

leżycie umocowane i w razie potrzeby wzmocnione ściągaczami, o których była mowa poprzednio.

Metalowe części gzemów pokrywają się farbą olejną, koloru cegły, dzięki temu stają się mało widoczne.

Gzemsy układają się na cementowej lub wapienno-cementowej zaprawie przy zachowaniu środków ostrożności, które polegają na starannem umocowaniu płyt i nieobciążaniu ich aż do czasu stężenia zaprawy; zwieszająca się część gzemu podtrzymuje się w czasie wykonania robót podporami, które się usuwa dopiero po zupełnem stwardnieniu zaprawy.

Najlepiej zawczasu ułożyć na ziemi część gzemu z suchego muru i w razie zachowania przezeń równowagi, wznosić go według wypróbowanego wzoru na ścianach.

Przy takiej próbie należy spoiny suchego muru wypełnić wojłokiem, cienkimi deszczułkami, wiórami i t.p. materiałami wyrównującymi powierzchnie warstw.

Dla zabezpieczenia gzemów od działania wód deszczowych należy je pokryć okapem dachu, blachą, dachówkami, lub przynajmniej pochyłą warstwą tynku.

Rozdział V.

ŚCIANY SZKIELETOWE (ROZWOROWE).

§ 18. Zasady ogólne. Zasadniczą częścią podobnych ścian jest drewniany, żelazny lub żelbetowy szkielet, wypełniony murem z cegły, lub innych kamieni sztucznych, betonem, a w

niektórych wypadkach kamieniem rodzimym, drzewem lub blachą.

Szkielet stanowi główną część konstrukcyjną, takiej mocy i odporności, by mogła wytrzymać działanie sił wiatru, ciężaru stropów wraz z ciężarem dachu, śniegu i innych.

Materiały wypełniające próżnie (pola) szkieletu tworzą wraz z nim tylko ściany i zabezpieczają przestrzenie wewnętrzne od zmian temperatury i pogody i w nieznacznym stopniu biorą udział w sprzeciwie siłom mechanicznym.

Szkielety składają się zwykle z ram poziomych, dolnych i górnych, wiążących słupy pionowe; dla usztywnienia zaś konstrukcji ustawiają się pochyłe zastrzały i poziome rozry. (Rys. 68).

Ściany szkieletowe bywają stosunkowo małej grubości, nadając się do budowy składów, hal targowych i zabudowań gospodarczych. Jeżeli wypełnić szkielet materiałami, nieprzepuszczającymi ciepła, wówczas ściany te nadają się również dla domów mieszkalnych w sferach o klimacie łagodnym.

Dużo podobnych domów spotyka się w Europie południowej i w Ameryce, gdzie t.zw. "drapacze chmur" są budowlami szkieletowymi.

Co się tyczy wielopiętrowych gmachów szkieletowych, to oprócz budowli amerykańskich, zawierających do 50'ciu kondygnacji, usztywnionych szkieletem żelaznym, mamy w Europie zachodniej cztero i pięcio - piętrowe budynki o szkielecie drewnianym.

Niektóre z nich były pobudowane w XIV - XV stuleciach służyć dotychczas, co się tłumaczy wyjątkowo starannym ich wykonaniem i zabezpieczeniem od wpływów wilgoci. Materiał zastosowany do ich budowy był wyjątkowo dobrego gatunku. W budowlach tych spotykają się dębowe bale o przekroju 40 x 5 cm., a najpodrzedniejsze części są wykonane z najtrwalszych gatunków drzewa.

W czasach obecnych zastosowanie tak cennego materiału niema racji bytu, gdyż można taniej wykonać budowle z murów wykłych lub betonu, z tego więc powodu budynki o szkieletie drewnianym nie zaliczają się do długotrwałych i stosują się do budowli podrzędnych, lub do takich części gmachów, które nie są narażone na działanie wód deszczowych.

Budowle o szkieletach żelaznych lub żelbetowych nie stępują w długotrwałości gmachom murowanym.

§ 19. Ściany o szkielecie drewnianym, (Mury pruskie).
Szkielety lub ramy podobnych ścian składają się ze słupów pionowych (b) wpuszczonych czopami w gniazda podwaliny (a) przykrytych oczepem (c). Podwaliny nazywają się w niektórych miejscowościach przyciesiami, a oczepy nadciesiami.
Rys.69).

