

300  
WYDAWNICTWA NAUKOWE  
KOMISJI WYDAWNICZEJ  
Towarzystwa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej



# BUDOWNICTWO OGÓLNE

Skrót wykładów  
prof. J. FEDOROWICZA

Część I. Mury z cegły  
Część II. Beton  
Część III. Łuki i sklepienia

—•••—  
No Wyd. 71.

400  
WARSZAWA 1921/22.  
Skład Główny Komisji Wydawniczej: Politechnika — Polna 3. Telefon 88  
Drukarnia i Litografia „SATURN” Marszałkowska 91.



sunek na okładce wyobraża świątynię Azteków w starożytnym Meksyku według re-  
konstrukcji O. Mohtes'a.

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



# Budownictwo Ogólne

Skrót wykładów

prof. J. FEDOROWICZA

Część I. Mury z cegły

Część II. Beton

Część III. Łuki i sklepienia

No Wyd. 71

69:634.023.6

WARSZAWA

NAKŁADEM „KOMISJI WYDAWNICZEJ” TOW. BR. POM. STUD. POL. WARSZ.

Drukarnia i Litografia SATURN Marszałkowska 91,

ROK AKAD. 1921/22.



Bibl. Publ. m. st. W-wy

Nab. 24010



z 61411

## M U R Y                      Z                      C E G Ł Y .

### I.    SPOSOBY WIAZANIA CEGIEŁ.

§1. Wskazówki ogólne. Ścisłe rozmiary cegły, trudność podziału jej na części prawidłowej formy i złe wyniki otrzymujące się przy jej ociekowaniu powodują, że masy murów w miarę możliwości są dostosowane do rozmiarów cegły.

W ten sposób grubość ścian, słupów, sklepień i innych murów bywa  $1/2$ , 1, 2,  $2\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$  i t.d. cegły.

Wniosek ten nie stosuje się do długości murów, gdyż przez niewielkie poszerzenie lub zwężenie spoin na pewnej odległości usuwa się potrzebę podcinowania cegieł bądź to zupełnie, bądź też stosuje się ten środek tylko na początku i końcu ściany.

W myśl głównej zasady podziału murów na elementy, należy dzielić mury z cegły na warstwy, płaszczyznami prostopadłymi do sił działających; a te siły to są najczęściej pionowe lub pochylone pod niewielkim kątem, więc warstwy muszą być poziome /t.j. cegła powinna być ułożona "na płask"/, o grubości takiej, jaką jest grubość cegły, t.j. 65 mm.

Zgodnie z powyższem, mury o grubości  $1/2$ , 1,  $1\frac{1}{2}$  cegły układa się według wzoru podanego na rys.1.

Warstwy muru mogą być układane z główek /rys.2 wzór A/ lub z wozówek /wzór B/, zachodzi przeto pytanie, jaki rozkład jest lepszy? Z porównania rys. A i B /rys.2/ widzimy,   
 ROZKŁAD CEGIEŁ   
 ROZKŁAD CEGIEŁ



że w pierwszym wzorze otrzymujemy dwie spoiny wewnętrzne /M N/, w drugim zaś - pięć /mn/. Oczywiście, pod wpływem sił w ścianie, spoiny M N... i mn... mogą się rozszerzyć, t.j. wywołać podział ściany na trzy albo sześć pionowych ścianek, czemu łatwo można zapobiedz przez przykrycie spoin całymi cegłami - znowu wozówkami lub główkami. Przykrywając główkami otrzymujemy przykrycie spoin połową cegły, przy wozówkach - czwartą jej częścią.

Dla zmniejszenia ilości szwów pionowych i lepszego ich przykrycia, mury składane z główek są mocniejsze niż z wozówek, przeto racjonalniejsze.

Jednak przy użyciu li tylko warstw główkowych, zmniejszeni jesteśmy do przykrycia wyżej wskazanych spoin MN /rys.3/, to przykrycie wymaga ułożenia połówek cegieł /na rysunku są zakreskowane/, co pociąga za sobą potrzebę ociosywania cegieł na całej długości ściany. Przy takich warunkach, konieczność zmusza do układania u powierzchni zewnętrznych cegieł-wozówek, dających pożądane przykrycie spoin /rys.4/. Takie warstwy będziemy nazywać wozówkowani i układać je mijankowo z warstwami główkowani.

