane z dwutorowej szerokości na jednotorową, w ostateczności zaś mogą być spieniężone na złom, którego wartość przed-

stawia się jeszcze w wysokości około 10% kosztu konstrukcji zupełnie nowej.



Ryc. 83.

Most przez rzekę Niemen pod Mostami.

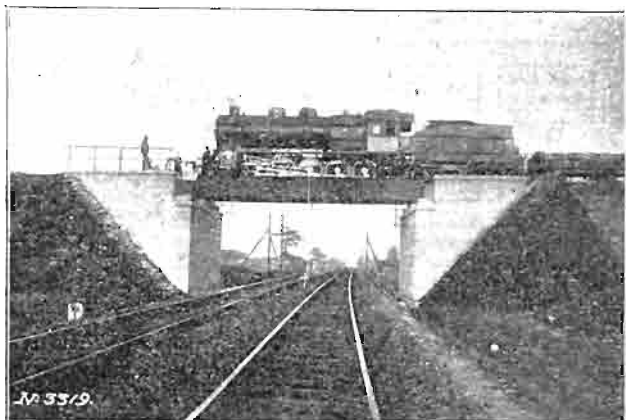
W związku z wyżej omówionymi względami stosowane są na P. K. P. powyżej 10 m rozpiętości w świetle głównie dźwigary stalowe, tak z jezdnią położoną na górze, jak również i z jez-



Ryc. 84.

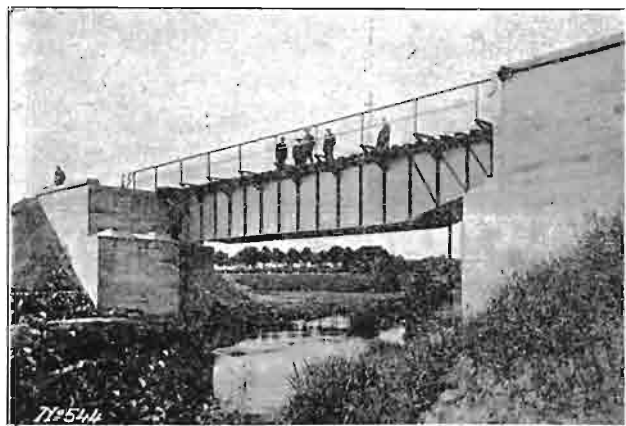
Most przez rzekę Ostawicę linii Przemysł-Zagórz.

dnia położoną na dole, przyczem w granicach od 10 m do 20 m dźwigary te są wykonywane w postaci belek blaszanych z pasami równoległymi (ryc. 85), lub też z pasami krzywymi. Ostatni kształt dźwigarów jest wykonywany tylko w granicach od 16 m do 20 m rozpiętości w świetle (ryc. 86).



Ryc. 85.
Typowy most blaszany z jezdnią górą.

Stosowanie pasów krzywych w dźwigarach blaszanych umotywowane jest przede wszystkim względami ekonomicznymi, gdyż pozwala to na zmniejszenie rozstawu dźwigarów z jezdnią górą nawet do 1,80 m. W mostach zaś z jezdnią



Ryc. 86.

położoną dołem, belki główne są również ze względów ekonomicznych możliwie zsunięte, pozostawiony jest tylko jednostronny chodnik dla służby drogowej.

Dźwigary blaszane są stosowane również na P. K. P. w postaci belek ciągłych lub też belek wspornikowych.

Tego rodzaju konstrukcje są w stalowym budownictwie mostowym najczęściej pożądane, ponieważ są to konstrukcje sztywne, w utrzymaniu proste, a jako nie posiadające naprężeń drugorzędnych, są pewniejsze.

Ponieważ normy urzędowe przewidują przy określaniu naprężeń dopuszczalnych zapas 20% na naprężenia drugorzędne, co ma przecież miejsce tylko w mostach kratowych, to dla konstruk-

cyj blaszanych normy naprężeń dopuszczalnych winny być o tę wartość zwiększone, co korzystnie zaznaczyłoby się na stosowaniu samych ustrojów blaszanych.

Powyżej 20 m rozpiętości w świetle poszczególnych dźwigarów stalowych z jezdnią dołem lub z jezdnią górą stosowane są na P. K. P. tylko ustroje kratowe, przyczem podział tych dźwigarów mostowych z jezdnią położoną dołem przedstawia się następująco: od 20 m do 30 m rozpiętości w świetle samego dźwigara stosowane są mosty otwarte i przewaźnie o pasach równoległych z kratą typu Warren'a z dodatkowymi słupkami i wieszakami, zaś od 30 m do 50 m stosowane są dźwigary kratowe o pasach równoległych, połączone górnymi tęcznikami wiatrowymi. Krata w tym przypadku jest również typu Warren'a z dodatkowymi słupkami i wieszakami (ryc. 87).

Następnie począwszy od 50 m rozpiętości w świetle wżwyż wykonywane są już ze względów ekonomicznych dźwigary kratowe z górnymi pasami krzywymi niezbieżnymi, z kratą również jak uprzednio typu Warren'a, który to schemat dźwigara jest stosowany mniej więcej do rozpiętości 70 m (ryc. 88). Powyżej tej rozpiętości, również ze względów ekonomicznych, stosowana jest tylko krata Warren'a, ale już z drugorzędnym dolnym podwieszeniem (ryc. 89).

Wysokość dźwigarów otwartych wynosi zwykle $h \approx \frac{1}{7}L$, zaś w mostach zamkniętych tęcznikami górnymi wysokość ich w środku rozpiętości jest odpowiednio $h \approx (\frac{1}{5} - \frac{1}{6})L$.

Powiększonym wysokościami dźwigarów odpowiada minimum objętości zużytej stali w konstrukcji, co znów na podstawie zależności Lagrange'a jest związane jednocześnie z ich maximum sztywności.

Stężenia poprzeczne w mostach stosowane są głównie tylko w dźwigarach większych rozpiętości i to nie w każdym węzle, lecz co drugi. Główna uwaga jest zwrócona tutaj zgodnie z twierdzeniem Cauchy'ego na usztywnienie składowych płaszczyzn bocznych danego dźwigara, t. j. głównie na tęczniki wiatrowe, oraz na ramy oporowe.

Krata dźwigarów, jak to już uprzednio zaznaczono, jest stosowana typu Warren'a, jako najekonomiczniejsza. Największe naprężenia drugorzędne w tym typie dźwigarów, będące w miejscu przymocowania elementów części przejazdowej mostu do wieszaków względnie słupków, są zmniejszane przez odwrotne wygięcia prętów pasowych¹⁾.

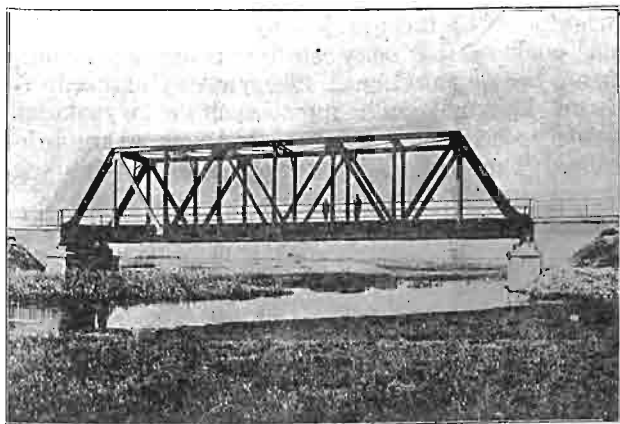
Omówione wyżej kształty dźwigarów można by nazwać typowymi na P. K. P., gdyż odstępstwa od powyższych są naogół wyjątkowe.

Do takich wyjątkowych dźwigarów na P. K. P. można zaliczyć układ sierpowy, łuk kratowy ze ściągami (ryc. 90), belkę z kratą Dietz'a (ryc. 91), jak również belkę kształtu Pauli'ego.

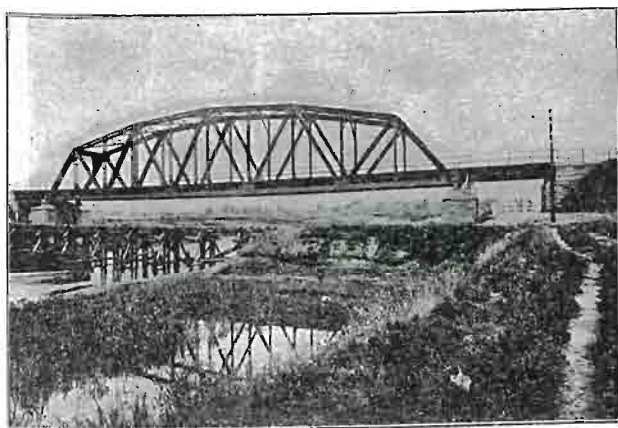
Tego rodzaju szczególne kształty mostów są zawsze droższe w porównaniu z dźwigarami ty-

¹⁾ Ob. pracę autora: „O stosowaniu w konstrukcjach korzystnych naprężeń i odkształceń“. *Przegląd Techniczny*. 1929 r.

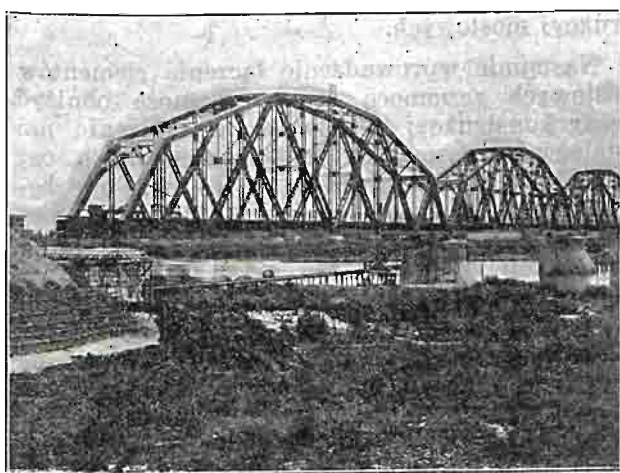
powemi, uprzednio omówionemi i są stosowane głównie w miastach lub też w pobliżu miast, lecz tylko ze względów estetycznych.



Ryc. 87.
Most na linii Kalety-Podzamcze.



Ryc. 88.
Most na linii Kalety-Podzamcze.



Ryc. 89.
Most przez rzekę Wisłę pod Sandomierzem.

Co się teraz tyczy mostów z jezdnią położoną górną, to podział ich jest zasadniczo uwarunkowany istnieniem lub też nie zasadniczych elementów części przejazdowej mostu, t. j. podłużnic i poprzecznic.

