

Andrzej KYŚIAK

Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa

WADY PROJEKTOWE I WYKONAWCZE ŚCIAN JEDNOWARSTWOWYCH Z CERAMIKI PORYZOWANEJ

W artykule przedstawiono przyczyny występowania uszkodzeń ścian jednowarstwowych z pustaków poryzowanych. Dokonano analizy błędów projektowych i wykonawczych na budowie kompleksu budynków wielorodzinnych o konstrukcji w formie szkieletu żelbetowego z wypełnieniem ścianami z pustaków poryzowanych. Przedstawiono wnioski dotyczące najczęstszych przyczyn zarysowań i spękań ścian murowanych z pustaków poryzowanych.

Słowa kluczowe: wady konstrukcji, ściany jednowarstwowe, pustaki poryzowane

WPROWADZENIE

Ceramiczne pustaki poryzowane są obecnie jednym z najczęściej stosowanych materiałów do budowy budynków mieszkalnych jedno- i wielorodzinnych. Wdrożenie technologii wznoszenia ścian jednowarstwowych o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych było naturalnym krokiem w ewolucji ceramicznych materiałów budowlanych i efektem dążenia do uproszczenia skomplikowanych systemów ścian warstwowych. Ponieważ mimo wyrafinowanych układów szczelin, sam ceramiczny materiał dobrze przewodził ciepło, a dalsze zmniejszanie grubości ścianek obniżałoby wytrzymałość pustaków, wprowadzono nową technologię produkcji, w której do gliny dodaje się trocin lub mączki drzewnej, która ulega spalaniu w procesie wypalania materiału. Dzięki temu materiał stał się lżejszy niż tradycyjna ceramika, a powstające w nim mikropory wypełnione powietrzem znacząco poprawiły jego termoizolacyjność. Cechy ceramiki poryzowanej umożliwiają wznoszenie ścian jednowarstwowych, niewymagających dodatkowego ocieplenia.

W stosunku do ceramiki tradycyjnej materiały z ceramiki poryzowanej są jednak bardziej kruche i wymagają zapewnienia odpowiednich warunków transportu, zachowania ostrożności podczas wznoszenia ścian oraz właściwego montażu ciężkich elementów na ścianach. Wykonywanie ścian jednowarstwowych z pustaków poryzowanych dla uzyskania spodziewanych efektów wymaga rygorystycznego stosowania się do zasad określonych przez producenta tych materiałów. Ponieważ rodzaj użytej zaprawy i grubość wykonanych z niej spoin mają wpływ zarówno na wytrzymałość, jak i na izolacyjność cieplną ściany, należy bezwzględnie przestrzegać zasady, by grubość spoin nie przekraczała 12÷15 mm oraz odpowiednio

dobierać rodzaj zaprawy do murowanej ściany. Do murowania jednowarstwowych ścian zewnętrznych stosuje się zaprawę ciepłochronną.

Wadą ceramiki poryzowanej jest konieczność zachowania przerw technologicznych oraz wysoka jej nasiąkliwość, wykluczająca możliwość stosowania tych pustaków na ściany fundamentowe oraz piwniczne. Podczas budowy należy unikać nadmiernego zawilgocenia pustaków poryzowanych, a w trakcie eksploatacji budynków wzniesionych w tej technologii nie można dopuszczać do ich zalewania.

1. PRZYKŁADY USZKODZEŃ ŚCIAN JEDNOWARSTWOWYCH

W niniejszym artykule przedstawione zostaną uszkodzenia ścian jednowarstwowych z pustaków poryzowanych jakie ujawniły się w 4-kondygnacyjnych budynkach wielorodzinnych wykonanych w latach 2002-2004. Budynki miały poprzeczny układ konstrukcyjny o rozstawie ścian nośnych od 4,5 do 7,2 m. Wszystkie segmenty budynków były od siebie oddylatowane. Stateczność przestrzenną budynków zapewniały ściany nośne oraz klatki schodowe i szyb windy. Stropy międzykondygnacyjne zaprojektowano typu Filigran grubości 20 cm z betonu B25, zbrojone stalą AIII. Ściany konstrukcyjne wewnętrzne z pustaków poryzowanych miały grubość 25 cm, ściany zewnętrzne grubość 38 cm. We wszystkich budynkach najniższa kondygnacja posiadała funkcję garażu z pomieszczeniami technicznymi i usługowymi. Wykonano ją w technologii monolitycznej (ściany żelbetowe o gr. 20 cm z betonu B25).