W ten sposób warstwy wozówkowe przy grubości ściany trzy cegły będą się składać z dwóch główek i dwóch wozówek, cztery cegły - z trzech główek i dwóch wozówek, pięć cegieł - z czterech główek i poprzednich dwóch wozówek



i t.d. Warstwy główkowe składane są z jednych tylko główek. Jeżeli ściany będą o grubości  $1\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{1}{2}$  i wogóle  $2n - \frac{1}{2}$ , to ułożenie warstwy z jednych główek staje się niewykonalne, wobec tego do stosownej ilości główek musimy dodawać jedną zewnętrzną wozówkę /rys.5/. A więc warstwy o grubości  $2\frac{1}{2}$  cegieł będą się składać z dwóch główek i jednej wozówki, z  $3\frac{1}{2}$  cegieł - z trzech główek i, jak wyżej, jednej wozówki i t.d. Takie warstwy układa się mijankowo, t.j. jeżeli w 1,3,5,7 i 9-ej warstwach wozówki są u jednej powierzchni, to w warstwach 2,4,6,8.... u drugiej powierzchni licowej /rys.5/.

Oprócz podanych sposobów układania murów, bywają czasami w użyciu warstwy mieszane /rys.6/, które jednak są niepożądane, gdyż utrudniają robotę, nie wszystkie spoiny przykrywają i w niektórych wypadkach wymagają dodatkowego ociosowywania cegieł.

§ 2. Wiązanie spoin zewnętrznych. Na powierzchni zewnętrznej ścian spoiny mogą być przykryte:

- 1/ Warstwami główkowymi przy sąsiednich warstwach wozówkowych.
- 2/ Warstwami główkowymi przy warstwach mieszanych.
- 3/ Obu warstwami mieszanymi.

Zastosowanie tych warstw daje następujące wiązania /r.7/:

Główkowe i wozówkowe - daje wiązanie kowadełkowe /A/ lub krzyżowe /B/, różniące się od poprzedniego tem, że



spoiny warstwy wozówkowej są przesunięte w stosunku do spoiny najbliższej, wozówkowej warstwy, o pół cegły.

Przy zastosowaniu dwóch warstw wozówkowych przy jednej główkowej otrzymamy wiązanie /C/ angielskie.

Warstwy główkowe i mieszane /D/ dają wiązanie holenderskie.

Warstwy mieszane - wiązanie gotyckie albo polskie /E/.

Należy jednak zaznaczyć, że tylko wiązania kowadłkowe i krzyżowe dają należyte wewnętrzne przykrycie spoin i pozwalają racjonalnie budować inne części murów.

Krzyżowe wiązanie uważane jest za mocniejsze niż kowadłkowe, gdy spoiny warstw wozówkowych są przykryte trzema warstwami cegły.

Wiązanie angielskie nadaje się dla murów, podlegających rozciąganiu, np. na ściany kominów fabrycznych, obmurowania kotłów i t. p., gdzie pod wpływem temperatury powstają naprężenia podłużne w ścianach. W tym wypadku wiązanie angielskie, jako posiadające znaczną ilość wozówek, przykrywających spoiny pionowe, może okazać się trwalsze od innych wiązań.

Wiązania polskie i holenderskie, jako dające dużo powierzchni wozówkowych, są używane wówczas, gdy stosujemy cegły-licówki, gdyż w ten sposób wykorzystana jest największa ilość powierzchni drogiej cegły. Ponadto przy zastosowaniu różnobarwnej cegły, wiązania te dają bardziej



różnorodne i urozmaicone rysunki układu cegieł.

§ 3. Pionowe ograniczenie ścian. Naroża ścian, krawędzie słupów i inne części murów wymagają zakończenia ich poprzecznymi płaszczyznami pionowymi. Ograniczenia te wymagają specjalnego układu cegieł, gdyż pionowe spoiny cegieł A w drugiej i czwartej warstwach są w jednej i tej samej płaszczyźnie przekroju ze spoinami warstwy pierwszej i trzeciej /rys.8/. Potrzebne przykrycie osiągniemy, układając podłużnie cegielkę C albo dwie dziewiątki t.j. cegielki mające  $3/4$  normalnej długości.

