

ogniotrwałą licówkę.

IV. ŚCIANY BUDYNKÓW.

§14. Grubość ścian. Grubość ta zależy od konstrukcji, statyczności i przeznaczenia ścian, a mianowicie: ściany wzmocnione w ten lub inny sposób drzewem lub żelazem mogą być cieńsze od budowanych z jednej tylko cegły, ściany wysokie, nie połączone z poprzecznymi, muszą być grubsze od niskich, tworzących z innymi zamknięte figury. Ściany domów mieszkalnych nie powinny ulegać przemarzaniu, a więc muszą być stosownej, poprzednio wskazanej grubości.

Rozpatrzmy grubość ścian z cegły w zależności od wymagań statyki. Wytrzymałość ścian na ściskanie jak ciężarem własnym tak i obciążaniem stropów, balkonów, dachów i ciężarami ruchomymi może być sprawdzona przez wzór:

$\delta \ll \frac{\sum p}{\omega}$, w którym δ - dopuszczalne obciążenie muru, podane w poprzednim § 11, $\sum p$ - wszystkie ciężary, wywołujące ściskanie muru i ω - powierzchnia rzutu poziomego muru. Oczywiście, że obciążenie $\sum p$ będzie stopniowo zwiększać się od góry ku dołowi w zależności od ilości stropów, ciężarów ruchomych i t.d., wobec czego jest zrozumiałem, że grubość ściany w rzucie pionowym zwiększa się stopniowo ku dołowi.

Następnie, grubość ścian winna być jeszcze uzależniona od działania sił pochyłych lub nawet poziomych np. parcia wiatru, jednak w tym wypadku trudno przyjść do pew-

nych ścisłych wniosków, gdyż jak liczebna wartość tych sił tak i ich kierunek działania nie mogą być ściśle określone. Z tego więc powodu najczęściej posługujemy się wzorami empirycznymi, zasięgniętymi z wyników praktyki. Z tych wzorów najczęściej są znane wz. Rondelet'a.

Autor ten daje wskazówki co do grubości ścian w różnych wypadkach, na mocy badań przeprowadzonych nad 500 najbardziej śmiałymi budowlami.

A. Dla ścian stojących oddzielnie np. ogrodzeń, podlegających tylko obciążeniu ciężarem własnym, grubość nie może być mniejsza od $1/12$ wysokości ściany i nie powinna przekraczać $1/8$ średnio - $1/10$ h.

B. Jeżeli ściany tworzą wielokąty lub nawet zakamują się w innym kierunku tworząc kąty, to grubość ich określa się w taki sposób /rys.45/.

Przypuśćmy, że ściany tworzą prostokąt i że odcinki AB i AB' są długościami boków prostokąta, czyli podłużnej i poprzecznej ściany. Dla określenia grubości muru prowadzimy AC prostopadłe do ABP' /gdzie AC - wysokość ściany/, następnie z punktu C promieniem CM, stanowiącym $1/8 - 1/12$ wysokości AC /w zależności od warunków i pożądanego usztywnienia/ zakreślamy łuk mpn, a z p i n, punktów przecięcia łuku z prostymi B'C i BC prowadzimy po i nr prostopadłe do AC; po i nr będą graficznie wyrażać szukane grubości ścian AB' i AB.

Wymiary po i nr mogą być również znalezione analitycznie

znanowicie:

$$\frac{nr}{cn} = \frac{AB}{CB}$$

oznaczamy dług. ściany AB przez l
wysok. " AC " h

Cn stanowi $1/8 - 1/12$ część AC t.j. h ; przyjmujemy, że

$$BC = \sqrt{AC^2 + AB^2} = \sqrt{h^2 + l^2}$$

a więc $nr / \text{grubość ściany} = e$

$$e = \frac{AB \cdot Cn}{BC} = \frac{l \cdot \frac{h}{10}}{\sqrt{h^2 + l^2}} = \frac{h \cdot l}{10 \sqrt{h^2 + l^2}}$$