Tutaj można powiedzieć, że na P. K. P. w granicach od 20 m do 40 m rozpiętości w świetle danego dźwigara, części przejazdowej złożonej z podłużnic i poprzecznic nie stosuje się, tylko mostownice są układane bezpośrednio na pasach dźwigarów głównych. Krata tego rodzaju dźwigarów jest stosowana tak dobrze typu Warren'a (ryc. 92), jak również i kształtu litery „N” (prostokątna) z drugorzędem górnym podparciem.

Mosty omawianego typu są wykonywane przeważnie z pasem dolnym krzywym i niezbieżnym. W wyjątkowych przypadkach można spotkać również dźwigary tego typu z pasem dolnym krzywym zbieżnym.

Dźwigary wskazanego wyżej rodzaju są względnie ekonomiczne, tak że przy sprzyjających warunkach mogą być nawet stosowane w postaci długich i wysokich wiaduktów, zamiast zwykłych wiaduktów sklepionych.

Przy rozpiętościach w świetle powyżej 40 m dźwigary z jezdnią górną są stosowane już łącznie z częścią przejazdową (wraz z poprzecznkami i podłużnicami), usytuowaną również na pasach belek głównych. Krata tych dźwigarów ze względów ekonomicznych jest stosowana prostokątna z drugorzędem górnym podparciem (ryc. 93).

Tego rodzaju krata ze słupkami głównie rozciąganiem, zaś z krzyżulcami głównie ściskaniem, jest z tego względu ekonomiczna, że wskutek drugorzędowego podparcia krzyżulców, współczynnik zmniejszający na wyboczenie jest bliski jedności.

Z przedstawionego wyżej opisu mostów można zauważyć, że mosty te wykonywane są głównie jako zwykłe belki w dwóch punktach podparte. Belek wspornikowych lub też belek ciągłych prawie że się nie spotyka, gdyż przy tych średnich rozpiętościach, z którymi ma się do czynienia na P. K. P., jakiegokolwiek znaczącej ekonomji nie należy się spodziewać. Wprawdzie niekiedy można spotkać most kształtu wspornikowego, jednakże tego rodzaju mosty są wyjątkowe i budowa ich jest uzależniona od miejscowych warunków, np. od małej grubości istniejących filarów.

Z omówionego powyżej krótkiego zarysu mostownictwa stalowego na P. K. P. można wywnioskować, że ostatnio wykonane mosty stalowe nie różnią się zasadniczo od tego rodzaju wykonanych budowli mostowych w okresie ostatnich 25 lat.

Nasuwa się więc mimowoli pytanie, czy należy się spodziewać dalszego postępu rozwojowego w tej dziedzinie budownictwa stalowego.

Odpowiedź na to pytanie brzmi twierdząco.

Dalszego postępu w rozwoju mostownictwa stalowego należy oczekiwać:

1. w zastosowaniu nowych rodzajów stali nawet i stopów,
2. w sposobie łączenia elementów konstrukcyjnych,
3. w wytwarzaniu odpowiednich kształtowników walcowanych, oraz
4. w normach urzędowych, dotyczących naprężeń dopuszczalnych i sposobu obliczania konstrukcji mostowych.

Odnosnie punktu pierwszego można powiedzieć, że zastąpienie zwykłej stali mostowej o wytrzymałości doraźnej 37 do 44 kg/mm^2 przy minimalnym wydłużeniu 20%, stalą wysokowarto-



Ryc. 90.
Most przez rzekę Wisłę w Warszawie.

ściową o wytrzymałości doraźnej 50 kg/mm^2 , minimalnym wydłużeniu 20% i granicy plastyczności 36 kg/mm^2 , pozwoli na zmniejszenie cięż-



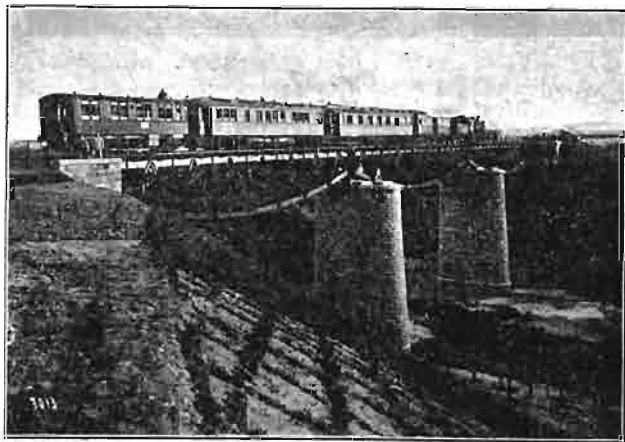
Ryc. 91.
Most przez rzekę Wisłę pod Fordoniem.

zaru konstrukcyj mostowych o ca: 27%²⁾). Przyjmując następnie pod uwagę przy zastosowaniu stali wysokowartościowej wzrost kosztów prze-

²⁾ A. Pszenicki: „O zastosowaniu wysokowytrzymałościowej stali do mostów“. Spraw. i Pr. Warsz. Tow. Pol. Nr. 13 z 1929 r.

wozu, malowania, robocizny i montowania w stosunku do jednostki ciężaru samej konstrukcji, to dla stali węglistej wytwarzanej w Polsce o wytrzymałości doraźnej 50 kg/mm^2 oraz wydłużeniu 20%, i cenie jednej tonny stali o ca: 15% większej od ceny stali obecnie używanej, można będzie oczekiwać rzeczywistej oszczędności na konstrukcjach mostowych w wysokości kilku procentów. Oczywiście, że wykonanie próbnej konstrukcji mostowej ze stali wysokowartościowej byłoby bardzo pożądane.

Ponieważ jednak tego rodzaju stale wysokowartościowe ulegają zwiększonemu wpływowi rdzewienia, zatem dodatek do normalnego składu stali w postaci np. (0,25 do 0,50% miedzi i 0,50% chromu zabezpieczy je w sposób dosta-



Ryc. 92.
Most na linii Bydgoszcz - Gdynia.

teczny od nadmiernego rdzewienia. W tego rodzaju zabiegu można będzie dopatrywać się wogóle środka zabezpieczającego stale mostowe od rdzewienia, co wielce przyczyniłoby się do zmniejszenia kosztów utrzymania stalowych konstrukcyj mostowych.

Następnie wprowadzenie łączenia elementów mostowych za pomocą spawania może obniżyć ciężar konstrukcyj mostowych, w założeniu już ustalonych wymagań konstrukcyjnych, o ca: 12%. Powyższa oszczędność na ciężarze nie będzie jednak równoznaczna z oszczędnością pieniężną, ponieważ koszt wykonania jednej tonny konstrukcji spawanej jest przeważnie większy od kosztu wykonania jednej tonny konstrukcji nitowanej. Zatem przy obecnie istniejących warunkach przetwórczych, spawane konstrukcje mostowe bynajmniej nie są tańsze od nitowanych konstrukcyj mostowych, niekiedy nawet są od nich droższe. Powyższy wzgląd ekonomiczny, jak również i wpływ skurczu spoin, oraz niedostateczna pewność pracy spoin pod wpływem dynamicznego działania obciążenia ruchomego³⁾, nie sprzyja narazie rozwojowi spawanych kolejowych konstrukcyj mostowych, w szczególności zaś kratowych. Dalszy postęp w technice spawania, oraz w konstrukcji połą-

³⁾ G. Schaper: „Die Dauerfestigkeit der Schweissverbindungen“. V. D. I. Nr. 21 1933 r.

czeń spawanych przyczyni się niewątpliwie do większego stosowania spawania w konstrukcjach mostowych, czyniąc je więcej ekonomicznymi.



Ryc. 93.
Most na linii Herby - Gdynia.

Do powyższego może w pewnym stopniu przyczynić się również odpowiedni sortyment kształ-

towników walcowanych, ze szczególnem uwzględnieniem dwuteowników szerokostopowych, odpowiednio wyżarzonych, t. j. bez wewnętrznych naprężeń termicznych. Zastosowanie tego rodzaju profili walcowanych przy projektowaniu konstrukcji części przejazdowej mostu, a więc belek podłużnych i poprzecznych, oraz przy projektowaniu prętów belek głównych, może zmniejszyć koszty pracy obróbczej i połączeniowej w samej wytwórni, przyczyniając się w pewnym stopniu do zmniejszenia ogólnego kosztu konstrukcyj mostowych.

Wkońcu urzędowe normy naprężeń dopuszczalnych, oparte na ostatnich zdobyczach teoretycznych i badawczych w tej dziedzinie wiedzy technicznej, mogą również w dużym stopniu przyczynić się do zwiększenia walorów ekonomicznych stalowych konstrukcyj mostowych.

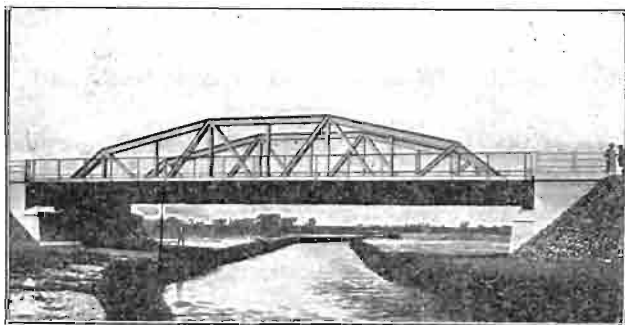
Omówione wyżej w krótkości warunki dalszego rozwoju stalowych konstrukcyj mostowych są w naszych warunkach zupełnie wykonalne, urzeczywistnienie zaś ich leży w interesie dobra sprawy tak dostawcy, jak również i odbiorcy.

Inż. LUDWIK TYLBOR

Krótki zarys budowy stalowych mostów drogowych w Polsce.

Historja budownictwa drogowego w Polsce związana jest ściśle z działalnością Departamentu Drogowego b. Ministerstwa Robót Publicznych oraz Ministerstwa Komunikacji.

Odbudowa pozostałych po okupantach zniszczonych dróg i mostów była stałą troską władz państwowych, to też od r. 1920 zauważyć się daje usilna praca na polu odbudowy arterij komunikacyjnych, które dla rozwoju gospodarczego naszego Państwa posiadają znaczenie pierwszorzędnej wagi.



Ryc. 94.

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem spawany elektrycznie.



Ryc. 95.

Most na Dunajcu w Gołkowicach. Rozpiętość 142 m.

Budowa mostów drogowych wyłącznie o charakterze stałym rozwiązywała zagadnienie radykalnie i celowo, praktycznie jednak nie okazała się możliwa do zrealizowania.

Stosunki gospodarcze oraz warunki ekonomiczne nie wpływały sprzyjająco na rozwój budownictwa drogowego wogóle, zaś mostownictwa w szczególności.

Należało zatem wykorzystać takie możliwości, które przy nakładzie względnie niedużych kosztów, stworzyłyby dodatnie warunki dla rozwoju ruchu na drogach.