Podział cegły na podłużne połówki jest bardzo trudny, zwykle jedna z nich kruszy się od uderzeń murarskiego młotka; otrzymywanie dziewiątek jest łatwiejsze, chociaż rzadko udaje się zachować w całości ociosowaną ćwiartkę.

W ten sposób układamy dziewiątki i zaznaczamy, że warstwy wozówkowe muszą być zaczynane od płaszczyzny poprzecznej pionowej - dziewiątkami.

Stosując powyższą regułę, przekonamy się jednak, że w ścianach o grubości większej niż  $1\frac{1}{2}$  cegły pozostaną nieprzykryte spoiny  $\alpha$  i  $\alpha'$  /rys.9/, dla przykrycia których musimy ułożyć w warstwach główkowych /E/ po dwie dziewiątki /zakreślowano/. Ten sam sposób może być użyty przy grubości ścian  $2\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{1}{2}$ .... cegły /A/.

Z tego wnosimy, że dla otrzymania ograniczenia pionowego należy zacząć warstwy wozówkowe dziewiątkami, a w warstwach główkowych ułożyć od powierzchni licowych po



dwie dziewiątki /t.j. razem osztery/, zapożyczając próżnię między nimi całemi cegłami /rys.10/.

§ 4. Wiązania spotykających się ścian. Ściany mogą się przecinać, tworzyć narożniki /kąty/ lub przylegać jedna do drugiej. We wszystkich wypadkach warstwy jednego poziomu muszą być układane w taki sposób, żeby gdy jedna jest wozówkową, druga była główkową.

Przecięcie ścian powstaje w ten sposób, że warstwa główkowa przerywa się i przepuszcza wozówkową /rys.11/. W następnej warstwie, gdy główki zamieniają się wozówkami i odwrotnie, powtórnie przerywa się warstwa główkowa i przepuszcza wozówkową. Na rysunku pokazane jest przecięcie ścian o grubości  $1\frac{1}{2}$  i 2 cegły, następnie po  $2\frac{1}{2}$  i po 3 cegły.

Jeżeli ściana A nie przecina, lecz tylko dochodzi do drugiej B /rys.12/, to zgodnie z poprzednim, warstwy główkowe A przerywają się przy powierzchni B, a wozówkowe otrzymują ograniczenie pionowe płaszczyzną mn.

Odpowiedni układ cegieł pokazany jest na rys.13, z którego widać, że warstwy wozówkowe ściany A otrzymują zakończenie z dziewiątek.

Narożniki, czyli kąty ścian, mogą być również traktowane jako przekroje, w których ściany nie przedłużają się za zewnętrzne ich powierzchnie; dla tego też, zachowując poprzedni sposób wiązania, będziemy przerywać warstwy główkowe przy zetknięciu się z drugą ścianą, a wozówkowe prze-



dłużać do powierzchni zewnętrznych i tu kończyć dziewiątkami /rys.14/. Na szkicu aksonometrycznym pokazany narożnik ścian o grubości  $2\frac{1}{2}$  cegły wiązania krzyżowego, które wymaga ułożenia pokówek cegły.

Jeżeli ściany przecinają się pod kątem nie prostym, lecz ostrym lub rozwartym, to charakter wiązania zmienia się tylko o tyle, że wewnątrz muszą być ułożone przyciosane cegły, jak to wskazują rys.15.

Przyleganie ścian polega na przzerwaniu warstwy wozówkowej i przepuszczeniu główkowej do cegieł licowych. Taka zmiana w porównaniu ze ścianami tworzącymi proste kąty, wprowadzona jest dla zachowania na powierzchniach licowych całych, nieociosanych cegieł.

Kąty rozwarto tworzą się w ten sposób, że główkową warstwę  $G$  i znajdującą się pod nią  $G'$ , przerywa się na spoinach  $ab$  i  $ef$ , przechodzących przez wierzchołek kąta wewnętrznego. Najbliższe spoiny pionowe warstw wozówkowych  $cd$  i  $gh$  odchodzą na czwartą część cegły. /rys.16/. Próżnię między temi cegłami zakłada się cegłami przyciosanymi. Kąty ostre /rys.18/ tworzą się przepuszczeniem warstw główkowych  $G$  ściany  $A$  w warstwę wozówkową  $W$  ściany  $B$ , przyozem główek nie doprowadza się do powierzchni, lecz obrywa przy spotkaniu z wozówkami  $W'$ . W ten sposób na powierzchni  $A$  zostają wozówkowe cegły.