Jeżeli ściany w planie tworzą łuki, to Rondolet przyjmuje l , długość odcinka ściany, za połowę promienia koła wpisanego, t.j. $l = \frac{r}{2}$, wtedy wzór poprzedni daje dla "o" wartość

$$\text{Grubość ściany: } e = \frac{h}{10} \cdot \frac{r}{2 \sqrt{\frac{r^2}{4} + h^2}} = \frac{h}{10} \cdot \frac{r}{\sqrt{r^2 + 4h^2}}$$

C. Jeżeli ściany tworzące zamknięty wielokąt są przykryte dachem i związane stropem, to grubość "o" określa się w ten sposób /rys.46/.

Na przekątnej BH odkładamy HC i BF równe odpowiedniej części AH czyli $1/8 - 1/12$, wtedy odcinki CH i Bf będą szukaną grubością obu murów.

W tym wypadku "o" może być określone wzorem analitycznym

$$e = \frac{h}{10} \cdot \frac{D}{\sqrt{D^2 + h^2}}$$

gdzie D - odległość między ścianami.

D. Jeżeli budynek oprócz ścian zewnętrznych posiada i zewnętrznie poprzeczno MN i $M'E'$, to grubość AB i CD okro-

śla się, dodając do $AC = D$ połowę wysokości h i dzieląc przez 24, t.j.

$$e = \frac{D + \frac{h}{2}}{24} = \frac{2D + h}{48} \quad \text{Rys. 47.}$$

Następnie jeżeli oprócz ścian poprzecznych jest jeszcze ściana podłużna PR, to wtedy:

$$e = \frac{D' + h'}{48}$$

gdzie $D' = AC$, a h' - wysokość ścian.

W praktyce grubość ścian budynków krytych przyjmuje się równa 1/25 do 1/15 ich wysokości.

Redtenbacher dla budynków fabrycznych daje takie wzory: $e_i = \frac{D}{40} + \frac{h_i}{25}$; $e_{ii} = \frac{D}{40} + \frac{h_i + h_{ii}}{25}$; $e_{iii} = \frac{D}{40} + \frac{h_i + h_{ii} + h_{iii}}{25}$

w których D - odległość między ścianami, h_i, h_{ii}, h_{iii} wysokość pięter, a e_i, e_{ii} i e_{iii} - odpowiednia grubość ścian.

Według tych wzorów grubość ścian sali o szerokości 12 mt. i wysokości 8 m. wynosi:

$$e = \frac{12}{40} + \frac{8}{25} = 0,62 \text{ m.} \quad \text{czyli } 2\frac{1}{2} \text{ cegły.}$$

Gdyby okazało się koniecznem określić statyczność ściany ze względu na parcie wiatru, to "e" można łatwo otrzymać z równania momentów /rys. 48/:

$$e \cdot h \cdot \sigma \cdot \frac{e}{2} = p \cdot h \cdot \frac{h}{2}$$

gdzie σ - ciężar jednostkowy muru, ph - parcie wiatru na jednostkę długości, skąd

$$e = \sqrt{\frac{ph}{\sigma}}$$

Analiza równania momentów wskazuje, że dla statycznej równowagi ściany t.j. dla zabezpieczenia jej od ruchu obrotowego około krawędzi poziomej "o" największe znacze-

nie ma "o", gdyż wchodzi w równanie jako "e".

Dlatego też można osiągnąć znaczne usztywnienie ściany przez poszerzenie dolnej jej części E lub dodanie w pewnych odstępach pilastra A lub przyper /kotrforsów/ B /rys.49/.

Następnie grubość ściany zależy również od wypadkowej wszystkich działających na nią sił, która nie powinna wychodzić z rdzenia ściany, t.j. środkowej trzeciej części przekroju pionowego. To zagadnienie rozwiązuje statyka budowli.