Słupy dzielą się na narożne (b), okienne i drzwiowe (b), knice i drzwice, i usztywniające (b). Prócz tego dla usztywnienia wiązania służą zastrzały (d) oraz rozwozy lub rygle (e), te pomagają do zmniejszenia pól między częściami szkieletu.

letu.

Podwalina układa się na cokòle murowanym, a przy fundamentach ze słupów, bezpośrednio na nich, przyczem w obu wypadkach pożądanę jest ułożenie warstwy izolacyjnej, ochraniającej podwalinę od wilgoci muru. Biorąc pod uwagę, że podwalina jest narażona na największe murszenie, należy układać ją w ten sposób, aby zamiana jej na nową nie przedstawiała trudności; dlatego bardzo często podwaliny składają się z dwóch brusów, położonych jeden nad drugim, dolny gdy zgnije, może być zastąpiony nowym, a górny, ulegający mniejszemu zmurszeniu zostaje jako rama dla wiązania słupów.

Podwalina przy lekkich budowlach wiąże się z cokòłem i słupami żelaznymi kotwiami lub klamrami.

Wiązanie podwalin na węgłach pokazane jest na rys.70 i 71, a łączenie w długość na rys.72.

Przekrój poprzeczny podwaliny ma wymiary od 15 x 20 do 18 x 25 cm.

Przy budowaniu szkieletu początkowo ustawiają się słupy narożne (b, Rys.69) następnie słupy dla okien i drzwi (b) na ostatku zaś słupy usztywniające (b₁). Przyczem odległość między słupami nie powinna przekraczać 1,00 - 1,50 mt.

Jeżeli w budynku mają być ściany wewnętrzne, to słupy usztywniające stawia się w tych miejscach, gdzie łączą się one ze ścianami zewnętrznymi, do których wchodzi jako ich część konstrukcyjna. W tym wypadku, jeżeli budynek nie o

dzie tynkowany, a zależy na symetrycznem ustawieniu słupów, to dla ścian wewnętrznych stawia się dodatkowe, niewychodzące na powierzchnię licową słupy, jak to jest pokazane na rys. 69. Słupy łączą się z podwaliną czopami: wewnętrznymi (Rys. 73) lub krzyżowemi (Rys. 74); takie połączenie daje pewną gwarancję zabezpieczenia czopów od gnicia. Słupy narożne łączą się z podwaliną czopem, pokazanym na rys. 75.

Z oczepem łączą się słupy również czopami wewnętrznymi, przyczem często wzmacniają je drewnianemi dyblami lub zwykłemi gwoździemi.

Rozmiary słupów zależą od ich wysokości i ciężaru ścian, nie przewyższają jednak rozmiarów ram poziomych t.j. oczepu i podwaliny.

Grubość słupów (w kierunku poprzecznym ściany) zależy od rodzaju wypełnienia np. przy wypełnieniu murem w pół cegły daje się słupy o grubości: $\frac{L}{2} + K$, gdzie K bywa od 1 do 2-eh cm. Chodzi o to, by słupy wystawały z powierzchni ścian, dając możność oszalowania i otynkowania, co się stosuje dla budowli ogrzewanych.

Słupy narożne oraz słupy ścian wewnętrznych, jako słabsze, z powodu licznych wrębów, mają zwykle nieco większe rozmiary, to też wyjmują w nich falce (Rys. 76), lub ustawiają je w sposób wskazany na rysunku (77).

Zastrzały, służąc dla usztywnienia konstrukcji i unieruchomienia jej w podłużnym kierunku ściany, co jest ko-

niecznem dla przeciwstawienia się działaniu wiatru, powinny być stawiane pochyłościami do siebie, lub w formie krzyżulców (69). Przy niewielkiej długości ściany, zastrzały mogą być postawione tylko w narożnikach przy większej - w polach środkowych, najczęściej przy drzwiach lub wrotach.

Zastrzały wchodzą czopami nie w słupy, a w podwalinę i oczep, przyczem gniazda czopów wecinają się w odległości 8-10 cm. od gniazd słupów.

