

# Ściany

czyli pionowe przegrody w budynku

**Ściany stanowią integralną część konstrukcji budynku. Ściany frontowe (zewnątrzne) wytyczają jego granicę posadowienia na gruncie, zabezpieczają budynek przed wpływami atmosferycznymi i oddziaływaniami środowiskowymi oraz współtworzą jego architektoniczną formę. Ściany wewnętrzne dzielą powierzchnie wewnętrzne budynku na pomieszczenia i spełniają różne zadania wynikające z projektu. Bez względu na ich rangę w konstrukcji jako przegrody konstrukcyjnej (nośnej) bądź niekonstrukcyjnej (samonośnej), muszą być prawidłowo wykonane.**

Projektowanie nowego budynku, względnie przebudowa istniejącej budowli, jest wyzwaniem. Prawidłowe postawienie ścian rzutuje na trwałość budowli, stąd tak ważne jest dokładne przeanalizowanie zarówno problemu dotyczącego materiałów mogących znaleźć zastosowanie, jak i sposobów ich wbudowania. Na rynku materiałów budowlanych występuje duża różnorodność. Ich wbudowanie prowadzi się według określonych technologii. Wybór optymalnego budulca określają różne czynniki, np: względy projektowe, kubatura obiektu, jego przeznaczenie, funkcje poszczególnych pomieszczeń, zakładana trwałość, stopień bezpieczeństwa i koszty (łączna wartość materiałów wraz z robocizną oraz ekwiwalentny czas trwania budowy wykluczający pożytki i ogół wydatków związanych z późniejszą eksploatacją).

W budownictwie mieszkalnym najczęściej stawia się ściany wykonywane w technologiach drewnianych (pozostających poza tematyką niniejszego artykułu) bądź murowych, które wyróżniają operacje murowania, a więc łączenie poszczególnych elementów spoiwami mineralnymi opartymi głównie o wapno, cement, gips i piasek. W zależności od projektu najczęściej korzysta się w tym celu z elementów drobnowymiarowych ceramicznych, betonowych, z betonu komórkowego,

silikatów, keramzytobetonu itp. Są to: cegły (budowlane pełne, z pionowymi drażnieniami, kratówki, dziurawki, modularne, klinkierowe), pustaki i bloczki (pełne, drażnione, z profilami na „pióro” i „wpust”, z uchwytyami ułatwiającymi przenoszenie), a także elementy drażnione z wbudowanymi w miejscach drażnień strukturami termoizolacyjnymi. Obecne są też elementy średniowymiarowe (np. moduły murowe o ustalonych w technologiach wysokościach i szerokościach), rzadziej również elementy wielkowymiarowe (prefabrykaty).

Projektowanie i budowanie ścian prowadzi się zgodnie z zasadami wiedzy technicznej w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych. Prawo budowlane nakłada tu obowiązek spełniania wymagań podstawowych: bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania oraz zachowania odpowiednich warunków higienicznych, zdrowotnych, a także ochrony środowiska, w tym też ochrony przed hałasem i drganiami, a od niedawna — co dotyczy zwłaszcza ścian zewnętrznych — oszczędności energii, co wyraża się w odpowiednich dla nich wartościach izolacyjności cieplnej.

Zachowanie dla ścian bezpieczeństwa ich konstrukcji przy projektowaniu i wykonawstwie wyklucza na etapie budowy i w okresie

późniejszej eksploatacji obiektu zaistnienie jakichkolwiek zarysowań, zniszczeń, przemieszczeń i uszkodzeń, w tym także przenoszonych na inne części konstrukcyjne budynku oraz zainstalowane w nim wyposażenie. W szczególności nie mogą być przekraczane przez ściany stany graniczne ich nośności i przydatności do użytkowania (konstrukcja ściany nie może stwarzać zagrożeń bezpieczeństwa ludzi znajdujących się w budynku oraz w jego pobliżu, a także zniszczeń wyposażenia lub przechowywanego mienia).

Bezpieczeństwo pożarowe dla ścian musi odpowiadać założeniom przyjętej w projekcie klasy odporności ogniowej. Zgodnie z wymaganiami normowymi, ściany nośne muszą spełniać klasę odporności ogniowej  $REI_{CZAS}^*$ , (zachowują nośność ogniową  $[R_{CZAS}]$ , szczelność ogniową  $[E_{CZAS}]$  i izolacyjność ogniową  $[I_{CZAS}]$ ), ściany osłonowe (nienośne) zaś klasę odporności ogniowej  $EI_{CZAS}$  (zachowują jedynie szczelność ogniową  $[E_{CZAS}]$  i izolacyjność ogniową  $[I_{CZAS}]$ ). Kluczowymi dla nich mogą stać się zagadnienia wymagające od budulca stosowanego do konstrukcji ścian odporności na palność (względnie określenia stopnia palności) i właściwości dymotwórczości bądź jej braku, w tym również — jeśli materiały są palne — wiedzy o toksyczności produktów rozkładu spalania materiałów.