Powiększenie grubości ścian z $1\frac{1}{2}$ do 2-oh, a 2 do $2\frac{1}{2}$ i t.d. nazywa się "odsadzką". przytem każda ściana, jak i inne mury, mają odsadzkę w fundamencie, który poszerza się niemniej jak na 10 cm. w porównaniu ze ścianą.

Dolna część ściany /około $1/10 - 1/20$ h/ nieco grubsza /o $1/2$ cegły/ nazywa się "cokołem" /odziemem/ ma znaczenie podwójne: estetyczne, aby nadać dolnej części ściany bardziej masywny wygląd i konstrukcyjne, aby zabezpieczyć ją od uderzeń mechanicznych, co się uskutecznia przez licowanie cokołu kamieniem rodzimym i nadaniu, naogół biorąc, bardziej trwałych powierzchni.

Prócz tego na terenie pochyłym widoczna dolna linja cokołu biegnie wzdłuż powierzchni gruntu, górna zaś płaszczyzna stanowi poziom, od którego zaczyna się właściwy mur ściany /rys.50/.

Górne krawędzie cokołu odrabiają się gżemsikiem lub pochyłą płaszczyzną /rys.51/.

trach, to czasami dolne piętro traktuje się i odrabia jako cokół.

§15. Ściany domów mieszkalnych. Dla określania zasad budowy podobnych ścian, ustalimy ich nazwy, w zależności od tego, jakie miejsce zajmuje w budynku /rys.52/.

Ściana AB - nazywa się frontową, CD - tylną, MN - podłużną, PR - poprzeczną, AC - szczytową, ab jest głębokością budynku, cd - głębokością pokoju, pomieszczenie dla schodów mnpr, ograniczone ścianami, klatką schodową.

Oprócz tego rozróżniamy ściany zewnętrzne, wewnętrzne, ściany główne /kapitałne/ i przedziałowe /przegrody lub śc.podrzędne/, grodziżarowe /dla lokalizacji pożaru/, tremplowe /otaczające poddasze/.

Grubość ścian wewnętrznych zależy od ich obciążenia i ogólnych warunków statyczności, zewnętrznych od przepuszczalności ciepła i zarazem od przemarzania. To ostatnie wymaganie najmniejszą grubość podobnych ścian przy naszych warunkach klimatycznych określa na dwie cegły.

Z tego więc powodu w górnych piętrach, ściany zewnętrzne mają grubość dwie cegły, następnie stopniowo zwiększa się grubość o pół cegły i według przyjętych u nas norm IV i III piętra mają ściany o 2 ceglach, II i I - $2\frac{1}{2}$, parter /przyziom/ - 3, piwnica - $3\frac{1}{2}$. Bywają jednak domy, w których grubość ścian zmienia się co 3 piętra, co daje w stosunku do ogólnych kosztów budowy nieznaczną oszczędność.

Ściany wewnętrzne zaczynają się od $1\frac{1}{2}$ cegły i stopnio

we zgłaszają się na wzór poprzednich o pół cegły. Rys. 53 wskazuje wymiary podobnych ścian przyjęte u nas.

Podane wymiary stosują się jednak tylko do normalnych głębokości pokoi /do 6 m./ i wysokości kondygnacji /do 3,6 m./ przy dużych, znacznej wysokości salach, należy stosownie zwiększać grubość otaczających je ścian.

Należy dodać, że przyjęta u nas grubość ścian jest nieco większa od rezultatów otrzymywanych ze wzorów Rondelet'a i nawet przewyższa normy niemieckie, te ostatnie wymagają od zewnętrznych ścian IV i III pięter grubości 38 cm.

/11/2 cegły - 40 cm., II i I - 51 cm., /2 cegły - 55 cm., parteru - 64 cm., /21/2 cegły - 69 cm., piwnicy - 77 cm., /3 cegły - 73 cm./.

Ściany klatek schodowych zewnętrzne mogą się zaczynać od 11/2 cegły z odsadzkami co 2-3 kondygnacje, a wewnętrzne od 1 - 11/2 cegły. Ściany przedziałowe nie powinny być cieńsze od 1 cegły, a oddzielające mieszkania od 1 - 11/2 cegły.