Zrozumiałem więc jest, że realizacja postulatów budowy mostów stałych w całej rozciągłości nie była możliwa.

Tem objaśnić należy dlaczego budowa mostów drogowych w Polsce wykonywana była w przeważnej części w postaci konstrukcji drewnianych, jakkolwiek most drewniany sprostać może swemu zadaniu naogół na okres lat piętnastu, wywołując konieczność stosowania częstych i kosztownych środków konserwacyjnych. W miarę sprzyjających warunków gospodarczych oraz możliwości budżetowych postępowała również i budowa drogowych mostów stalowych.

W tym względzie Polska w porównaniu z Zachodem nie pozostaje w tyle.



Ryc. 96.

Most przez rzekę Niemen w Grodnie. Rozpiętość 160 m

Wielkie mosty na Wiśle w Puławach, Modlinie i Toruniu, które w roku ubiegłym oddane zostały do użytku publicznego, świadczyć mogą dobitnie, że na tym odcinku wiedzy inżynierskiej możemy wylegitymować się bogatym dorobkiem. Świadczy o tem również zbudowany w r. 1928 most na Słudwi w Łowiczu, który był pierwszym w świecie spawanym mostem drogowym.



Ryc. 97.

Most nr. 4. na Wiśle w Krakowie. Rozpiętość 146 m.

Mosty drogowe o charakterze stałym budowane były z nielicznymi wyjątkami o ustroju niosącym stalowym względnie żelazobetonowym.

Równoległe z mostami stalowymi o wielkich rozpiętościach na Wiśle, Sanie i Wisłoku, które w warunkach lokalnych stanowiły najracjonalniejsze rozwiązanie zagadnienia, budowane były również mosty żelazobetonowe o dużych rozpiętościach na Sole, Bystrzycy i Dunajcu.

Wybór charakteru konstrukcji nośnej poddawany był w każdym poszczególnym wypadku krytycznemu rozważaniu w zależności od warunków lokalnych, sytuacyjnych oraz względów kalkulacyjnych.

Przechodząc do zobrazowania historii budowy stalowych mostów drogowych na terenach Rzeczypospolitej, zwrócić należy uwagę na konieczność stosowania w tej mierze pewnej typizacji przęseł mostowych.

Chodzi tu przede wszystkim o potrzebę zamianny na stałe istniejących kratowych przęseł drewnianych (syst. Rychtera, Howe'a, Rechniewskie-

go), które uległy z biegiem czasu normalnemu zużyciu. Ponieważ przeszła te posiadają rozpiętość 26 m, 30 m, 40 m i 45 m, powstała konieczność stosowania w praktyce typowych przęseł stalowych o tychże rozpiętościach.

Oczywiście, nie każde zagadnienie budowy mostu ująć się da w ramy typizacji, nie każdy projekt włączyć można w ramy szablonu. To też



Ryc. 98.

Most na Dniestrze pod Uścieczkiem. Rozpiętość 220 m.

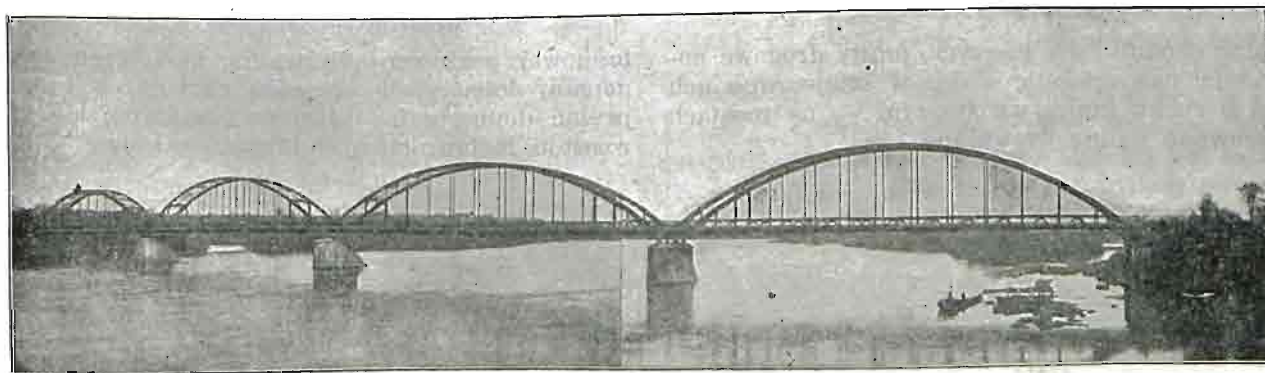
w tych wypadkach, gdy projektant nie napotykał przeszkód, uwarunkowanych usytuowaniem podpór już istniejących, projekt mostu ulegał w każdym poszczególnym wypadku indywidualnemu rozwiązaniu.

W praktyce budowy mostów drogowych stosowane były przeszła stalowe rozcięte o rozpiętości 60 m i 100 m, oraz konstrukcje wspornikowe o rozpiętościach przęseł ponad 100 m.

Szczupłe ramy artykułu niniejszego uniemożliwiają rozpatrzenie całokształtu zagadnienia budowy stalowych mostów drogowych w Polsce.

Dla zilustrowania wykonanych na tem polu prac, przytaczam poniżej zdjęcia z niektórych ciekawszych mostów drogowych o stalowej konstrukcji nośnej, zbudowanych w okresie ostatnich lat dziesięciu.

Mosty drogowe o konstrukcji nośnej stalowej w odniesieniu do charakteru nawierzchni podzielić się dają na dwie zasadnicze grupy: na mosty o nawierzchni stałej i mosty o nawierzchni dylinowej.



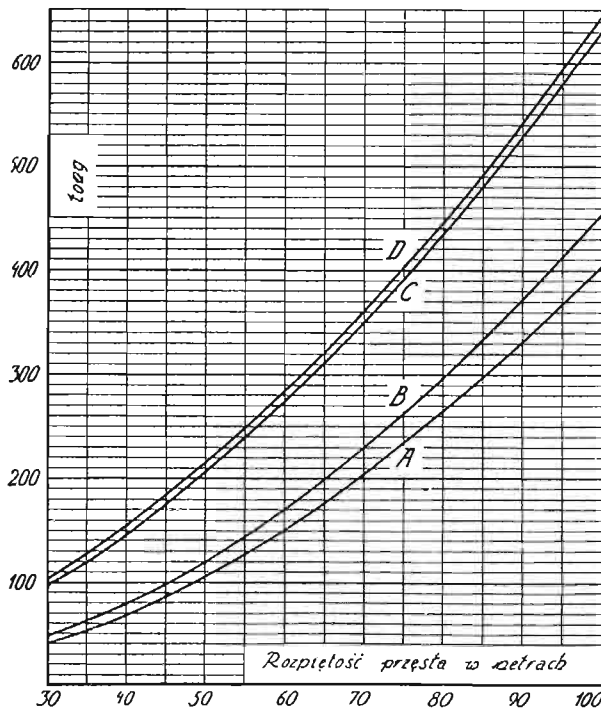
Ryc. 99.

Most na Bugu w Zegrzu. Rozpiętość 4x77 m.

W miejscowościach o intensywnym ruchu kołowym, gdzie most winien być wyposażony w spe-



Ryc. 100
Most na Wiśle w Puławach. Rozpiętość 460 m.



Ryc. 101.

Wykres ciężaru żelaza dla mostów żelaznych o nawierzchni kamiennej z chodnikami. (A — dźwigary; B — dźwigary + wiatrownice; C — dźwigary + wiatrownice + jezdnia; D — dźwigary + wiatrownice + jezdnia + łożyska).

cialne chodniki dla pieszych, mosty drogowe posiadają nawierzchnię stałą, w miejscowościach zaś o ruchu mniej wzmocnionym — na mostach stosowano dylinę drewnianą.

Jak wynika z podanych powyżej wykresów, ilustrujących zależność wzrostu ciężaru konstrukcji przęsła mostowego od rozpiętości tego przęsła oraz charakteru nawierzchni, wpływ rodzaju nawierzchni na ciężar konstrukcji a zatem i na koszt wykonania — jest bardzo znaczny.

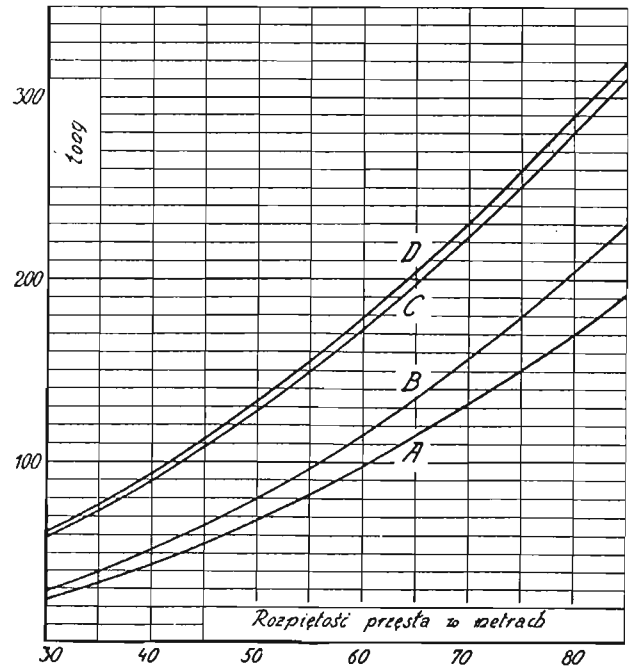
Jakie są na przyszłość możliwości w dziedzinie budowy mostów drogowych w Polsce?

Odpowiedź na pytanie prosta: możliwości są bardzo duże jeżeli zważyć, że na terenach Rzeczypospolitej posiadamy tylko na drogach państwowych ok. 75 km mostów drewnianych, wymagających przebudowy na stałe.

Nie będę tu określał w jakim tempie postępować będzie budowa mostów drogowych stałych.

Rolę dominującą w tym względzie odgrywać będą możliwości budżetowe.

Badania obowiązujących przepisów mostowych w celu ustalenia możliwości stosowania w praktyce pewnych gatunków stali wysokowar-



Ryc. 102.

Wykres ciężaru żelaza dla mostów żelaznych o nawierzchni dylinowej bez chodników. (A — dźwigary; B — dźwigary + wiatrownice; C — dźwigary + wiatrownice + jezdnia; D — dźwigary + wiatrownice + jezdnia + łożyska).

tościowej oraz znowelizowania niektórych wymagań, dotyczących obciążeń ruchomych i naprężeń dopuszczalnych, może przyczynić się do rozwoju budownictwa stalowego w Polsce.

Prof. Inż. Dr. STEFAN BRZYŁA

Stalowe mosty spawane.