Bezpieczeństwo użytkowania w odniesieniu do ścian zwykle dotyczy problematyki łączenia ich z innymi ustrojami budowlanymi, np. sposobów osadzania w nich stolarki otworowej, montażu elementów mocujących, przeprowadzenia tras kablowych i instalacyjnych, ochrony ich powierzchni przed uszkodzeniami itp. Temat ten z uwagi na specyfikę nie wchodzi w zakres niniejszej publikacji.

Odpowiednią jakość warunków higienicznych, zdrowotnych, ochrony środowiska i wymaganą izolacyjność termiczną zapewniają działania izolujące ściany przed destrukcyjnym wpływem czynników klimatycznych i środowiskowych (zwłaszcza zawilgoceń wynikających z opadów atmosferycznych, wód gruntowych, pary wodnej w powietrzu, a w okresach z ujemnymi temperaturami na zewnątrz potęgowanego działaniem mrozu i topniejącego śniegu). Materiały stosowane do wznoszenia ścian muszą mieć atesty (świadczenia dopuszczenia do stosowania w zakresach określonych w odpowiadających im aprobat lub certyfikatach). Należy je odpowiednio zabezpieczać przed obniżaniem ich jakości.

Ze względu na bezpieczeństwo konstrukcji określone rodzaje ścian muszą spełniać właściwe im wymagania:

- zewnętrzne i wewnętrzne ściany konstrukcyjne (nośne) muszą wraz z ciężarem

własnym przenosić na ławy fundamentowe rzeczywiste obciążenia pionowe budynku (od dachów, stropów, balkonów), a na ściany zewnętrzne także obciążenia poziome od wiatru;

- zewnętrzne i wewnętrzne ściany niekonstrukcyjne (nienośne, samonośne) przenoszą własny ciężar na strop i mogą dodatkowo usztywniać konstrukcję budynku, ale nie przejmują obciążeń z innych elementów budynku i można je usunąć bez szkody dla nośności całej konstrukcji budynku;
- niekonstrukcyjne ściany zewnętrzne mogą także stanowić osłonę dla izolacji cieplnej zamontowanej na konstrukcyjnych ścianach zewnętrznych (ściany trójwarstwowe).

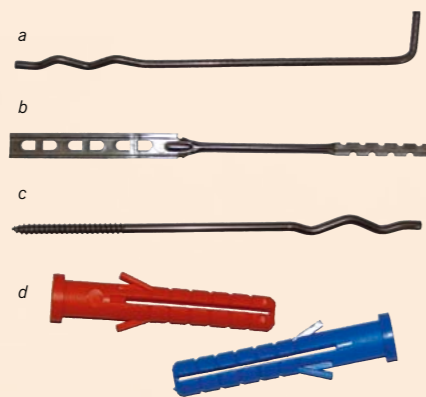
Proste w istocie budowanie ścian sprowadza się do czynności wznoszenia murów. O ich poprawności decydują szczegóły zawarte w projekcie budowlanym i jakości wykonawstwa. Najczęstsze przypadki dotyczą sposobów układania pierwszej warstwy, łączeń ścian oraz rozwiązań konstrukcyjnych w strefach stolarki okiennie-drzwiowej (wieńców, nadproży), a także potrzeby zachowania dla nich odpowiedniej nośności (wymogu dodatkowych zbrojeń), kwestii przerw dyfuzyjnych itp. Specyfikę ich wykonawstwa narzuca m.in. rodzaj ściany. W pierwszym tegorocznym numerze informowaliśmy o uwarunkowaniach dotyczących jednowarstwowych ścian zewnętrznych. W poprzednim wydaniu naszego kwartalnika zajmowaliśmy się dwuwarstwowymi ścianami zewnętrznymi. W tej edycji „Kreatora-Projekty” skupiamy się na najważniejszych informacjach odnoszących się do trójwarstwowych ścian zewnętrznych.