Ściany składowe lub spichrzy mają grubość 1 1/2 i nie więcej niż 2 cegły; w tych budowlach często stosują się przypory.

Zewnętrzne ściany szczytowe winny otrzymać takie same wymiary, jak było wskazane wyżej, jednak dla ścian "wspólnych" t.j. oddzielających domy sąsiednich właścicieli mogą być wprowadzone pewne odstępstwa, a mianowicie u nas utarło się zwyczaj, że szczytowe ściany graniczne mogą być wspólne dla obu domów, nawet wbrew woli jednego z sąsiadów, oczywiście za zwrotem kosztów połowy ściany. Jeżeli sąsiad wzniósł już budynek, to wolno do niego dostawić nową budowlę bez murowania ściany szczytowej i nawet nadmuruwać jego ścianę, o ile zachodzi potrzeba, a ściana technicznie do tego się nadaje. Jeżeli niema budynku na terenie sąsiednia, to granica może przechodzić wzdłuż osi stawianej ściany.

Ściany wspólne lub mające być takimi zaczynają od 11/2 cegły z odsadzkami następnie co 2-3 piętra.

16. Wzmocnienie ścian belkami i żelazem. Jak mówiliśmy w § 11/ statyczność ścian w znacznym stopniu zależy od wytrzymałości na wyboczenie, z tego więc powodu wiarę wazniejsze cienkich a wysokich ścian domów jest bardzo przesadane. Najlepsze wiazanie osiąga się przy pomocy ścian porzecznych, lecz znaczne usztywnienie sąsiednich ścian dają również zakotwione belki /rys. 54/.

Zakotwienie to składa się z żelaznych płaskowników "a" /9-12 na 33-50 mm./ długości 0,75 - 1,00 m., przymocowanych do muru za pomocą belek "b" długimi gwoździemi "c" i klamerkami "d". Na tym końcu płaskownika, jaki się zakłada w mur, jest ucho, w które wsuwa się żelazny pręt "f" o grubości nie mniej 25x25 mm. Podobne kotwie zakładają się co trzy lub cztery belki i znacznie usztywniają ściany budowli.

Przy belkach żelaznych, otwory dla nitów lub śrub, przy-

twierdzące kotwie do belek, muszą być eliptyczne, jako kompensata deformacji belek od zmian temperatury. Podobna forma otworów nieco zmniejsza znaczenie kotwi. Oprócz tego dla wiązania ścian stosują się żelazne ściągacze (10x35 mm) ustawiane na sztorc (Rys.55).

Oczywiście, że ściągacze muszą być w stanie naciągniętym, co się skutecznie przez zabijanie klinów „a” w miejscu gdzie się schodzą końce obu ściągaczy, jak wskazano na rysunku.

W narożnikach, końce obu schodzących się ściągaczy mają uszy, w które wstawiają się pręty pionowe „f”, a dla naciągania ściągaczy stosują się również kliny „a” (Rys.56).

Układają się ściągacze najczęściej nad fundamentem i pod ostatnim stropem, lecz w niektórych miastach układają co drugie piętro t.j. w 1,3 i 5 kondygnacjach, a w budynkach niemających stropów co 4-ry metry, licząc tę odległość w kierunku pionowym.

W ścianach zewnętrznych ściągacze zakładają się w odległości 1/2 cegły od powierzchni licowej.

Działanie ściągaczy i należyte ich wymiary nie mogą być określone odpowiednim rachunkiem; prócz tego przy niekorzystnych warunkach żelazo szybko rdzewieje i stopniowo traci swą wytrzymałość; wpływ temperatury też działa ujemnie na zachowanie stosownej długości ściągaczy - więc zastosowanie tych wiązań nie wzbudza należytego zaufania.