Spawanie, które w ostatnim dziesięcioleciu zaczęło wprowadzać w dziedzinę konstrukcji stalowych, zrobiło tak niezmiernie postępy, że zdołało rozwinąć się w odrębną zupełnie gałąź budownictwa stalowego. Stworzyło ono metodę połączeń najekonomiczniejszą i, przy należytem wykonaniu i dozorze, najwytrzymalszą, choćby dlatego, że miejsce styku, które zawsze było słabym punktem konstrukcji, można przy spawaniu wykonać tak, że będzie ono miejscem najmocniejszym.

W tym krótkim szkicu nie będę mówił ani o systemach spawania, ani o szczegółach, ani o przyczynach jego ekonomji. Powołam się tu na to, co mówiłem w wykładzie o spawanych konstrukcjach stalowych. Podkreślić jednak muszę, że postęp spawania jest niezmiernie szybki, w dziejach techniki budowlanej wręcz bezprzykładny. Niemcy, którzy dość późno zajęli się spawaniem konstrukcyjnym, zmieniali od roku 1930 dotyczące przepisy trzykrotnie, aby choć w części temu postępowi nadażyć. Konstrukcje nitowane rozwijają się od lat stu, konstrukcje żelbetowe od lat pięćdziesięciu, spawane od mniej więcej ośmiu i przyjęły w swym rozwoju odpowiednio szybkie tempo. Dlatego też, rezultaty otrzymane przed 6, czy nawet czasem 4 laty bywają dzisiaj tak samo nieaktualne, jak rezultaty otrzymywane z betonem w latach dziewięćdziesiątych XIX wieku, a ktoś powołujący się na nie, popełnić może zupełny anachronizm.

To, co mówię, ma tem większe znaczenie, że ilość najrozmaitszych doświadczeń, przeprowadzonych we wszystkich kulturalnych państwach świata z połączeniami spawanymi, jest napewno znacznie większa, niż ilość doświadczeń przeprowadzonych z konstrukcjami nitowanymi, które na skutek swego długoletniego istnienia, stały się już do pewnego stopnia rzemiosłem. Rozkład naprężeń i sposób działania w połączeniach spawanych jest dzisiaj znany conajmniej tak samo, jak w nitowanych.

O ile chodzi o spawanie w mostownictwie, to budziło tu wątpliwości zachowanie się spoin wobec silnych wstrząsów i działań dynamicznych,

jakie zachodzą zwłaszcza w mostach kolejowych. Doświadczenia wykonane przy pomocy metod stosowanych dawniej, oraz zwykłych drutów, dawały rzeczywiście rezultaty niezbyt korzystne. Spoina była podówczas najslabszą częścią konstrukcji. Doświadczenia Schapera wykonane przed 4 lata dały rezultaty nie ze wszystkim zadowalniające. Jednak nawet już w tym czasie nie brakło i rezultatów bardzo pomyślnych, które zaczęły się pojawiać coraz mocniej i stały się regułą w latach ostatnich. Zawdzięczać to należy ogromnemu ulepszeniu metod wykonania i materiałów pomocniczych. Wspomnieć tu można o licznych badaniach w Niemczech, o wielu doświadczeniach w Belgji, Ameryce, S. S. S. R. Most próbny spawany, zbudowany w Niemczech w r. 1930 przeniesiony na linię dalekobieżną i poddany stałym badaniom rentgenologicznym, zachowuje się też doskonale i w budowie jest most kolejowy koło Stralsundu o rozp. 53 m. Ciekawe zwłaszcza były doświadczenia Patona w Kijowie, który w roku ubiegłym przeprowadził badanie dwu mostów o rozpiętości 12 m, spawanego i nitowanego; doświadczenia te wykazały wyższość mostu spawanego, na skutek czego Sowiety wykonują most kolejowy spawany o rozpiętości 45 m, który będzie wkrótce oddany do użytku.

Drugim z zarzutów, jakie wysuwa się przeciw spawaniu w mostownictwie, jest wątpliwość co do dobroci spawania na montażu. Jakość tego spawania zależy jednak od odpowiednich materiałów a zwłaszcza należytego wykonania, co uzależnione jest w konsekwencji od dobrania poważnej i odpowiedzialnej firmy. Mnóstwo konstrukcyj spawanych w całości (dzisiaj jest to regułą; — rzadko spotyka się konstrukcje nitowo-spawane) z najlepszymi rezultatami, świadczy o tem, że dziś obaw tych można zupełnie nie żywić.

Na zarzuty, że w konstrukcjach spawanych występują odkształcenia termiczne, odpowiem: Nie będę się martwił, jeżeli w poprzecznicy mostu lub w tężniku dachowym, będzie odkształcenie niewielkie, które nic nikomu nie szkodzi. — Tam zaś, gdzie one szkodzą, należy zastosować taki sposób wykonania, aby ich uniknąć, oraz

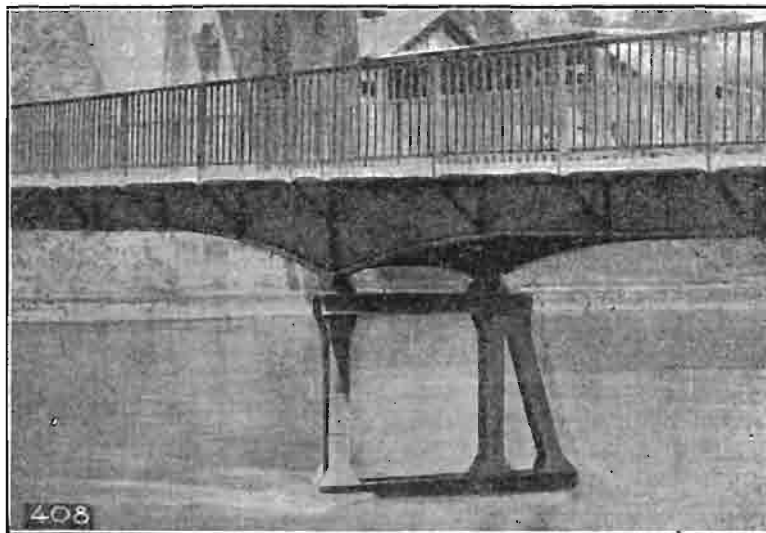
odpowiednie przyrządy i uchwyty, które w zupełności mogą zapewnić wymagane kształty po wykonaniu.

Ostatnim wreszcie argumentem przeciwników spawania w mostownictwie jest jakoby wyższa cena mostów spawanych. Jest to chyba grube nieporozumienie. Co innego jest cena jednostkowa, co innego koszt całej konstrukcji. Most spawany na Słudwi, zbudowany w roku 1928, przyniósł oszczędności na wadze, a nie przyniósł oszczędności w koszcie w stosunku do analogicznych mostów nitowanych. Było to zresztą wiadome ze wszystkich licznych publikacji o nim. Ale wnioskować z tego o późniejszych konstrukcjach jest błędem. Każdy nowy system, stosowany po raz pierwszy musi powodować wyższe koszty z uwagi na instalacje nowonabywane przez budującą firmę, szkolenie pracowników, w danym wypadku nawet sprowadzenie spawaczy z zagranicy dla wykształcenia. Było jednak również jasne, że koszt jednostkowy spawania musi prędzej czy później

przy ostatnio zbudowanym w Niemczech moście spawanym zastosowano identycznie takie same uchwyty, jakie zostały zastosowane przy spawaniu tego mostu. Niestety most na Słudwi pod Łowiczem pozostał u nas nieomal odosobnionym przykładem, gdyż następcy min. Moraczewskiego, który zdecydował się na budowę mostu na Słudwi, nie docenili walorów spawania. Natomiast zagranica poszła w tym dziale niezmiernie naprzód i dzisiaj mamy już mnóstwo mostów spawanych, niestety nie u nas.

I aczkolwiek mosty spawane datują się dopiero od siedmiu lat, przecież wyrobiły się już pewne zasady ich konstruowania. Ustroje statyczno-konstrukcyjne pozostały w znacznym stopniu te same, co w mostach nitowanych, aczkolwiek spawanie wniosło mnóstwo zupełnie nowych elementów. Spotykamy to już w najprostszych ustrojach, mianowicie w mostach o ścianie pełnej.

Belki główne mostów spawanych mogą być wykonane:



Ryc. 103.
Kładka w Zurychu.

spaść do kosztu jednostkowego nitowania, a w dalszym ciągu i niżej. Tezy tej broniłem również w całym szeregu prac, a słuszności jej dowiodło życie. Gdy w roku 1929, koszt 1 kg konstrukcji spawanej był wyższy do 30% od takiegoż kg konstrukcji nitowanej, dzisiaj koszt własny jednego kg konstrukcji przy spawaniu jest przeważnie niższy, niż przy nitowaniu, a cena rynkowa jest niewiele wyższa. W każdym razie — już spowodu znacznie mniejszej wagi własnej — każda konstrukcja spawana wypaść musi taniej, niż analogiczna nitowana — i to jest wszędzie regułą, od której odstępstwa mogą wynikać li tylko ze złego zaprojektowania lub nie należytego postawienia warsztatu konstrukcyjnego, jednym słowem nieumiejętności.

Było to wszystko wiadome, lub do przewidzenia, gdy Ministerstwo Robót Publ. zdecydowało się w roku 1928/29 wznieść pierwszy na ziemi most spawany drogowy na Słudwi pod Łowiczem. O znaczeniu jego w historii mostów spawanych, może świadczyć choćby fakt, że dzisiaj jeszcze,

a) jako dźwigary walcowane wzmocnione (nakładkami, żebrami, lub blachami wstawionymi),

b) jako blachownice,

c) jako kratownice (trójkątowe lub bezprzekątniowe).