Zastrzały mają najczęściej wymiary słupów.

Oczep nasadza się na czopy słupów; ma on zwykle wymiary podwaliny i służy do podtrzymania wiązarów dachu lub belek stropu.

Rozwory (rygle) stawia się, aby zmniejszyć pola między wiązaniami i zapobiec wyboczeniu słupów. Układa się je zwykle nad drzwiami i oknami w ten sposób, aby tworzyły wraz ze słupami framugę. Przy podziale pól - kierujemy się tą zasadą, aby płaszczyzna próżni nie przewyższała 2 m^2 przy wypełnianiu cegłą, a $1,25 \text{ m}^2$ kamieniem rodzimym. Rozwory łączą się ze słupami przy pomocy czopów z zaciosem, albo rozwory robią się podwójne i obejmują słupy z obu stron.

Wielopiętrowe ściany wykonywa się dwojako, a mianowicie: każde piętro stanowi niezależny system, przyczem oczep dolnego tworzy podwalinę górnego piętra, albo słupy przepuszczają się przez całą wysokość budynku i w ten sposób osiąga się pewne wiązanie całej konstrukcji.

W pierwszym wypadku oczep, ułożony w kierunku równoległym do belek stanowi podwalinę górnego piętra, a oczep prostopadły do belek bywa podwójny (Rys. 69) i wiąże belki stropu. Wówczas słupy i zastrzały ścian poprzecznych i podłużnych różnią się co do długości, przez co utrudnia się nieco wykonanie roboty. Podobny sposób budowy ma tę złą stronę, że oczepy i podwaliny zsychają się, co wywołuje pewną deformację w konstrukcji szkieletu; bardziej skomplikowanym, lecz mniej wrażliwym na wysychanie jest szkielet o słupach ciągłych.

Wówczas słupy, najczęściej podwójne lub nawet poczwórne, ustawiają się bezpośrednio na cokole, a ramy poziome (oczep i podwaliny) wpuszczają się między słupy lub wcinają w nich. W ten sposób cały ciężar budowli spoczywa na słupach; natomiast ramy są mniej obciążone (Rys. 78).

Przy tak mocnej konstrukcji słupów ustawia się je na większej odległości od siebie, niż wskazano poprzednio, co 3 - 4,5 m., a między nimi daje się słupy pomocnicze, służące dla podziału pól, dla usztywnienia konstrukcji i dla obramienia okien i drzwi. Te ostatnie słupy mają wysokość zastosowaną do każdej kondygnacji. Przy tej konstrukcji celane wiązania: bolce, kłamry, strzemiona i inne. Ściany wewnętrzne mogą być równoległe i prostopadłe do zewnętrznych szczytowych. W pierwszym wypadku belka stropu będzie podwaliną i oczepem dla ściany wewnętrznej (Rys. 79). W te belki

wchodzą czopami belki ścian, podtrzymując jednocześnie strop. Jeżeli ściany wewnętrzne pójdą w kierunku prostopadłym do ścian szczytowych, a więc i do belek b, wówczas zmuszeni jesteśmy ułożyć na nich dodatkowe prostopadłe legary c, jako podwaliny dla szkieletu wewnętrznego. Wywołuje to pewną trudność przy ustawianiu drzwi - otrzymują się w nich progi ze wskazanych legarów - podwalin (a). Wówczas albo robią się w podwalinach wcięcia do poziomu podłogi (Rys.80), albo podwalina przerywa się przy drzwiach, a końce jej podtrzymują się dodatkowymi ryglami a (Rys.81).

Pola szkieletu napełniają najczęściej cegłą, deskami i rzadka warstwicowym kamieniem rodzimym. Grubość wypełnienia bywa zwykle pół-cegły, rzadziej - 1 cegła.

Dla równowagi tak cienkiego muru konieczne jest wzmocnienie szkieletu, co może być wykonane;

1) Przy pomocy długich gwoździ, wbitych do połowy w słupy, a pozostałą częścią znajdujących się w spoinach muru (Rys.82). Gwoździe zabijają się co 3 - 4 warstwy cegły.