\* Indeks dolny znaczy przyjętą funkcję czasu wyrażoną w minutach przez wybraną liczbę ze zbioru: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 i 240.





fot. 1. Widok konstrukcji ściany trójwarstwowej (ściana osłonowa ze spoinowanej cegły klinkierowej, pustka powietrzna, izolacja termiczna, kotwa stalowa łącząca konstrukcyjnie ścianę osłonową i ścianę nośną, ściana nośna)



fot. 2. Wybrane rodzaje kotew: a – kotwa KL do łączenia przegród przy ich jednoczesnym murowaniu zaprawą grubowarstwową, b – kotwa MULTI do łączenia przegród przy ich jednoczesnym murowaniu zaprawą cienkowarstwową, c – kotwa KWK do łączenia przegrody nowo murowanej z przegrodami wykonanymi z drewna lub materiałów drewnopochodnych albo betonowymi z wykorzystaniem kotków KRK – d



fot. 3. Przykład ściany nośnej pokrytej celulozową izolacją termiczną metodą natryskową. Do listew na kotwach mocowana jest warstwa osłonowa (np. płyty heraklitowe lub mur z cegły klinkierowej)

**Ściany trójwarstwowe są najczęściej stosowanymi konstrukcjami murowych ścian elewacyjnych w budownictwie jednorodzinym, m.in. z uwagi na odporność na czynniki atmosferyczne i uszkodzenia mechaniczne oraz łatwość uzyskania wymaganych parametrów izolacyjności cieplnej (nie więcej niż 0,3 W/m<sup>2</sup>•K).**

Ścianę trójwarstwową (fot. 1) tworzą dwie warstwy murowe: zewnętrzna (osłonowa) i wewnętrzna (nośna/konstrukcyjna), połączone kotwami murowymi i rozdzielone szczeliną o szerokości od 50 do 150 mm, z reguły wypełnioną materiałami termoizolacyjnymi (matami, płytami lub granulatem/zasypką, która jest jakby trzecią warstwą w systemie — stąd określenie „ściana trójwarstwowa”). Obie warstwy można wykonywać z drobnowymiarowych elementów ceramicznych, silikatowych, betonu komórkowego, betonów lekkich na kruszywie mineralnym oraz kamienia naturalnego z użyciem zapraw cementowych i cementowo-wapiennych. Warstwa nośna stykająca się bezpośrednio ze stropami i ścianami poprzecznymi budynku przenosi obciążenia pionowe od opartych na niej kondygnacji i stropów (minimalna grubość: 180 mm; w przypadku

ścian samonośnych i osłonowych: 120 mm). Warstwa osłonowa (zwłaszcza wykonana z materiału o niskiej przepuszczalności) chroni ścianę nośną przed wpływem czynników zewnętrznych (atmosferycznych, chemicznych i biologicznych, hałasu, spalin itp.) i choć wprost nie przenosi pionowych obciążeń stropów i ścian poprzecznych, to jednak konstrukcyjnie podlega obciążeniom: wiatru (jego parcia i ssania), klimatycznych odkształceń termicznych, a w ścianach piwnicznych parcia gruntu. W zależności od typu konstrukcji ściany takie występują jako:

- puste bądź wypełnione termoizolacją całkowicie lub częściowo;
- niewentylowane lub wentylowane.

Ściany z pustymi szczelinami mają obniżoną izolacyjność cieplną i dlatego stosowane są jedynie w budynkach nieogrzewanych. Docieplanie szczelin polepsza parametry izolacyjności ścian. Ściany ze szczeliną niewentylowaną (szczelne) mają lepszą izolacyjność cieplną od ścian wentylowanych, ale gorszą odporność na oddziaływanie czynników atmosferycznych. Wyjątkiem są ściany z pustkami wypełnianymi wdmuchaną lub zasypywaną zasypką/granulatem, które zachowują w przegrodzie zdolność konwekcji powietrza. Ściany ze szczeliną wentylowaną (z pustką powietrzną oddzielającą ścianę licową od ocieplenia — zwykle o grubości 30–50 mm) odporne są na warunki wzmożonego oddziaływania opadów atmosferycznych. Uzupełnieniem w konstrukcji są kotwy murowe, które wiążą warstwę zewnętrzną z nośną ścianą konstrukcyjną i wzmacniają stabilność układu.