W okresie gwarancyjnym ujawniły się liczne pęknięcia ścian zlokalizowane w obszarach stropodachów, narożników budynków, filarków między okiennych, nadproży, styków elementów murowanych z żelbetowymi (rys. 1 i 2). Pęknięcia te były usuwane przez wykonawcę budynków, a po upływie okresu gwarancyjnego przez właściciela budynków. Proces pękania ścian jednowarstwowych jest ciągły i nieustanny pomimo upływu czasu.



Rys. 1. Pęknięcia ścian w obrębie naroża budynku, nadproży i stropodachu



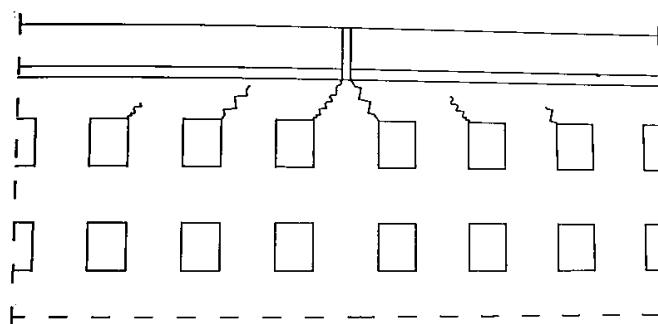
Rys. 2. Pęknięcia filarów międzyokiennych

2. BŁĘDY WYKONAWCZE

Zgodnie z obowiązującą normą PN-87/B-03002, każdy z analizowanych budynków o długości 51,5 m zaprojektowano jako dwa oddylatowane segmenty o długościach odpowiednio 19 i 32,5 m. W stanie faktycznym, wskutek błędów wykonawczych tj. zalania szczeliny dylatacyjnej zaprawą i betonem lub przymurowania ścian sąsiednich segmentów na styk, w poziomie ostatniej kondygnacji doszło do powstania pęknięć ścian od odkształceń termicznych. Ujawniony układ pęknięć w obrębie dylatacji (rys. 3) były typowe dla uszkodzeń ścian poddanych nagrzewaniu i oziębianiu na skutek zmian atmosferycznych w przypadkach zdylatowania tylko konstrukcji dachu (rys. 4).



Rys. 3. Pęknięcie ściany w obrębie dylatacji



Rys. 4. Rysy w murze w sąsiedztwie zdylatowania tylko konstrukcji dachu [1]

W trakcie oględzin budynków wykonano badania termograficzne w celu ustalenia rozkładów temperatur na powierzchni elewacji oraz ujawnienia występowania ewentualnych mostków termicznych. Wykonane termogramy wykazały w wielu obszarach badań wyraźne zróżnicowanie temperatury powierzchniowej, obrazujące ułożenie pustaków poryzowanych, tj. istotną różnicę w temperaturach w miejscu spoin poziomych i pionowych między pustakami.