Bez wątpienia w pierwszym okresie budowy, przy niestężej jeszcze zaprawie wapiennej, ściągacze mają pewne znaczenie, lecz po należytem jej stwardnieniu mogą okazać się zbędne. Zdawałoby się, że stosując zaprawę cementową i należyte zakotwienie przy pomocy belek, możnaby osiągnąć lepsze rezultaty.

§ 17. Gzemsy. Licowe powierzchnie ścian dzieli się dla nadania wyrazistości fasadzie poziomymi wystającymi warstwami z cegły, kamieni lub nawet tynku, które noszą nazwę gzemsów.

Górny, pod samym dachem, gzems, służący dla odprowadzania wód deszczowych od powierzchni ściany nazywa się głównym gzemsem (krajnikiem). Ten ostatni tworzy niejako kapitel ściany i bywa w zależności od stylu znacznej wielkości a mianowicie: wysokość gzemsów h waha się od $1/25$ do $1/15$ wysokości budynku, występ nad powierzchnią ściany od 0,75 do 2,00 h. Przeważnie występy gzemsów wielepiętrowych domów miejskich dochodzą do 1,00 m.

Z tych danych można wnioskować, że usztywnienie w górnej części ściany zwieszającego się gzemu, wymaga wielkiej staranności i należytego opracowania konstrukcji.

Gzemsy mogą być z kamieni rodzimych, z cegły, betonowe i metalowe (z blachy cynkowej, pokrywającej wysoki muru). Z cegły, a w niektórych wypadkach z drzewa, mogą być wykonane zwieszające się części, wykończenie zaś odpowied-

nich profili architektonicznych uskutecznia się przy pomocy tynku.

Gzemsy kamienne są to wystające z powierzchni ściany warstwy ciosu (Rys.57). Oczywiście, że równowaga kamienia A będzie dotąd stałą, dopóki środek ciężkości nie wyjdzie za krawędzie muru. W danym wypadku kamień A, ociosany z powierzchni licowych będzie całkowicie unieruchomiony na swym podłożu. Zapewnioną jest również równowaga kamienia A, (Rys.58) który chociaż podtrzymuje rynną deszczową, lecz jest wzmocniony podtrzymującym go kamieniem B i przyporami C. Niezależnie od tego, część muru D, ułożona na drugim końcu kamienia A, od strony ściany, zwiększa jego równowagę.

Gdyby wskazane środki nie zdołały unieruchomić głównego kamienia gżemsu, to takowy przymocowywa się do muru ściany metalowymi kłami lub ściągaczami.

Na rys.(59) podane jest zastosowanie ściągacza żelaznego D, który wraz z dwoma belkami C zwiększa równowagę kamienia ciężarem muru o warstwie CC. W ten sposób dla usztynienia gżemsu służą nie tylko występujące kamienie dolne i mur leżący nad A, lecz i znajdujący się pod nim do linii mn

Obliczenie statyczności gżemsu nie przedstawia trudności, (Rys.60) a mianowicie: gżems będzie w równowadze stałej t.j. obrót około krawędzi C nie będzie miał miejsca, jeżeli:

$$P_m + R_n < P'_m + R'_n$$

P i P' ciężary kamieni lub murów B i D na jednostkę dług.

R i R' - ciężary części kamienia A na jednostkę długości,
 m, m', n i n' - odległości środków ciężkości od krawędzi, C .

O ile przytoczone równanie wykaze chwiejność gżemsu i konieczne będzie zastosowanie ściągacza (Rys.59), wówczas przekształci się ono w następujący sposób:

$$P_m + R_n = P'm' + R'n' + S_d.$$

gdzie S - naprężenie ściągacza D , które nie powinno przekroczyć ciężaru warstwy muru CC' : d - odległość od krawędzi.

Najmniej usztywnione bywają narożniki gżemsów i możemy je w każdym wypadku obliczyć, pisząc równania statyki, przyczem pożądanem jest, aby główna płyta kamienna, podtrzymująca gżems, miała pod narożnikiem formę kwadratu.