Bardzo częste ostre kąty układają się w sposób taka-



zany na rys.18.

Sposób połączenia trzech ścian wskazany na rys.19.

§ 5. Wiązania ścian cienkich. Cienkimi nazywamy ściany nie grubsze nad jedną cegłę. Różnica w wiązaniu tych ścian z poprzednio rozpatrzonymi polega na przerywaniu warstw złożonych jedynie z główek lub wozówek, oraz na znacznem uproszczeniu całego układu.

Ścianki o grubości  $1/4$  i  $1/2$  cegły używane są dla licówki i dla murowania pieców, przyczem układają się li tylko wozówki. Ograniczenia pionowe osiągamy za pomocą dziewiątek i połówek, a kąty - bez użycia ciosanych cegieł /rys.20 A/. Ścianki o grubości jednej cegły układamy z wozówek lub główek, dla pionowych zaś ograniczeń muszą być użyte dziewiątki /B i C/.

§ 6. Wiązania ścian z próżniami. Ściany składające się z dwóch /czasami z trzech/ cienkich ścianek, ograniczających próżnię, są lżejsze od rozpatrzonych poprzednio; źle przewodzą dźwięk, ciepło i wilgoć, ale zarazem są słabsze i mniej sztywne.

Najczęściej są stosowane dwie ścianki grubości pół cegły, wzmacnione klamkami z drutu /rys.21/, lub główkami /rys.22/. Próżnie pierwszych /t.zw. ściany Gerarda/ zasypuje się materiałami nieprzepuszczającymi ciepła, a mianowicie: popiołem, słomą, mchem, trocinami, suchą ziemią, tłuczonym węglem, żutłem i t.p. Najczęściej używa się węgla i ziemia. Chociaż klamry



umocowywa się w wydrążonych dlań w cegle otworach cemen-tem i układa się w odległości poziomej co 1 metr, a w kierunku pionowym co 0,50 mtr., jednak ściany te muszą mieć specjalne wzmocnienia w narożach, pod belkami, oraz wyodrębnione od ścian kominy dla pieców.

Jeszcze słabsze są ścianki pokazane na rys.22, dla tego też nie mają większego zastosowania.

§7. Wiązania skupów lub kolumn. Skupy o przekroju prostokątnym można uważać za ściany nieznacznej długości. Np. skup  $3 \times 4\frac{1}{2}$  cegły /rys.23/ jest ścianą o grubości trzy cegły i o długości cztery i pół cegły. Dla otrzymania należytego wiązania układamy główkowe i wozówkowe warstwy, nadając im ograniczenie poziome /Par.3/ u krawędzi poprzecznych  $ab$  i  $ab'$  dla warstwy wozówkowej i u  $cd$  i  $cd'$  dla warstw główkowych.

Należy zaznaczyć, że jeżeli długość skupa określa się całkami cegłami np. 4,5,6.... i t.d., to w warstwach wozówkowych nie układa się całkowita ilość cegieł, gdyż ograniczenia pionowe wymagają ułożenia z każdej strony po dziewięć, jeżeli przeto od długości skupa  $l$  odejmiemy  $2 \times \frac{3}{4}c$ , to otrzymamy  $l - 1,5c$  wyrażone w pół-cegłach.

Z tych więc powodów w warstwach wozówkowych konieczne jest ułożenie połówek  $m$  i  $m'$ , jak wskazuje rys.24.

W skupach o przekroju kwadratowym otrzymamy należyte wiązanie, tworząc ograniczenia pionowe to w krawędzi poprzecznej, to w poprzecznej - rys.24. Tego rodzaju układ ce-



gieł wymaga jednak znacznej ilości dziewiątek, a że takowe nie są u nas wyrabiane, więc aby je otrzymać ocio-  
suje zwykle cegłę, co jest niepożądane. Dlatego w prakty-  
ce słupy, zwłaszcza niewielkiej wysokości, układają w  
sposób podany na rys.25 t.j. bez przykrycia spoin piono-  
wych. Takie wiązanie jest dopuszczalne, o ile zaprawa  
jest cementowa i co 7-10 warstw są ułożone płyty betono-  
we lub kamienne - rys.26.