Projektując ścianę trójwarstwową, uwzględnia się wymagania cieplno-wilgotnościowe dla ściany zewnętrznej budowli oraz warunki klimatyczne. Jej konstrukcja wymusza zachowanie rezerwy tolerancji dla możliwych odkształceń wymiarowych zewnętrznej ściany, znalezienie sposobu odwodnienia szczelin i konieczność ochrony przeciwwilgociowej elementów innych konstrukcji bezpośrednio znajdujących się w strefie szczeliny (np. stolarki okiennej i drzwiowej), stąd wszelkie wyroby metalowe (kotwy, nadproża, gwoździe i wkręty, łączniki do mocowania termoizolacji,



fot. 4. Przykład kształtki wentylacyjnej umieszczonej między cegłami w spoinach pionowych warstwy lica



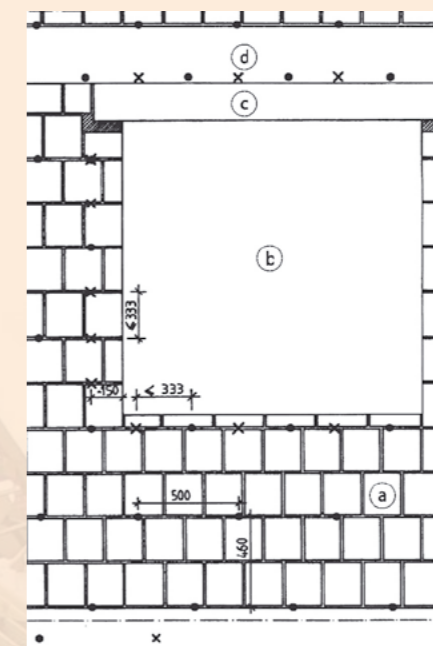
fot. 5. Kolnierz dociskowy ISO-CLIP służący do ustabilizowania materiału termoizolacyjnego w szczelinie wentylacyjnej i odprowadzania skondensowanej na kotwach wody

pręty zbrojeniowe, bednarka) mocowane w takich ścianach wymagają zabezpieczenia przed korozją.

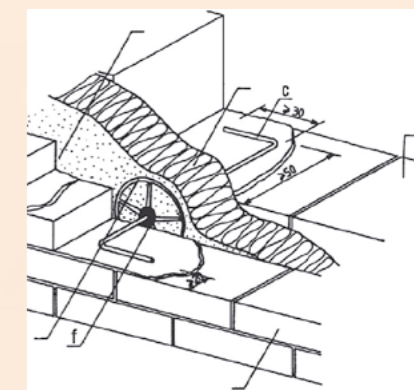
Ściany trójwarstwowe muruje się zgodnie z wymaganiami projektowymi, zachowując zalecenia systemodawców. Obie warstwy kotwi się w dwóch płaszczyznach: pionowej i poziomej przy równomiernym – i dla sąsiadujących warstw przemiennym – ich rozmieszczeniu na całej powierzchni bocznej ściany (rys. 1). Liczba kotew użyta na 1 m<sup>2</sup> zależy od regionu kraju i tzw. strefy obciążenia wiatrem, a także odległości elewacji od ściany nośnej, wielkości powierzchni ściany, nasłonecznienia i kilku innych czynników (nie mniej niż 4 szt., zwykle 5 szt.). Dla bezpieczeństwa całości konstrukcji ich liczba powinna być każdorazowo przeliczona przez projektanta. Oparcie i powiązanie ściany osłonowej ze ścianą nośną muszą wykluczać możliwości zaistnienia mostków termicznych i gwarantować stateczność konstrukcji, co osiąga się stosując odpowiednie wsporniki i kotwy. W uzasadnionych sytuacjach (np. gdy mur jest stawiany z elementów o nietypowych wymiarach) można stosować inne systemy kotwienia obu warstw ściany. Zalecana głębokość osadzenia kotwy w murze wynosi 60–80 mm. W konstrukcjach, w których w obu warstwach ściany stosowane są elementy murowe o tej samej wysokości, oba końce kotew powinny być od ich brzegu zagięte na kształt litery „z” na minimum 30 mm (zalecane: 50 mm) (rys. 2). W systemie, w którym obie warstwy ściany stawia się równoległe, końce kotew układa się na grzbietach cegieł sąsiadujących warstw, pokrywa zaprawą i układa na nich kolejne warstwy cegieł. W układach murowych z różnorodnymi elementami murowymi (np. warstwa osłonowa — cegła klinkierowa, warstwa nośna — bloczki) dobiera się do nich odpowiednie rodzaje kotew (fot. 2). W trakcie wznoszenia ściany jeden z ich końców (odpowiednio wyprofilowany) opierany jest wówczas na cegle warstwy osłonowej, drugi zaś unieruchamia w bloczku w nawierconym w nim w tym celu otworze (fot. 1). Wokół otworów okiennych i drzwiowych oraz przy szczelinach dylatacyjnych stosuje się specjalne układy konsol i wsporników przenoszących ciężar warstwy zewnętrznej (elewacyjnej) na ścianę nośną, co odciąża konstrukcję okien i drzwi.