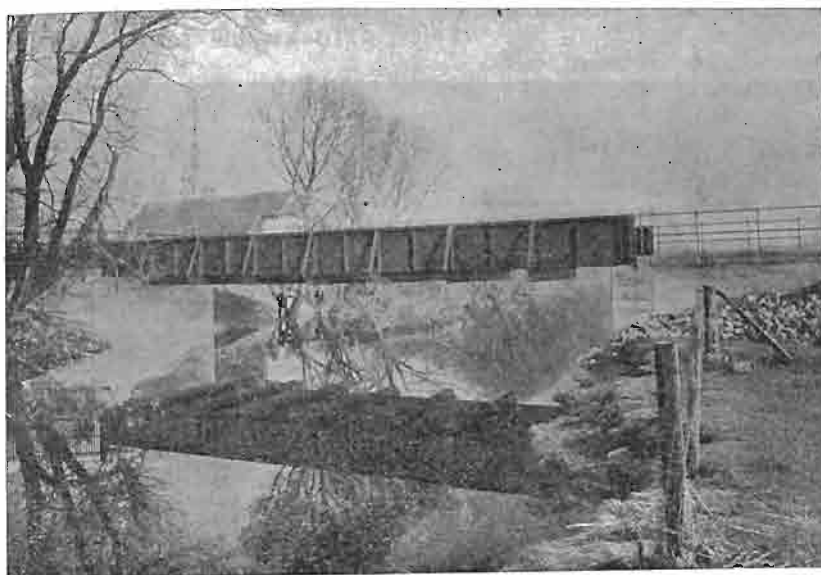
Mogą być przytem stosowane belki wolno podparte, ciągłe (z przegubami lub bez), ramowe, łukowe i wiszące.

a) Belki walcowane wzmocnione nakładkami nie były wogóle stosowane w wykonaniu nitowanym, gdyż trudno je wykonać, poza tem zaś dziury na nity powodują bardzo duże osłabienie przekroju belek. W konstrukcji spawanej spotykamy je natomiast bardzo często, przyczem wykonanie nie nastęrcza żadnych trudności. Jak wykazują doświadczenia, belki tego typu są wytrzymałsze od blachownic i dlatego powinny znaleźć szerokie zastosowanie, tak w wykonaniu konstrukcji mostów nowych, jakoteż przy wzmacnianiu istniejących. Przy małych rozpiętościach

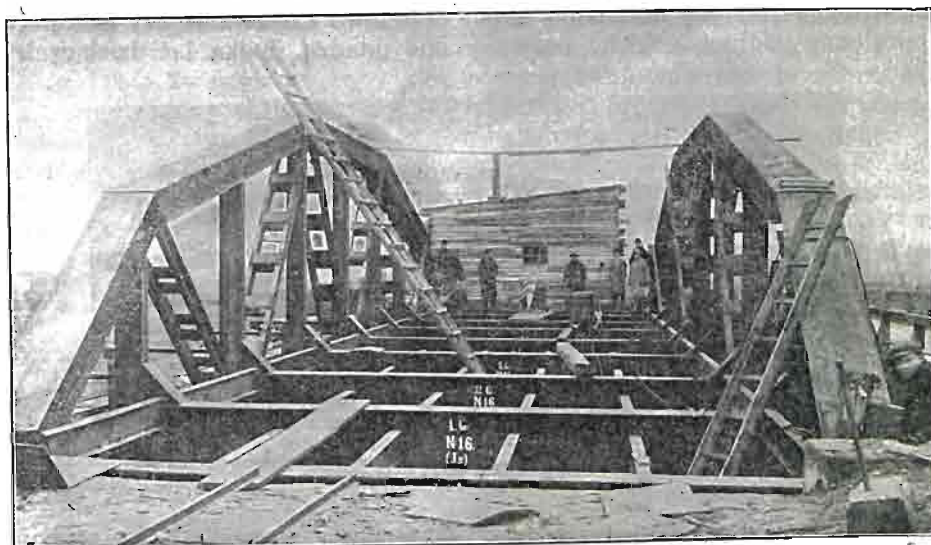
pozwalają one na znaczne zmniejszenie wysokości konstrukcyjnej. W razie otulenia betonem można w nich podnieść naprężenie dopuszczalne dla stali, podobnie, jak w innych analogicznych konstrukcjach o $\frac{1}{3}$. Poza walorami konserwacyjnymi takiej konstrukcji, utrudnia ona zwichrzenie ścianek, a nadto — dla większych wysokości — lokalny zgniot w miejscu działania siły skupionej.

podporach, w ramach na narożach), w granicach stosowności prawa Hooke'a. Jeżeli dźwigar przetniemy przez pół i blachę o tej samej wysokości wstawimy na całej jego długości, otrzymamy właściwie już blachownicę.

Wszystkie wspomniane tu ustroje są przy stosowaniu nitowania albo niemożliwe, albo bardzo trudne do wykonania.



Ryc. 104.
Most w Houston.



Ryc. 105.
Most pod Łowiczem w trakcie budowy.

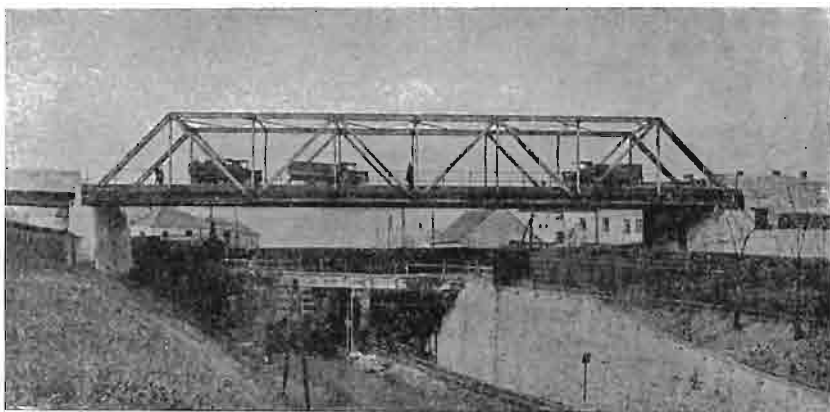
Belki walcowane niebetonowane można wzmocnić na te same wpływy przez zastosowanie żeber z płaskówek dospojonych do ścianek i stopek dźwigarów.

Trzecim wreszcie sposobem wzmocnienia dźwigarów przy pomocy spawania jest rozcięcie ich na odpowiedniej części nowej blachy z zespojeniem krawędzi styku, a tem samem znaczne zwiększenie wysokości belki (ryc. 103). Ustrój ten nadaje się specjalnie dla belek ciągłych i ramowych, w miejscach, gdzie lokalnie moment zgięcia się zwiększa (a więc w belkach ciągłych na

b) Blachownice spawane składają się zazwyczaj z blachy pionowej i blach poziomych o odpowiedniej szerokości i grubości (ryc. 104). Usztywnia się je przy pomocy żeber z płaskówek. Mostów spawanych tego typu jest już bardzo dużo, o rozpiętościach dochodzących do 30 m. Są one stosowane tak w mostach drogowych, jakoteż i kolejowych. Kongres mostowy paryski już w r. 1932 wypowiedział się za stosowaniem tego rodzaju konstrukcji spawanych w budownictwie mostowym. W Niemczech blaszane mosty kolejowe dochodzą do 53 m rozpięto-

ści. W Polsce drugi most pod Łowiczem o rozpiętości 17,0 m został zbudowany jako blaszany o dwu belkach głównych (w roku 1931).

c) Belki kratowe trójkątowe widzimy i w mostownictwie drogowym i kolejowym. Buduje się je już od 25 m rozpiętości w górę. Konstrukcje takie spotykamy prawie we wszystkich państwach, w których spawanie silnie się rozwinęło (por. ryc. 105, most pod Łowiczem, oraz ryc. 106, most w Pilźnie w Czechosłowacji o rozpiętości 49,20 m).



Ryc. 106.
Most w Pilźnie.

W Belgji stosuje się raczej kratę bezprzekątniową (ryc. 107), która zdaniem inżynierów tamtejszych daje ładniejszy wygląd mostom, tem bardziej, że metody obliczenia stosowane tam (odmienne od niemieckich) pozwa-

jów rurowych (kładka w Trisanna, most w Kholdaung w Indjach, oraz projekt mostu łukowego inż. Nechaya).

Z mostów innych typów wymienię most łukowy o rozpiętości 40 m, również niedaleko Pilzna, oraz kładkę wiszącą w Ponte Valentino (Szwajcaria) o rozpiętości 52 m (ryc. 108). Wreszcie z mostów ruchomych most obrotowy w Gandawie o rozpiętości $21,79 + 13,85 = 35,64$ m przy szerokości 9,40 m.

To krótkie zestawienie świadczy, że prawie

wszystkie ustroje statyczne zostały już wprowadzone w zakres spawania konstrukcyj mostowych. Na wszystkie te zastosowania patrzano częściowo z obawami, czy i do jakiego stopnia się one udadzą. Kilka lat dzielących nas od chwili



Ryc. 107.

lają na znaczną smukłość słupów kraty, a tem samem czynią ją lekką i zbliżoną wyglądem do łuku ze ściągami. W ostatnich dwu latach zbudowano w Belgji 24 mostów tego typu o rozpiętości od 34 m do 68 m, usuwając kolejno prawie w zupełności stosowanie nitów w budowie nowych mostów drogowych.

Który z typów mostów kratowych rozwinie się więcej, nie można dzisiaj stawiać horoskopów. Zdaje się, że zależnie od regionów. U nas, podobnie, jak w przeważnej części Europy i Ameryce uważane są mosty o kracie trójkątowej za korzystniejsze, gdyż łatwiej i pewniej można je obliczyć i są ekonomiczniejsze.

Jako zupełnie odrębny, ciekawy dział, wymienię mosty wykonane przy zastosowaniu przekro-

wykonania, daje pewność twierdzenia, że się udały.

Cóż jest zresztą lepszym kryterjum wartości danej konstrukcji, jeżeli nie rozpowszechnienie jej w świecie i szybkość tego rozpowszechnienia, bazowana na odpowiednich doświadczeniach. — Spójrzmy już nie w odległą Amerykę czy Australję, ale dookoła nas, w najbliższe nasze sąsiedztwo.

Administracja belgijska wykonując program budowy na lata 1933 i 1934 miała do wyboru: 20 mostów nitowanych czy 24 spawanych; po długim namyśle i gruntownem zbadaniu wybrała mosty spawane. W Niemczech buduje się obecnie kolejowe mosty spawane o rozpiętości do 53 m i wykonywa się już typy kolejowych mo-

stów spawanych do 11 m rozpiętości. Koło Duisburga buduje się spawany most drogowy o rozpiętości 103 m. W Czechosłowacji buduje się mosty spawane o rozpiętości do 50 m. W Jugosławii każdy rok przynosi nowe mosty spawane; buduje się je w Austrii, na Węgrzech, w Szwecji (i tu i tu już ponad 50 m rozpiętości). W Rosji Sowieckiej mosty kolejowe spawane będące w budowie dochodzą do 45 m rozpiętości, a w przygotowaniu jest most o rozpiętości 100 m na skutek wyżej wspomnianych korzystnych doświadczeń.



Ryc. 108.

Kładka w Ponto Valentino.

W bezpośrednim sąsiedztwie tych państw, które w dziale mostów spawanych z roku na rok postępują ogromnymi krokami, jest Polska dzisiaj dziwnie zacofana. Z poziomu państwa, które

pierwsze umiało powziąć decyzję na budowę mostu spawanego, spadliśmy do ostatniego rzędu — do rzędu Litwy i Albanji. Traci na tem państwo, gdyż za tę samą cenę może więcej stalowych konstrukcyj mostowych, albo niejednokrotnie mogłoby mieć most stały zamiast drewnianego za niewiele wyższą cenę. Tracą na tem warsztaty konstrukcyjne, którym utrudnia się przez to modernizację odpowiednio do postępów techniki. — Traci na tem siła obronna państwa, gdyż przystosowanie produkcji do spawania podczas pokoju, daje możliwość użytkowania tego podczas wojny, przy ogromnie rozciągłej gamie zastosowań. I to wszystko pomimo, że spawanie jako takie stoi u nas bardzo wysoko!