2) W słupach wyrąbuje się trójkątny wpust, w który wchodzi cegła odpowiednio przyciosana. (Rys.83).

3) Do słupów przybijają się trójkątne listewki, a w cegle wyciosywa się odpowiednie żłobki. (Rys.84).

4) Mur obramia się drewnianymi gżemsikami - listewkami przybijanymi do słupów i rozworów. Listewki te tworzą niejako ramię dokoła muru i usztywniają go w wiązaniach szkieletu.

Dla uszczelnienia ścian szkieletowych, co jest bardzo ważne dla domów ogrzewanych, nadaje się słupom taką grubość, aby wychodziły poza powierzchnię ściany wewnątrz budynku, (Rys.85) następnie szaluje się je deskami (lcm.) i otynkowuje. W ten sposób między murem i oszalowaniem powstaje próżnia, w znacznym stopniu zabezpieczająca ściany od przemarzania. W południowych dzielnicach naszego kraju, podobne budowle przy starannem ich wykonaniu mogą być zamieszkałe.

Przy zapełnieniu próżni szkieletów drewnianych deskami, te ostatnie mogą być przybite poziomo albo pionowo, w jedną warstwę lub dwie.

Przy zapełnianiu deskami poziomymi, słupy mogą być postawione w odległości 50 razy przewyższającej grubość desek t.j. przy deskach o grubości 2 cm. w odległości - $50 \times 2 = 100 \text{ cm}$ przy 5-ciu cm. w odległości - $50 \times 5 = 2,5 \text{ mt.}$ i t.d.

Poziome zapełnienie ma tę wadę, że przy wysychaniu się desek tworzą się szczeliny między szkieletem i wypełnieniem, tymczasem przy deskach ustawionych pionowo podobne deformacje są identyczne z wysychaniem szkieletu, a więc mniej szkodzą szczelności ścian.

Deski umocowuje się w złóbkach szkieletu, (Rys.86) lub w falcach (Rys.87). Pierwszy sposób wymaga zapełnienia szkieletu jednocześnie z ustawieniem słupów, drugi może być uskuteczniiony po zupełnem ukończeniu konstrukcji. Grubość desek od 2 do 5 cm.

Dla budynków ogrzewanych stosuje się wypełnienie z dwóch desek, przyczem jedna z nich (grubsza - wewnętrzna) może być otynkowana. (Rys. 88) W strefach północnych dla domów mieszkalnych wypełnienie wewnętrzne składa się z dwóch warstw desek, obitych papą lub wojłokiem i otynkowanych. Oprócz tego ze strony zewnętrznej dodaje się trzecia warstwa desek cienkich stanowiących powierzchnię licową. Przy starannem wykończeniu i suchym nieulegającym deformacji materiale, podobne domy nie są zimniejsze od murowanych. Szczególne znaczenie posiada należyte obicie ścian papą.

Znane są budowle prowizoryczne, których ściany są z obu stron oszalowane, z wypełnieniem próżni trocinami, mchem, torfem i innymi materiałami.

Zrzadka wypełniają się szkielety gliną, mieszaniną piasku, trocin lub słomy, wapienno - piaskową zaprawą i betonem. Podobne wypełnienie wymaga dwóch oszalowań.

Wogóle ściany o szkieletach drewnianych nie są długotrwale, gdyż ulegają murszeniu, jednak przy starannem zabezpieczeniu ich od wilgoci, zastosowaniu suchego, dobrego gatunku materiału (nieulegającego wewnętrznemu gniciu), i zapregnowaniu drzewa przez czynniki antyseptyczne i inne, w warunkach dodatnich, podobne budowle służą dziesiątki, a nawet setki lat.

Ujemną stroną budowli szkieletowych jest trudność i

restaurowania i wprowadzania zmian konstrukcyjnych. Wyjmowanie części zmurszałych i wstawianie świeżych jest trudne, a zastosowanie starych budowli do innych potrzeb i wymagań, bywa czasami niewykonalne.

Znaczna oszczędność w materiałach niezawsze pokrywa większe koszty wykonania robót, tembardziej, że jak to było już wykazane, budowle szkieletowe wymagają wielkiej staranności, co wpływa na zwiększenie kosztów.