Ściany trójwarstwowe należy zabezpieczać przed zawilgoceniem (w tym także od kondensującej wewnątrz wilgoci). W tym celu projektuje się i wykonuje otwory odpowietrzające i odwadniające szczelinę w warstwie zewnętrznej, zabezpiecza górne i dolne strefy ściany oraz ochrania od wilgoci stolarkę okienną i drzwiową, pozostawiając w tych

rys. 1. Przykład rozplanowania rozmieszczenia kotew. Widok warstwy konstrukcyjnej od strony szczeliny: a – warstwa konstrukcyjna, b – otwór okienny, c – nadproże, d – wieniec.



© źródło: Seria ITB „Wytyczne, poradniki” nr 341/96



rys. 2. Przykład osadzenia kotwy z materiałem termoizolacyjnym w murze trójwarstwowym z zachowaniem szczeliny wentylowanej: a – warstwa konstrukcyjna, b – warstwa osłonowa, c – kotwa, d – wełna mineralna, e – pustka powietrzna, f – kapinos, g – krążek dociskowy

strefach otwory odpowietrzające. Do ochrony muru przed przemakaniem stosuje się np. elementy licowe odporne na przenikanie wody, techniki murowania ściany na pełne spoiny, spoinowanie muru i impregnowanie. Przestrzega się też reżimu wykonawczego, np. zabezpiecza świeżo posadzone fragmenty ściany przed przypadkowym ich zamknięciem, bezwzględnie otynkowuje elewację z elementów licowych, stosuje rozwiązania wykorzystujące szerokie okapy itp. Uwzględnia się też potrzebę dylatacji konstrukcji ściany niwelujących naprężenia termiczne. W ocieplanych ścianach niewentylowanych pozostawia się pustki powietrzne (grubości ≈25 mm). Aby odwodnić takie przestrzenie w ich dolnych strefach, pozostawia się w ścianie technologiczne puste spoiny. Można też wbudowywać między cegłami w spoinach specjalne kształtki wentylacyjne (fot. 4). Istotny jest też sposób posadawienia ścian. W budynkach niskich stawia się je na pełnej ścianie fundamentów (piwnic). Zwykle dla muru z cegły ceramicznej pełnej, klinkierowej, bloczków betonowych i kamienia naturalnego dolna krawędź ściany powinna wznosić się nad poziomem gruntu o co najmniej 150 mm lub o co najmniej 500 mm dla pozostałych materiałów murowych. Dolne strefy szczelin również zabezpiecza się hydroizolacyjnie, wykonując otwory odwadniające, spadki na zewnątrz, stosując dodatkowe systemy ocieplenia strefy przysściennnej i inne indywidualne rozwiązania.

Zawilgocenia ściany muru mogą być też powodowane migracją wody wzdłuż powierzchni trzpieni kotew, dlatego taki trzpień zabezpiecza

się specjalnym krążkiem z kapinosem (fot. 4), co uniemożliwia przepływ wilgoci po kotwie do sąsiedniej warstwy muru. Ów krążek dodatkowo pozycjonuje ustawienie krążka dociskowego mocującego materiał termoizolacyjny w szczelinie, a także dystansuje wielkość szczeliny wentylacyjnej. Tej potrzeby nie ma przy ocieplaniu ścian niewentylowanych.

Szczeliny górnego zakończenia ścian wymagają od góry zakrycia okapem osłaniającym wnętrze ściany przed działaniem czynników atmosferycznych. Na granicy konstrukcji dachowej z warstwą zewnętrzną zostawia się poziomą przerwę dylatacyjną o szerokości 20 mm. W górnych zakończeniach ścian ze szczelinami wentylowanymi powinny być pozostawione otwory wentylacyjne oraz zachowane przerwy dylatacyjne dla obu ich warstw konstrukcyjnej i osłonowej zgodne z PN-87/B-03002. Dylatuje się też miejsca w narożnikach ścian oraz inne niewralgiczne strefy muru.

Ściany szczelinowe ociepla się według trzech sposobów: a) mocując materiał termoizolacyjny (płyty, filce, maty), b) zasypując bądź wdmuchując w szczelinę (granulaty i zasyпки termoizolacyjne), c) przez natrysk warstwy izolującej na ścianę konstrukcyjną. Mocowanie i natrysk izolacji termicznej możliwe są jedynie w trakcie murowania ściany (fot. 1 i 3). Zasypywać bądź wdmuchiwać izolację można do ścian już istniejących przy zachowaniu odpowiednich warunków technologicznych. W szczelinach wentylowanych mocowanie izolacji dozwolone jest tylko do warstwy wewnętrznej.

Jacek Sawicki