Jedynie departament drogowy Ministerstwa Komunikacji w roku bieżącym buduje blaszany most spawany pod Spałą, oraz zatwierdził ewentualną budowę mostu spawanego pod Mosiną.

Konserwatyzm w technice jest wygodny. Postęp wymaga nie tylko wysiłku mózgu, ale i mnóstwa energii na zwalczanie szablonu i uprzedzeń. Instytucje są wogóle konserwatywne, nieraz nawet bardzo. W swym referacie o mostach kolejowych, zaznaczył p. Szelągowski, że polskie kolejowe budownictwo mostowe trzyma się tych samych zasad, jakich trzymało się przed 25 laty. Ta w możliwie uprzejmej formie podana krytyka, świadczy wyraźnie o konieczności zmiany tego stanu rzeczy. Ileż postępu przyniosło to ćwierćwiecze w innych krajach Europy!

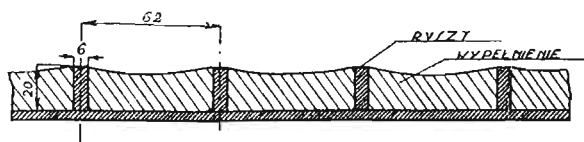
Wobec postępów naszych sąsiadów trzeba, abyśmy wprowadzili budownictwo mostowe na nowe tory. We wszystkich pracach technicznych bowiem konieczna jest przezorność, by nie być lekkomyślnym, ale potrzebna jest i oparta na odpowiednich badaniach odwaga. Kraj, który w technice nie postępuje, cofa się. Postępowi musi towarzyszyć wiedza, rozważa i przezorność, lecz prowadzić go musi odwaga i śmiałość.

Inż. ANDRZEJ CHMIELEŃSKI

Drogi stalowo-rusztowe.

Pierwsze próby zastosowania żeliwa i stali do budowy dróg sięgają 1852 r. w Anglii i U. S. A. oraz 1861 r. w Polsce. Jednakże dopiero od 15-tu lat próby te zaczęły dawać dobre rezultaty, i teraz po doświadczeniach z drogami zbrojonymi siatkami stalowymi, płytkami żeliwnymi używanymi w Anglii, systemem elementów żeliwnych Schmidt-Laufbach, rusztów żeliwnych systemu Roscher i innych, można mówić o masowej budowie dróg stalowych i żeliwnych.

Dzięki wykupieniu przez Hutę Królewską licencji na budowę dróg z rusztów stalowych i wykonaniu trzeciego skolei odcinka próbnego na Śląsku, mamy możliwość bezpośrednich doświadczeń i dzięki nim zajęliśmy jedno z przodujących miejsc w próbach nad zastosowaniem stali do budowy dróg.



Ryc. 109.
Przekrój nawierzchni rusztowej.

Krótki stosunkowo czas doświadczeń czynionych w różnych krajach nad budową dróg ze stali lub żeliwa, nie pozwala twierdzić napewno, który z różnych systemów jest najlepszy. Niemniej zasada rusztów ze stali systemu Roscher oraz dotychczasowe wyniki doświadczeń pozwalają sądzić, że system tej zajmuje czołowe miejsce w budowie dróg stalowych.

Ze względu na próby robione u nas z tym systemem mamy duży materiał doświadczalny, który pozwala na szczegółowe jego omówienie.

Zasadą nawierzchni rusztowej jest przyjmowanie i przenoszenie obciążeń przez zebra stalowe i równomierne ich rozkładanie na podłoże. Materiał wypełniający ma znaczenie drugorzędne. Jest to ta sama zasada co w budowlach szkieletowych, gdzie szkielet przenosi obciążenia, — a ściany grają jedynie rolę przegród i izolacji.

Dlategoż, jak widać na przekroju nawierzchni przedstawionej na ryc. 109 części stalowe winny wystawać z materiału wypełniającego, który tworzy lekkie zagłębienia pomiędzy rusztem.

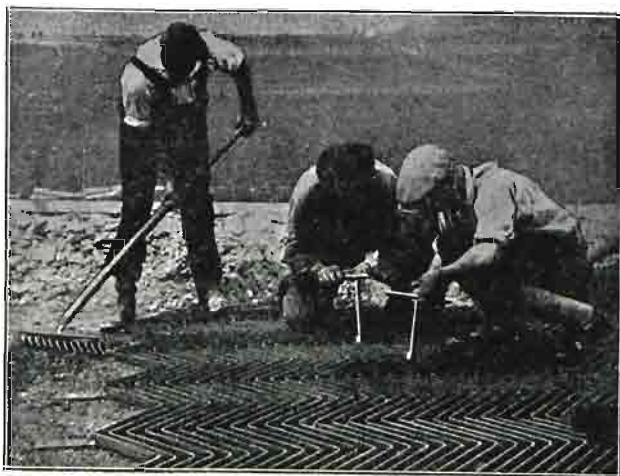
Początkowe przykrycie rusztu materiałem wypełniającym ma na celu możliwość wciśnięcia i należytego skomprimowania go między rusztem przez ruch pojazdów. Po pewnym czasie wierzchnia warstwa zostaje włoczona lub starta i ruszt wychodzi na powierzchnię. Wtedy dopiero zaczyna on pracować prawidłowo. Błędem zatem jest mniemanie, że odkrycie rusztu jest początkiem zniszczenia nawierzchni. Materiał wypełniający bowiem ściera się między rusztem na kilka *mm* niżej powierzchni i proces ten ustaje. Następnie zaczyna ścierać się powierzchnia rusztu co praktycznie ma znaczenie minimalne. O ile do wypełnienia zastosujemy materiał, który nie będzie się wykruszał z rusztu, to nawierzchnia taka winna być trwała, gładka i łatwa w konserwacji. Ma ona jeszcze tę zaletę, że powierzchnia jej, jak widać z przekroju na ryc. 109 jest lekko karbowana, co pozwala na wiele większą przyczepność niż na drogach zupełnie gładkich.

W planie płaskownicy ustawione są zygzakowato, gdyż jak się okazało w ten sposób równomierniej przenoszą one obciążenia na podłoże.

Obliczenie rusztu robi się biorąc pod uwagę trzy powody jego zniszczenia: 1. działające siły, 2. zużycie od starcia i 3. działanie rdzy.

Badania wytrzymałości rusztu na obciążenia przeprowadził prof. Politechniki w Grazu dr. inż. F. Brunner, który dokonał doświadczeń z rusztem o ciężarze 35 *kg/m*, poddając go działaniu siły skupionej 6 tonn i otrzymał rezultaty bardzo dobre. Co prawda obecnie używane ruszty są nieco lżejsze, 20—30 *kg/m*, jednakże o ile przy doświadczeniach siła 6 tonn przykładana była poziomo do powierzchni rusztu, o tyle w rzeczywistości, biorąc nawet pod uwagę maksymalne spadki oraz siłę hamowania, składowa pozioma stanowi część tylko całkowitego obciążenia. Doświadczenia na przełęczy Pösch, gdzie spadek drogi dochodził do 16%, potwierdziły te badania w zupełności.

Ścieralność rusztów może być praktycznie nie brana pod uwagę, gdyż jest bardzo mała i większe daleko szkody spowodować tu może działania rdzy. Złe warunki atmosferyczne jakim podlegać może ruszt, każą zwrócić baczną uwagę na ten problem. Pierwszy próbny odcinek 5-cio metrowej długości ułożony koło Fahnsdorfu w Austrii zdjęty po 2,5 latach i poddany badaniom laboratoryjnym, wykazał przeżarcie przez rdzę 1,4% ciężaru rusztu, co w ciągu 25 lat powinno wynieść w przybliżeniu 15%. Użycie materiałów bitumicznych jako lepszcza wypełnia bardzo dobrze, zabezpiecza części stalowe od działania wilgoci. Dlatego też ostatnio spodnie części płaskowników, do których smołowanie nie dochodzi, są przed ułożeniem rusztu pokrywane warstwą smoły. Nie mniej, aby bardziej wydatnie uodpornić stal przed rdzewieniem, można dodać 0,4% miedzi, lub innej przeciwrdzewnej domieszki. — Zwracać także należy uwagę, aby materiał wypełniający nie zawierał składników, które z wodą mogą dawać połączenia kwasowe nadżerające stal.



Ryc. 110.

Widok układania rusztów i ich łączenia.

Niżej przytoczone doświadczenia, poczynione w różnych krajach Europy rzucają nam światło na następujące zagadnienia, wyłaniające się przy wykonaniu i konserwacji tego typu nawierzchni. Mianowicie: 1. wykonania podłoża, 2. wykonania rusztu, 3. ułożenia i zabezpieczenia rusztu przed poruszeniami, 4. materiału wypełniającego, oraz 5. konserwacji.

Pierwszy odcinek stalowo - rusztowy ułożony został w Austrii koło Fahnsdorfu w roku 1931 i zdjęty po 2 i pół latach. Odcinek ten o długości 5 m był wykonany z silnych płaskowników 26×6 mm. Badania laboratoryjne wykazały minimalne tylko ślady starcia przy obciążeniu 1,200 tonn/dobę oraz niewielkie stosunkowo zniszczenie przez rdzę, o czym mówiłem już wcześniej.

Następny odcinek o długości 30 mb został ułożony koło Wiednia z płaskowników wysokości 26 i 22 mm przy dużym natężeniu ruchu: 5.000 tonn/dobę. Odcinek ten nie dał dobrych rezultatów, ze względu na złą masę wypełniającą, którą do niego zastosowano. Asfalt lany ułożony tam, ze względu na dużą twardość, wykruszył się po-

między prętami, dając nierówną powierzchnię. Wypełnienie to zostało usunięte i zastąpione betonem, jednakże popełniono tu ten błąd, że ruszt pokryto ze zbyt dużym naddatkiem, tak że dotychczas nie wyłonił się on jeszcze na powierzchnię i pracuje tylko pośrednio, jak przy nawierzchniach żelazo-betonowych.