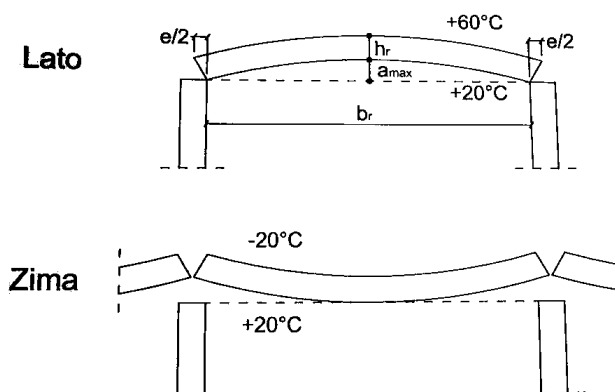
Przeprowadzone badania termograficzne oraz analiza dokumentacji projektowej pozwoliły ustalić, że wykonawca dokonał odstępstwa od rozwiązań projektowych i zrezygnował z stosowania zaprawy ciepłochronnej podczas wykonywania ścian zewnętrznych klatek schodowych. Wniosek ten potwierdziły odkrywki w ścianach zewnętrznych, zarówno w miejscach występujących uszkodzeń jak i w miejscach nieuszkodzonych. W ścianie przy klatce schodowej pustaki ceramiczne były murowane na spoinie poziomej szerokości 12 mm. Zaprawa w spoinach ścian klatek schodowych była barwy szarej, o uziarnieniu do 1,5 mm. W ścianach zewnętrznych, w miejscach gdzie nie występowały uszkodzenia spoina była w kolorze jasnym, miękka.

3. BŁĘDY PROJEKTOWE

Odształcenia termiczne oraz odształcenia związane z pęcznieniem i skurczem materiałów w ścianach jednowarstwowych w warunkach swobodnego odształcania się zmiany wymiarów nie powinny powodować pojawiania się rys i pęknięć. W przypadku grubych ścian jednowarstwowych z pustaków poryzowanych na skutek znacznej różnicy temperatury po obu stronach ścian dochodzi do ich wyginania latem na zewnątrz, a zimą do wewnątrz (rys. 5) [1]. W przypadku ścian o swobodnych końcach, wygięcie ściany o długości 6,0 m wykonanej z pustaków poryzowanych grubości 38 cm powodowałoby powstanie szczeliny na styku dwóch ścian sąsiednich o szerokości 2,4 mm.

Analizowane budynki wielorodzinne zaprojektowano o żelbetowej konstrukcji szkieletowej z ścianami zewnętrznymi jednowarstwowymi z pustaków poryzowanych. Rozwiązanie projektowe zakładające sztywne połączenia ścian z elementami żelbetowymi (stropy, słupy, belki), wobec istotnych różnic właściwości tych mate-

riałów: skurczu, nasiąkliwości i pęcznienia, a przede wszystkim różnej odkształcalności termicznej, spowodowało zarysowania i spękania ścian. Szczególnie intensywne były spękania ścian ostatnich kondygnacji budynków (rys. 6). Wskutek nieoddylatowania ścian od stropodachu o konstrukcji z płyt stropowych długości 12 m, ściany w warunkach różnicy temperatur sięgających $70\div 80^{\circ}\text{C}$ mogły wydłużyć się nawet o około 2 cm.



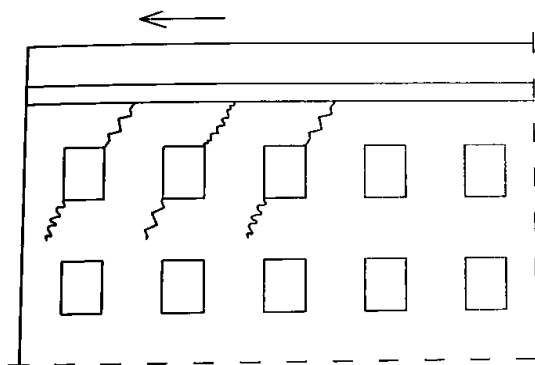
Rys. 5. Odkształcenia ściany pod wpływem zmiennej temperatury zewnętrznej [1]