§ 20. Ściany o szkielecie żelaznym. Podobne ściany posiadają zwykle ściśle wykonaną konstrukcję metalową, składającą się ze słupów, związanych ramami poziomymi, oraz krzyżulców usztywniających szkielet.

Wszystkie te części tworzą się z odpowiednio dobranych kształtowników, połączonych nitami, lub zrzadka śrubami. Wymiary części składanych określają się na zasadzie obliczeń statycznych, tembardziej, że nie tylko słupy, ale i ramy poziome podlegają obciążeniu ruchomemu, oraz ciężarowi ścian, stropów i t.d.

Bywają wypadki, że poziome wiązanie składa się z dźwiigarów kratowych, najczęściej jednak poprzestają się na zastosowaniu zwykłego żelaza fasonowego.

Słupy buduje się z kątowników, dwuteowników, ceowników, ćwierciowników i ze specjalnych amerykańskich gatunków żelaza walcowego. Przykłady są wskazane na rysunku 89. Przykłady połączeń słupów z poziomnikami podaje rys. 90. Naj

częściej przecinają się słupy, a ramy tworzą wiązanie całkowite, aby uniknąć przy budowie wysokich pionowych nieusztynionych kształtowników.

Krzyżulce przynitowywuje się bezpośrednio albo przy pomocy nakładek do pasów kształtownika, tworzącego słup (Rys.90).

W ten sposób ze słupów, ram i krzyżulców tworzy się rodzaj ogromnej żelaznej siatki, stanowiącej szkielet zewnętrznych i głównych wewnętrznych ścian amerykańskich "drapaczy". Na rysunku (91) pokazany jest przekrój poprzeczny takiego szkieletu t.j. konstrukcja żelazna ściany wewnętrznej domu o 28 piętrach.

Oczywiście, ~~a~~ ciężar, jaki przekazują fundamentowi murów słupy szkieletu, musi być rozłożony na większą powierzchnię, aby w ten sposób zmniejszyć naprężenie jednostkowe gruntu. W tym celu słupy mają poszerzone podstawy z żelaznego fasonowego lub lanego. Wzory podobnych podstaw pokazane na rysunku (92), pierwsze dwa - z żelaza walcowanego, ostatni zaś lany. Prócz tego pod podstawą (stopą) słupa układa się zwykle gruba płyta kamienna, o większej, aniżeli stopa, płaszczyźnie, która wpływa jeszcze bardziej na zmniejszenie ciśnienia jednostkowego, przekazywanego muirowi fundamentu.

Przestrzenie między wiązaniem szkieletu, zapełnia się murem z cegły lub lekkich sztucznych kamieni. Oczywiście "drapacze" amerykańskie przy wykonaniu ich ze zwykłych m

murów wymagałyby dla swej równowagi, ścian znacznej grubości. Tymczasem dzięki szkieletowi grubość ta zależy głównie od nieprzepuszczalności materiału, a że w Nowym Jorku i Chicago zmiany temperatury są stosunkowo niewielkie, przeto największa grubość ścian w dolnych kondygnacjach nie przekracza 24-ch, a w górnych 12-stu cali.

Ciężar zwykłych murów o wysokości 200 lub więcej metrów uniemożliwiłby założenie fundamentów, tymczasem gmachy szkieletowe, jako znacznie lżejsze pozwalają na budowę części podziemnych.

Budowle szkieletowe odznaczają się niezmierną szybkością wykonania - szczegółowo opracowany projekt szkieletu wykonywa się w fabryce i montuje na miejscu ze stosunkowo dużych części składowych, a więc z małą stratą czasu. Jedną kondygnacja nakłada się na drugą i wypełnia się materiałami nieprzepuszczającymi ciepła, najczęściej porowatą lub dziurkowatą cegłą, sztucznymi kamieniami, a nawet cienkimi płytami z pozostawieniem między nimi próżni powietrznych. Płytki czasami przymocowują się specjalnymi haczykami lub sztyftami do wiązań metalowych. Wogóle, przy zastosowaniu szkiele tu wypełnienie pól ma na celu nie usztywnienie muru, lecz nadanie mu jaknajwiększej nieprzepuszczalności.