Trzeci odcinek w Europie wybudowany został w roku 1933 w Polsce koło Chorzowa na długości 100 mb. Odcinek ten miał w chwili budowy duże natężenie ruchu: 4.500 tonn/dobę, które obecnie spadło w przybliżeniu do 3.000 tonn/dobę. Ruszt ułożono na odcinku prostym o spadku 1% i szerokości w koronie 6 m. Na dwa tygodnie przed ułożeniem rusztów zruszono starą szabrownkę i zawałowano na nowo przy dodaniu potrzebnej ilości tłuczni porfirowego, nadając profil poprzeczny paraboliczny o różnicy poziomów 80 mm między osią, a krawędzią drogi. Drogę tę następnie oddano do ruchu celem dokładnego jej zajazdu. Ruszt przygotowany przez Hutę Królewską był w 2-ch rodzajach: lekki, o wadze 25 kg/m² i ciężki, 30 kg/m². Ruszt składał się z wstęg zygzakowatych przyspawanych w odstępach 62,5 mm na podłużnicach z płaskówek 40,5 mm, leżących w odstępach 240 mm. Wymiary wstęg w typie lekkim wynosiły 20×6 mm, przy ciężkich 22×7 mm.

Elementy wykonane w warsztatach i sprowadzone na budowę, były metrowej długości oraz o szerokości połowy drogi t. j. 3 m. Elementy łączone były na śruby, co potem zostało zarzucone, celem skrócenia czasu i zmniejszenia kosztu łączenia i zastąpione sworzniami zaginane. Pośrodku drogi został zrobiony szew z dwóch kątowników 30×30×5 połączonych śrubami poziomymi. Szew ten okazał się niepraktyczny i odcinek 27 m potem zdarty i ułożony bez szwu pośrodku zachowuje się o wiele lepiej od pozostałych.



Ryc. 111.

Wypełnienie rusztu.

Celem przekonania się jaki materiał najlepiej nadawać się będzie do wypełnienia rusztu, podzielono odcinek na cztery części po 25 m każdy. Rozkład wypełnienia oraz miejsce ułożenia rusztu lżejszego i cięższego został uwidoczniiony na

następującej tabliczce, zaczerpniętej z referatu wygłoszonego na III. Polskim Kongresie Drogowym przez inż. Emila Łazoryka p. t. „Budowa dróg stalowo-rusztowych“.

| | | | | | |
|---------------|--|-------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|
| metry : | Katowice | | | Chorzów | |
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Ruszt : | lekkie 25 kg/m | | | ciężkie 30 kg/m | |
| Kotewki : | zacementowane | | | luźne | |
| Podsypka : | grysik granitowy 5—15 mm | grysik 5—15 mm | komdrobit 5—15 mm | granit luźny 5—15 mm smołowany | |
| Wypełnienie : | grysik dol. 2—6 mm maż. superspraybit | termak 2—6 mm | komdrobit | limbit | |

Przed ułożeniem rusztu podsypano warstwę 20 mm podsypki, której rozkład uwidoczniło na tablicy w rzędzie środkowym.

Celem zabezpieczenia rusztu przed podnoszeniem się po bokach zostały założone kotwy, najpierw o długości 25 cm co pół m, 1 m i 3,5 m. Okazało się jednak, że kotwy te są niewystarczające, gdyż poruszały się niedługo po założeniu i przestały pracować, wobec tego okazało się koniecznym założenie nowych kotew 0,5 m długości.

Ponieważ miałem możność oglądać ten odcinek na drodze Katowice—Chorzów, po prawie 2-letnim jego użytkowaniu, mam możność podzielenia się poczynionymi przezemnie spostrzeżeniami.



Ryc. 112.

Droga stalowo-rusztowa po wypełnieniu.

Ruszt nie wykazuje tendencji do deformacji poza jednym miejscem, gdzie został on przy poboczu wgnieciony, prawdopodobnie spowodowanego złego wykonania podłoża. Zauważyłem jeden tylko pręt, którego szew spawany puścił i który sprężynuje. Jak z tego widać, spawanie całkiem dobrze wytrzymuje tu uderzenia dynamiczne. Szew pośrodku natomiast okazał się nieprak-

tyczny, gdyż miejscami sprężynuje i powoduje wykruszanie się wypełnienia.

Przechodząc kolejno poszczególne odcinki można zauważyć, że wypełnienie grysiem gra-

nitowym, skropionym asfaltem krajowym Superspraybitem ma tendencję do luźnego dosyć trzymania się w ruszcie, tak, że dość łatwo może on być wykruszony, szczególnie po zmniejszeniu się zawartości lepiscza, mimo, że obserwowano pewną tendencję do regeneracji tego ostatniego kierunku zdołu do góry w miesiącach letnich. W każdym razie okazało się koniecznym skropienie nawierzchni superspraybitem na jesieni 1934 r., t. j. w 1½ roku po wybudowaniu drogi. Skrapianie wypełnienia co 1½ roku nie jest zbyt kosztowne, a pewna luźność wypełnienia nie groźna ze względu na jego rolę drugorzędą, natomiast wypełnienie superspraybitem jest najtańsze ze wszystkich próbowanych pod Chorzowem; okazać się zatem może ekonomicznym zastosowanie go w pewnych wypadkach zależnie od warunków miejscowych. Termak (masa wielkopieczowa smołowana) jest wypełnieniem nieco mało elastycznym, co powoduje tworzenie się szczelin przy prętach i odkruszanie się substancji. Komdrobit zachowuje się najgorzej. Wykrusza się w wielu miejscach i źle współpracuje z rusztem. Część pokryta limbitem nie odsłoniła jeszcze prętów stalowych, trudno zatem określić jak wówczas będzie się ona zachowywać. Jak dotychczas jest to najlepiej i najrówniej trzymające się wypełnienie. Z tych spostrzeżeń wnioskować należy, że im większa jest zawartość bitumu w masie wypełniającej, tem elastyczniej i lepiej współpracuje ona z rusztem.

We wrześniu 1933 r. został otwarty 4 odcinek położony koło Witkowic w Czechosłowacji na rozwidleniu się dróg i na krzyżowni. Materiałem wypełniającym jest żużel wielkopieczowy. Zbyt krótkie kotwy założone spoczątku musiały być potem zastąpione większymi, umieszczonymi w specjalnych kostkach betonowych. Wyniki tej drogi są zupełnie dobre.

Najgorzej wypadły próby w Niemczech. Odcinek 100 mb ułożony w tym czasie koło Düsseldorfu łącznie z innymi 4-ma typami dróg stalowych i żeliwnych — przechodził różne fazy. Zamiast śrub zastosowano tu zawlecзки. Wypełnienie dano z asfaltu lanego, kruchego.

Skutkiem mało sztywnego połączenia elementy poruszyły się, powodując spękanie sztywnej i kruchej nawierzchni asfaltowej. Zespawano wobec tego elementy, co jednak przy podniesie-

niu się temperatury w lecie spowodowało w rezultacie sfałowanie powierzchni. Musiano wobec tego częściowo wycinać elementy stalowe i powrócono do śrub.

Jeżeli chodzi o wytrzymałość rusztu, to zdał on egzamin w próbie odcinka 10 *mb* w Austrii na przełęczy Pötsch, ułożonego w końcu 1933 r. Zastosowano ruszt najcięższy 35 *kg/m²*. Brak silnego podłoża, znaczny ruch i co najważniejsze bardzo duży spadek, stwarzają wyjątkowo niekorzystne warunki. Mimo to relacje zeszłoroczne są jaknajlepsze.

Szereg innych prób wykonanych jest obecnie w różnych państwach Europy i Ameryki.

Dobre wyniki uzyskane na próbnym odcinku pod Katowicami, spowodowały, że nasze władze drogowe odnoszą się przychylnie do budowy w tym roku dwóch odcinków, jednego na Śląsku, a drugiego pod Warszawą, tym razem jednak już o długości 2 *km* każdy.

Te dość duże już odcinki spowodują konieczne zmiany w wyrobie rusztów. Spawanie ręczne zostanie zarzucone i obecnie odbywają się w Królewskiej Hucie próby z nową maszyną do spawania, oraz drugą do gięcia rusztów systemem inż. Szwabowicza, dla produkcji masowej. Na doświadczenia z temi maszynami i pierwszą produkcję na szerszą skalę czekają wszystkie państwa, przeprowadzające próby z rusztami systemu Roscher. Jako materiał wypełniający wzięty został pod uwagę limbit i superspraybit, które dały najlepsze wyniki w próbie pod Chorzowem.

O budowie dróg stalowo - rusztowych pisali u nas prof. Emil Bratro „Nawierzchnia drogowa z rusztu stalowego“ oraz inż. Emil Łazoryk „Budowa dróg stalowo - rusztowych“, do których to wydawnictw odsyłam zainteresowanych.

Inż. HENRYK HONHEISER

Badanie stali i stalowych elementów konstrukcyjnych.

Metodyczne badania stali, przeprowadzane celem cyfrowego określenia jej wytrzymałości i własności mechanicznych posiadają już swoją tradycję i wraz z rozpowszechnianiem się stali jako materiału konstrukcyjnego stały się wzorem analogicznych badań innych materiałów.

Normalnie, stal używana w konstrukcjach budowlanych badana jest bezpośrednio w zakładach produkujących ją, t. zn. hutach. Dzięki temu dostaje się ona na budowę jako materiał jednorodny, o stałej i dokładnie określonej wartości użytkowej.

Badania, o których mowa, zwykle obejmują: próbę na rozciąganie, próbę na zginanie, próbę twardości oraz próbę spawania. Najbardziej przyjętą jest próba na rozciąganie, gdyż daje ona cyfry, które w 75% pozwalają na wystarczającą ocenę materiału. Próba ta zależnie od swego przebiegu pozwala wnosić o elastyczności, ciągliwości, kruchości i plastyczności materiału i dlatego normalnie wystarcza dla określenia wytrzymałości stali przeznaczonej do konstrukcji budowlanych. Można przeprowadzać również próbę spawalności stali, ale przy produkowanych u nas gatunkach potrzeba ta zwykle nie zachodzi.

Obie wymienione próby zarówno na rozciąganie jak i spawanie określone są obowiązującymi normami, których ścisłe przestrzeganie wystarczy do ustalenia bezpieczeństwa budowli i uniknięcia rozbieżności w zapatrywaniach co do wyników badań. Pozostaje natomiast do wyjaśnienia, czy przyjmowany obecnie stopień bezpieczeństwa względnie pewność konstrukcji stalowych nie są za duże. Pożądane byłoby dlatego bliższe oświetlenie i wysnucie praktycznych wniosków z badań nad zachowaniem się stali w granicach płynności. Należałoby zbadać, czy dotychczasowe oznaczanie dopuszczalnych naprężeń dla stali nie powinno ulec zmianie, tak ażeby wyzyskując specyficzne własności tego rodzaju materiału jak stal, naprężenia dopuszczalne dla niej podnieść, przez co zwiększyłoby się ekonomiczność konstrukcji stalowych. Należy

zaznaczyć, że naprężenia dopuszczalne dla stali w innych państwach zostały podniesione do wartości wyższych niż u nas i że produkując materiał równie dobrej jakości jak inni zostaliśmy tu nieco w tyle.