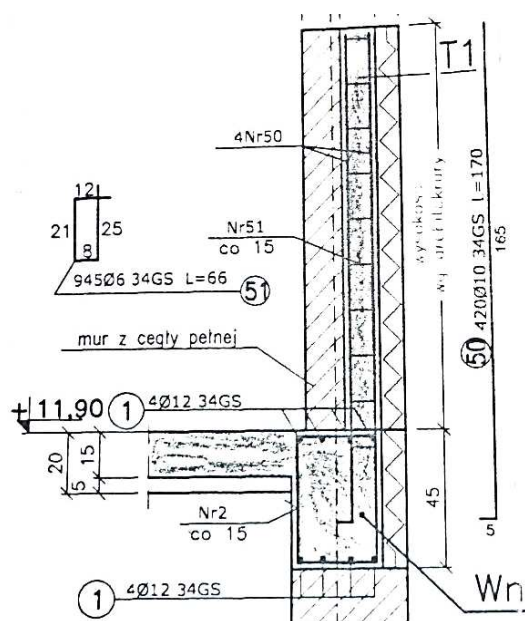
Rys. 6. Spękania ściany na skutek odkształceń termicznych

Ponieważ na elewacji południowej budynków bezpośrednio pod stropodachem z attyką zaprojektowano okna, to w ścianach pojawiły się zarysowania o formie jak na rysunku 7. Niekorzystnym rozwiązaniem projektowym okazało się przyjęcie konstrukcji stropodachu z „opuszczonym” wieńcem pełniącym jednocześnie funkcję nadproża okiennego.

Dodatkowo wieńiec ten był połączony trzpieniami żelbetowymi z attyką mурowaną z cegły, która nieocieplona od strony wewnętrznej nagrzewała się i przekazywała ciepło na wieńiec zwiększając, jeszcze jego odkształcenia termiczne (rys. 8).

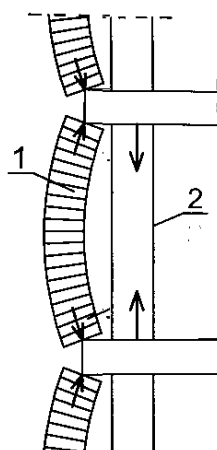


Rys. 7. Zarysowanie ściany na skutek rozszerzania się stropodachu [1]



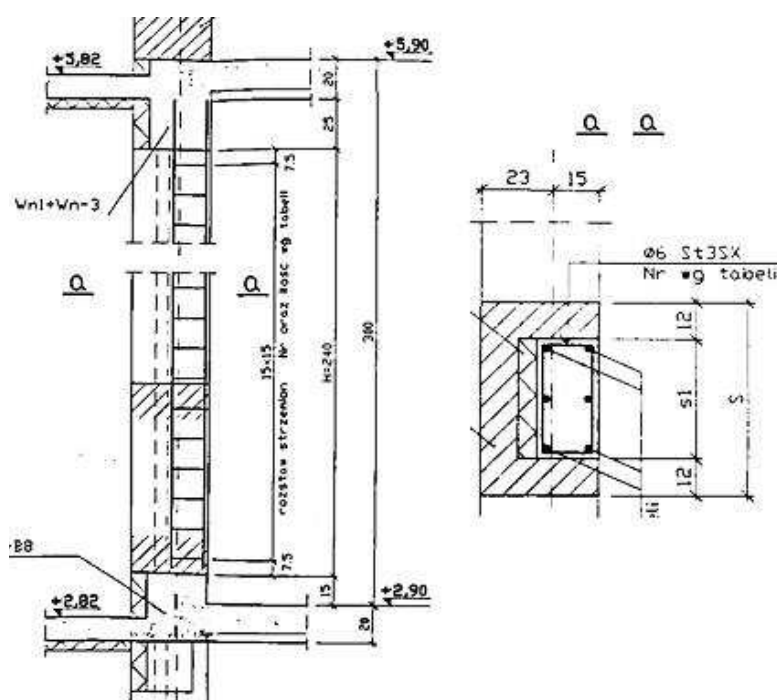
Rys. 8. Szczegół konstrukcyjny wieńca żelbetowego z attyką