Często w zależności od warunków, wcześniej wypełniają się górne piętra, a dolne wykończają się na końcu; znane

są również budowle, w których dolna kondygnacja składa się z samego szkieletu, a wypełnienie zaczyna się od pierwszego piętra.

Zastosowanie odpowiednich przyrządów mechanicznych i ruchomych rusztowań daje możność wykonania jednej kondygnacji podobnych ścian w 4 - 5 dni. Więcej czasu zabiera wewnętrzne wykończenie budowli.

W Europie typy amerykańskie nie miały całkowitego zastosowania, lecz ściany ze szkieletem metalowym są w częstem użyciu dla pięter parterowych z dużymi otworami okiennymi, dla sklepów i hal na towary, dla składów, dla budynków fabrycznych i rzadka dla domów mieszkalnych.

Spotyka się również dużo niewielkich budowli ze szkieletem, złożonym z teowników i ceowników, najprostszej konstrukcji, wypełnionej cegłą, według wzoru wskazanego na rysunku (93).

Przy szkieletach żelaznych pola ich wypełniają się niekiedy blachą, najczęściej falistą; z takiej samej blachy tworzy się również pokrycie i w ten sposób cała budowla jest konstrukcją metalową.

§ 21. Ściany o szkielecie żelbetowym. W ostatnich czasach podobne ściany stosują się coraz częściej. Nie zawierają misternie związanego, podobnego do siatki, szkieletu, jakimi bywają szkielety drewniane lub żelazne, lecz podobnie jak poprzednie, składają się z konstrukcji żelbetowej,

ostatecznie sztywnej i odpornej wszelkim działaniom mechanicznym, wypełnionej cegłą lub innymi kamieniami sztucznymi.

Na rysunku (94) wskazana jest część budowli, składająca się ze szkieletu żelbetowego z wypełnieniem ceglanem. Szkielet tworzą żelbetowe słupy A, związane takimiż belkami (ramami) D i C, z których belki D podtrzymują się słupami metalowymi lub żelbetowymi.

Wobec tego, że belki D są podtrzymywane murem, wypełniającym pola szkieletu, nawet mury, otaczające górną kondygnację, spoczywają na tych belkach, oczywiście jest, że grubość wypełnionych ścianek może być minimalna, od pół cegły do grubości pożądanej dla uchronienia ubikacji wewnętrznych od zmian temperatury.

Oczywiście, że dla statyczności ścian nie jest potrzebne stopniowe zwiększanie ich grubości ku dołowi, co ma miejsce przy zwykłych murach. Unieruchomienie i sztywność ścian zabezpiecza w dostatecznym stopniu szkielet.

Płaszczyzny pół przy żelbetowym szkielecie są nieco większe niż przy drewnianym, a mianowicie przy grubości ścianki - pół cegły, płaszczyzna ta może być około 4-4,5 m² przy jednej cegle - od 16 do 18 m², przy 1½ c. - od 32 do 45 m², przy 2 c. - od 50 do 55 m².

Z przytoczonych danych można wnioskować, że ściany z żelbetowym szkieletem nadają się dla wielopiętrowych gma-

chów fabrycznych, młynów, składów, wież wodociagowych i t.p. budowli. Jako przykład zastosowania tego rodzaju ścian może być wskazana wieża, służąca za skład ziarna (elewator) o wysokości 34 metry. (Rys. 96). Szkielet tej wieży, składający się ze słupów A i rozworów poziomych B, wykonany z żelbetu stanowi mocną i sztywną konstrukcję a pola wypełnione są sztucznymi kamieniami z betonu (pułtaki) o grubości 8 cali (około 20 cm.). Gdyby wieża musiała być wykonana z murów ceglanych, to grubość ścian dolnej kondygnacji wynosiłaby około 1 metra.

Przy zastosowaniu podobnych szkieletów dla domów mieszkalnych są pewne trudności w zabezpieczeniu ich od chłodu, z powodu szczelin między szkieletem, a wypełniającym ich murem, oraz znacznej przepuszczalności ciepła przez części żelbetowe.

Następnie mogą powstać trudności w przeprowadzeniu kominów i innych kanałów, oraz w wewnętrznym wykończeniu lokali.