Wogóle zaś, w podejmowanych u nas badaniach stali jako materiału należałoby przestrzec przed jednostronnością, do jakiej może doprowadzić ściśle użytkitarne traktowanie badań pod kątem widzenia wyłącznej ich przydatności dla odbiorców. Nieznaczna ilość obszernych i systematycznych własnych badań naukowych powoduje często niezyciowe stawianie wymagań na podstawie zestawiania luźnie zebranych obcych prób.

Badania stalowych elementów konstrukcyjnych obejmują przeważnie połączenia konstrukcyjnych stalowych, stropy i słupy. Na pierwszym miejscu należy tu wymienić spawanie i elementy spawane. Wykonano u nas w tej dziedzinie dużą ilość prac dotyczących badania wytrzymałości spoin rozmaitego rodzaju, przy użyciu różnych materiałów i metod spawania; badania połączeń nitowanych wzmocnionych spawaniem, dźwigarów wzmocnianych nakładkami i żebrami przyspawanymi i szereg innych. Prace te, zresztą dostatecznie znane, zyskały nam uznanie i powinny być kontynuowane, ażebyśmy nie utracili tutaj przodującego stanowiska.

Badania stalowych elementów konstrukcyjnych nie powinny ograniczać się jednak do badań wyłącznie laboratoryjnych, lecz należałoby je przenieść w teren i objąć nimi również gotowe konstrukcje.

W wypadkach specjalnych powinno się przeprowadzać badania zespołów konstrukcyjnych w naturalnej skali. Wyniki tego rodzaju badań laboratoryjnych wskazałyby, czy stosowane metody obliczenia są słuszne i czy uwzględniając współdziałanie elementów konstrukcyjnych oraz częściowe ich utwierdzenie nie możnaby zmniejszyć przekrojów oraz obniżyć kosztów konstrukcji.

Osobną dziedzinę badań w konstrukcjach stalowych stanowi rozszerzenie tych badań na materiały używane w budownictwie dla konstrukcji stalowych i wzajemnie się z nimi uzupełniające. Chodzi tu przede wszystkim o prace dotyczące współdziałania stali i betonu, oraz użycia najwłaściwszych materiałów zastępczych w konstrukcjach stalowo-szkieletowych. Doświadczenia wykonane ze słupami betonowymi otulonymi stalą wskazują, że problem konstrukcji betonowo-stalowych jest u nas też aktualny. Prace te należałoby kontynuować, oraz podjąć badania obetonowanych dźwigarów zginanych. Wyjaśnienie współdziałania betonu i stali w konstrukcjach mogłoby szczególnie w stropach i płytach doprowadzić do uzyskania tanich rozwiązań konstrukcyjnych.

Z wykonywaniem ekonomicznych konstrukcji stropowych wiąże się również możliwość stosowania w nich siatek jednolitych ze stali. I tutaj odpowiednie badania już zainicjowano, a ściągnięcie ich do wspólnego mianownika, wraz z wyjaśnieniem zagadnienia lekkich dźwigarów stalowych, pozwoli określić przydatność siatek jednolitych do stropów w konstrukcjach stalowo-szkieletowych oraz w zwykłych stropach na dźwigarach.

Z budownictwem stalowo-szkieletowym wiąże się ściśle kwestja materiałów zastępczych i badań nad nimi. W dużej ilości produkowanych u nas materiałów, które można stosować do wypełnienia ścian szkieletów stalowych, niewiele ujętych jest systematycznymi badaniami, szczególnie jeżeli chodzi o równoczesne oznaczanie wytrzymałości oraz własności izolacyjnych termicznych i akustycznych. Dokładne zbadanie najwłaściwszego doboru i sposobu używania tych materiałów na ściany i stropy, zapobiegłoby na przyszłość niespodziankom i niepotrzebnym wydatkom.

W budownictwie przemysłowym (chłodnie wieżowe i t. d.) dużą rolę w oznaczeniu wymiarów konstrukcji odgrywa wielkość parcia wiatru. Dawne przyjęcia co do tych wartości przyjmowane w obliczeniach, uległy w innych krajach pewnej modyfikacji. Ze względu na to, że posiadane u nas urządzenia aerodynamiczne dla badań lotniczych mogłyby być wyzyskane również i dla badań wpływu parcia wiatru na budowle oraz konstrukcje stalowe, należałoby podjąć odpowiednie badania również i w tym kierunku.

Podobnie wykonywane są przez rozmaite instytucje badania odporności budowli na obrotę przeciwnie-gazową. Wyniki tych badań, w szczególności dotyczące działania wstrząsów

i ognia na budowle, powinny być opublikowane, tak, ażeby uzyskać pewne wytyczne dla wykonywania ważniejszych budowli z zapewnieniem im dostatecznego bezpieczeństwa obronnego.

Badania ognioodporności materiałów powinny wogóle zostać skoordynowane i objąć całe elementy budowlane, jeżeli zaś chodzi o konstrukcje stalowe, dać podstawy do ustalenia najwłaściwszej otuliny szkieletów stalowych.

W końcu należałoby podjąć systematyczne badania w zaniedbanej dotąd, i wyłącznie stali dotyczącej dziedzinie, a mianowicie nad ochroną konstrukcji stalowych przed rdzą.

W ogólności walce nauki i techniki z rdzą zachowaliśmy dotąd niemal ścisłą neutralność. Zostaliśmy w tyle, a odrobienie zaległości jest tem ważniejsze, że zagadnienie korozji jako związane z klimatem, pozwala w niedużej zaledwie mierze na wykorzystanie długoletnich i bardzo cennych doświadczeń innych państw. Badania metalurgiczne i technologiczne stali mało korodujących, przeprowadzane u nas dotychczas w różnych miejscach, przedstawiają dużą wartość i skoordynowaniem ich zająć się winna sekcja metali Związku Badania Materiałów.

Inżynierów budowlanych obchodzą przede wszystkim powłoki rdzochronne. Badania, które należy podjąć w tej dziedzinie, winne doprowadzić do metodycznego ujęcia zagadnienia wspólnie z laboratorjami zakładów produkujących farby rdzochronne, oraz wyjaśnić jakich powłok używać należy w naszych warunkach klimatycznych i jak je wykonywać. Materiały stosowane dotychczas są niejednolitej produkcji i nieuwzględniają różniczkowania potrzeb, dając bardzo niejednolite, najczęściej słabe rezultaty.

Oprócz prób laboratoryjnych, w badaniu powłok rdzochronnych należy położyć duży nacisk na badania terenowe oraz gotowych konstrukcji, jako bardziej odzwierciadlające istotny stan zachowania się powłok.

Wszystkie wymienione problemy, dotyczące badania stali i stalowych elementów konstrukcyjnych są zagadnieniami, z którymi inżynier praktykujący styka się bardzo blisko. Znajomość istotnego stanu i wyników tych badań ma znaczenie nie tylko naukowe, ale również ściśle praktyczne, ze względu na podniesienie ekonomii budowy. W warunkach dzisiejszych, gdzie walory gospodarcze są w wielu wypadkach czynnikiem decydującym o wyborze materiału konstrukcyjnego, zasługuje to na szczególne podkreślenie.



NR 3142



„PORADNIA STOSOWANIA ŻELAZA“

dąży do rozpowszechniania żelaza i stali we wszystkich ich zastosowaniach przez popularyzowanie wiedzy o stali, wyjaśnianie procesów wytwórczych, informowanie o przeróbce, oraz wskazywanie nowych dziedzin zastosowań stali;

pozostając w ścisłym kontakcie z analogicznymi instytucjami zagranicznymi, zbiera wyniki doświadczeń oraz literaturę dotyczącą zastosowań stali, z którymi zapoznaje zainteresowanych;

informuje stale krajową prasę techniczną i codzienną o najnowszych zdarzeniach odnoszących się do stali i jej zastosowań;

udziela wyjaśnień w zakresie żelaza, stali i ich zastosowań, dając pełną rękojmię bezstronności;

organizuje wystawy i pokazy ilustrujące wysoką jakość i zalety stali jako materiału konstrukcyjnego;

współpracuje z uczelniami technicznymi i udziela pomocy w nauczaniu o stali i różnych jej zastosowaniach;

przez działalność w kierunku zwiększenia wewnętrznej konsumpcji stali toruje drogę do postępu technicznego;

„PORADNIA STOSOWANIA ŻELAZA“
KATOWICE, LOMPY 14, TEL. 329-31

NP. 3143



400000000151541

„STALMOS

BIURO SPRZEDAŻY MOSTÓW I KONSTRUKCYJ STALOWYCH
KATOWICE, LOMPY 14. TEL. 320.72 i 345.35.

UDZIAŁOWCY:

Górnośląskie Zjednoczone Huty Królewska i Laura,
Spółka Akcyjna Górniczo-Hutnicza, Katowice, Kościuszki 30

Zjednoczone Fabryki Maszyn, Kotłów i Wagonów,
L. Zieleniewski i Fitzner-Gamper,
Spółka Akcyjna, Kraków

K. Rudzki i Ska. Towarzystwo Przemysłu Metalowego,
Spółka Akcyjna, Warszawa, Fabryczna 3

Huta Pokój, Śląskie Zakłady Górniczo-Hutnicze,
Spółka Akcyjna, Katowice, Zamkowa 3

Towarzystwo Akcyjne Przemysłu Metalurgicznego w Polsce,
Radomsko

Spółka Akcyjna Wielkich Pieców i Zakładów Ostrowieckich,
Warszawa, Al. Ujazdowska 51

H. Cegielski
Spółka Akcyjna, Poznań

PRZEDSTAWICIELE:

Inż. Jan Butenko — Inowrocław, Nowe Ogrody 2
„Ferrostal” — Warszawa, pl. Napoleona 9, Tel. 5.03—52 i 6.54—84
Dr. Kazimierz Hohenauer — Poznań, ul. Ratajczaka 17, m. 1, tel. 17—77
Jerzy Krużolek — Wilno, Mickiewicza 22, tel. 12—78
Inż. Stefan Lupiński — Lwów, Romanowicza 1, tel. 202—05
Dom Handlowy Herman Meyer — Warszawa, Traugutta 2, tel. 6.01—84
Inż. Piotr Sakowicz — Gdynia, ul. Śląska 51, tel. 12—85
Inż. Aleksander Skrypczejko — Katowice, Gen. Zajączka 18, tel. 126—46
Otto Wihan — Łódź, Przędzalniczna 32, tel. 180—33
Inż. Zbigniew Wierzbiański — Lwów, Zadwórzańska 25, tel. 284—40
Wacław Zieliński — Radom, Żeromskiego 63, tel. 21—05.