Jeżeli słupy mają przekroje złożone, w rodzaju podane-  
go na rys.27, to wiązanie można wykonać według wskazówek  
przytoczonych dla wiązań ścian przecinających jedna dru-  
gą, lub tworzących narożniki. Np. słup, o którym była mo-  
wa, można uważać jako przecięcie dwóch ścian z dwoma dla  
każdej z nich ograniczeniami. Stosunkowo trudne są wią-  
zania słupów międzyokiennych /filarów/, które powinny za-  
wierzać kąty wewnętrzne /przylgi/ dla ustawienia ram /fu-  
tryn/ okiennych.

Na rysunku pokazany jest sposób wiązania filara o gru-  
bości  $2\frac{1}{2}$  cegły /28/, a na szkicu aksonometrycznym /29/  
narożnik z otworem okiennym, przy grubości ścian dwie  
cegły. Jeżeli futryny mają być postawione z obu stron  
ściany, to układ cegieł nosi charakter pokazany na rys.  
30, co stosuje się najczęściej przy otworach dla drzwi.  
Futryny dla drzwi wymagają czasami większej grubości  
przylg, wtedy układ może być wykonany według wzoru na-  
stępnego /31/.



W otworach okiennych najczęściej stawia się futryny podwójne, co wymaga dodatkowych przyłg o głębokości około 6 cm., t.j. około  $1/4$  części cegły, a z obu stron filara potrzeba  $2 \times 1/4 c = 1/2$  cegły, więc długość filara w miejscach gdzie się ustawia futryny musi być zmniejszona o pół cegły, co nie stanowi jednak żadnych trudności.

Jeżeli płaszczyzny boczne otworów okiennych mają być ukośne, np. otwór poszerzony wewnątrz, to układ cegieł może być wykonany przy pewnem ich ociosaniu, jak wskazano na rys.32.

Jeżeli przekrój słupa jest wielobokiem lub kołem, to słupy układa się ze zwykłej lub fasonowanej cegły. Ta ostatnia jest pożądana dla zmniejszenia lub zupełnego wycofania cegły ociosywanej, można jednak wykonać takie kolumny i z cegły zwykłej.

W praktyce używane są najczęściej takie wzory: kolumna ośmiokątna /rys.33/, ułożona z dwóch różnorodnych warstw I i II. które w III-ej i IV-ej warstwach kładą symetrycznie do poprzednich, lecz przesuwają pod kątem  $45^\circ$ . Sposób ten nosi nazwę "obrotowego".

W obu wzorach A i B zmuszeni jesteśmy nie tylko stosować cegły ociosane, ale otrzymujemy częściowo powierzechnie te na licach kolumny.

Na rys.34, A, B i C pokazany jest układ cegieł w kolumnach okrągłych, przyczem wzór A nadaje się do cegły zwykłej; B - do zwykłej z dodatkiem części fasonowej,



- 12 -

- do fasonowej. We wszystkich stosuje się "obrót" o  $45^\circ$ . Kolumny B i C mogą pozostać nieotynkowane, A zaś, jako zawierająca powierzchnie ociosane, musi być otynkowana.

§ 8. Zgrubienie ścian i słupów. Zwiększenie grubości ściany lub słupa potrzebną bywa jako wspornik /pilaster/ w pewnych częściach ściany na całej jej wysokości lub w dolnej części /rys.35/; na całej długości dolnej części ściany jako cokoł lub w górnej części jako gzyms.

Zgrubienie ściany dla utworzenia pilastra może być wykonane kilkoma sposobami: zgrubienie pokazane na rys.35 może być traktowane jako proste przejście z muru o grubości  $2\frac{1}{2}$  cegły na 3. Jeżeli zgrubienie to ma być większe /rys.36/, to traktując ścianę A, jako przylegającą do ściany B, możemy dostosować układ cegieł do wskazówek § 4 i na ścianie A pionowe ograniczenie płaszczyzną PK.