Z przytoczonych wzorów gżemsów kamiennych łatwo zauważyć, że składają się one z kamieni o największym występie, które jako belki, jednym końcem wmurowane w ścianę, podtrzymują całą zwieszającą się konstrukcję. Inne kamienie, tworzące poprzednim całokształt gżemsu, służą w miarę możliwości za wsporniki.

Oczywiście, że płyty, z jakich się gżems składa, muszą być wyciosane z mocnych, trwałych kamieni; nadają się do tych konstrukcji wyborowe pokłady wapieni (marmury, dolomity) i drobne ziarniste ścisłe gatunki (granity, porfiry, szjanity i pokrewne im skały).

Gżemsy betonowe wyrabiane są z samej zaprawy cementowej lub z domieszką drobnego żwiru i mało różnią się od gżemsów kamiennych.

z kamieni rodzinnych.

Najczęściej wyrabiają się oddzielne bloki betonowe, które następnie układa się na ścianie na wzór ciosów. Bloki te mogą zawierać wewnątrz próżnię, zmniejszając ich wagę, co jest wielce pożądane dla lepszej równowagi gżemsu.

Jeżeli beton wzmacnia się prętami żelaznymi (t.j. otrzymujemy żelbet), to gżemsy będą nie tylko lekkie, ale posiadają znaczną wytrzymałość na zgięcie, co jeszcze bardziej jest pożądane.

Z tego, co było powiedziane wyżej zdawałoby się, że kamień naturalny powinien w gżemsach ustąpić miejsce sztucznemu, tak jednak nie jest, gdyż kamienie rodzinne swą barwą, rodzajem odrobienia i ogólnym kształtem estetycznym więcej nadają się do ozdoby gmachów, niż brudnawo-szare, różnych odcieni, bloki betonowe.

Gżemsy z cegły muszą być wykonane z najmniejszym jej ociosaniem, a jednocześnie z nadaniem konstrukcji odpowiedniego występu przy usztywnianiu tak małych elementów muru, jakimi są cegły.

Wobec tego gżemsy z cegły są trudne do wykonania i nie odpowiadają wymaganiom architektury. Dlatego też najczęściej odrabiają się tynkiem, będąc podtrzymywane przez płyty kamienne lub belki żelazne.

Niewielkie gżemsy między piętrami, tworzące rodzaj listewek na tle powierzchni muru, buduje się według wscrów, wskaza-

nych na rysunku, z których można wnioskować, że może tu być użyta cegła nieociosana. (Rys. 61). Następny rysunek (62) wskazuje jak można zbudować gżems o stosunkowo wielkim występie również z cegły nieociosanej. Gżems taki nadaje się dla 3 - 4 piętrowego budynku.

Naogół dla gżemsów pożądana jest cegła fasonowa.

Trzeba zaznaczyć, że dla zachowania równowagi, warstwy mogą występować jedna nad drugą, nie więcej jak o pół cegły, co znacznie utrudnia nadanie gżemsowi urozmaiconych kształtów.

Dlatego dobrze jest stosować wraz z cegłą i płyty kamienne, jak wskazuje rysunek (63).

Przy znacznych wystęпах gżemsów zamiast płyt, daje się żelazo fasonowe, najczęściej teowniki, które układa się na odległości nieco mniejszej niż długość cegły, co pozwala dobrze utrzymać gżems, jak to widać na rysunku (64). Przy większym wymiarze teowników a zamiast cegieł, układanych "na płask" mogą być zastosowane sklepienia, na których układają się następne warstwy, tworzące gżems. (Rys. 65).

Na narożnikach belki fasonowe układa się wachlarzowo (Rys. 66) lub tworzy specjalną konstrukcję metalową, podtrzymującą tę część muru gżemsowego (Rys. 67).

Przy ciężkich gżemsach stosują się dwuteowniki, a odległość między nimi dochodzi do 75 cm.

Oczywiście końce belak, leżące na murze muszą być na

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