Oczywiście, że najróżnorodniejsze wymagania budowli kształty pilastrów nie mogą być objęte dwoma - trzema wskazówkami, a w każdym poszczególnym wypadku należy zaprojektować najbardziej odpowiednie wiązania, kierując się ogólnymi zasadami. Należy zarazem przyjąć pod uwagę, że grubość samego pilastra bywa zazwyczaj  $n \times \frac{C}{2}$ , rzadka  $n \times \frac{C}{4}$ , co ułatwia rozwiązanie zadania.

Zgrubienie ścian w dolnych warstwach może być wykonane z łatwością, jeżeli mur ma być poszerzony o  $\frac{C}{4}$  z obu stron, lub o  $1/2$  cegły z jednej. Wtedy /rys.37/ górna



część ściany przechodzi w dolną, powiększoną o  $2 \times 1/2 a = 1/2 c$ , lub  $n \times \frac{c}{2}$ , co nie przedstawia najmniejszych trudności; należy tylko pamiętać, że powyższe sgrubienie ma się zaczynać na warstwie główkowej. Urządzeniu gzaś poświęćmy specjalny rozdział.

§9. Wiązanie murów z ukośnemi płaszczyznami. Tego rodzaju powierzchnie bywają w basztach, rurach przepustowych, przyczółkach mostowych, ściągach oporowych i inn.

W poszczególnych wypadkach należy rozróżniać, czy płaszczyzny pochyłe, o których mowa, będą pokryte blachą lub tynkiem, czy zostaną niewyprawione. Jeżeli projekt na jest wyprawa, to wiązanie może być wykonane warstwami poziomymi z ociosaniem cegieł ograniczających pochyłość jak to się najczęściej spotyka w okapnikach okien /rys. 38/. Jeżeli zaś powierzchnia pochyła nie będzie pokryta to nie można poddawać ociosane płaszczyzny cegieł działaniom atmosferycznym i wtedy wiązania wykonywamy w zależności od kąta pochylenia ściany.

Przy niewielkim kącie, kiedy stosunek nie przekracza  $1/20$ , płaszczyzny pochyłe otrzymują się przez lekkie pochylenie cegieł, tworzących powierzchnie licowe /rys. 39/.

W razie większego kąta odchylenia od pionu, wykonanie muru napotyka na trudności, gdyż trzeba podciosywać znaczna ilość cegieł. Wobec tego płaszczyzna ukośna tworzy się w sposób pokazany na rys. 40.

Wiązania ścian kolistych, mających w rzucie pionowym



formy odcinków koła lub innych krzywych, jako identyczne z wiązaniem łuków, będzie rozpatrywane w jednym z następnych rozdziałów.

## II. WYKONANIE ROBÓT.

§ 10. Cegła ma najczęściej zastosowanie do budowy murów powyżej powierzchni ziemi, przy czem, jeżeliby z braku kamieni rodzimych zjawiła się konieczność wykonania z cegły fundamentów, to koniecznie trzeba do tego celu użyć silnie wypalanej cegły /zendrówki/, gdyż zwykła wiśniówka ulega wpływom wilgoci zaskórnej.

Kierunek i grubość ścian początkowo zaznacza się na gruncie cienkimi sznurkami, które są umocowane do specjalnie otaczającego budowlę "ogrodzenia" /rys.41/. Do końców każdego ze sznurków przywiązujemy cegły i przerzucamy je przez deskę ogrodzenia.

Ogrodzenie składa się ze skłupów /8-10 cm./ z przybite do nich pionowymi deskami /4 cm./. Na deskach tych oznacza się gwoździami lub nacięciami punkty i linje zewnętrznych i wewnętrznych płaszczyzn i krawędzi ścian. Aby ogrodzenie przy prowadzeniu robót nie zostało uszkodzone, skłupki zabija się na odległość 75 - 100 cm. od krawędzi przyszłego gmachu, a punkty i kąty murów /A/ oznacza się pionem, opuszczanym z punktów przecięcia się dwóch sznurów ze sobą. W ten sposób początkowo mogą być określone niewielkimi kołeczkami potrzebne punkty wyko-