Kolejną przyczyną uszkodzeń były odkształcenia ścian spowodowane skurczem i pęcznieniem pustaków poryzowanych, których objętość wielokrotnie przekracza objętość tradycyjnej cegły. W przypadku wyrobów ceramicznych, które chłoną wilgoć z powietrza, mogą one w wyniku pęcznienia zwiększać swoje wymiary w granicach $0,2 \div 0,65$ mm/m. W przypadku wyrobów porowatych jakimi są pustaki poryzowane, nasiąkliwość sięga nawet 26%, podczas gdy cegła zwykła ma nasiąkliwość w granicach $8 \div 22\%$, a cegła klinkierowa od 0,2 do 12%. W przypadkach ścian osłonowych „zamkniętych” ramą żelbetową może dochodzić do sytuacji, że pustaki poryzowane pęcznią, a beton konstrukcji ulega skurczowi. Prowadzi to do wybożenia ściany i pojawiania się rys poziomych w murze (rys. 9)



Rys. 9. Przeciwstawne odkształcenia ustroju ceramicznego i konstrukcji żelbetowej [1]:
1 - ściana z elementów ceramicznych, 2 - słup żelbetowy

W przedmiotowych budynkach zaprojektowano filarki międzyokienne w formie słupów żelbetowych obudowanych pustakami poryzowanymi. Słupy w połączeniu z wieńcami stanowiły monolityczną, sztywną ramę (rys. 10). Wskutek skurczu betonu i pęcznienia pustaków powstały zarysowania poziome na łączeniach pustaków (rys. 11) przechodzące przez filary międzyokienne.



Rys. 10. Szczegół konstrukcyjny filarów międzyokiennech

W budynkach występowały uszkodzenia ścian w formie zarysowań poziomych i skośnych - schodkowych (po linii spoin pustaków) będące skutkiem skurczu betonu w belkach i stropach Filigran połączonych nieprzesuwnie ze ścianami murowanymi. Pęknięcia te widoczne były po przeciwległej stronie ściany poniżej wieńca. We wszystkich przedmiotowych budynkach zarysowania skurczem pojawiały się w strefie stykowej ścian z różnych materiałów.



Rys. 11. Pęknięcia poziome filarów międzyokiennych

Analiza dokumentacji projektowej wykazała również, że w ścianach zewnętrznych z pustaków poryzowanych nie zaprojektowano ułożenia w spoinie nad stropem zbrojenia z prętami poprzecznymi średnicy $3\div 5,4$ mm o przekroju poprzecznym 100 mm^2 na długości ściany w celu przeciwdziałania powstaniu zarysowaniom pionowym na przekroju ściany obniżającym nośność ściany. Zjawisko takie stwierdzono w badaniach połączenia stropu ze ścianą z bloczków z betonu komorkowego łączonych na cienkie spoiny, a także ze ścianą z poryzowanych pustaków ceramicznych [2]. Zbrojenie tego typu zalecane jest w przypadkach, gdy w ścianie zewnętrznej szerokość wieńca, za pośrednictwem którego opiera się strop, jest mniejsza od grubości ściany, a czoło stropu jest ocieplone styropianem z dodatkową osłoną elementem murowym. W takich przypadkach, w ścianie nad warstwą materiału termoizolacyjnego powstaje koncentracja naprężeń nad krawędzią stropu.

4. ZASTOSOWANA METODA USUNIĘCIA WAD ŚCIAN JEDNOWARSTWOWYCH

W celu usunięcia wymienionych wyżej wad projektowych i wykonawczych wykonano dodatkowe obłożenie ścian jednowarstwowych na całej ich wysokości

styropianem gr. 5 cm z wykonaniem na nim wyprawy tynkarskiej na kleju i siatce szklanej. Takie rozwiązanie polepszyło parametry ściany jako przegrody cieplnej, a ponadto wyeliminowano w istotnym stopniu wpływ oddziaływań termicznych powodujących zarysowania ścian. Dla ścian, na których wyraźnie było widać poziome rysy w miejscu styku ścian murowanych z pustaków poryzowanych i żelbetu zalecono zastosowanie siatki z włókna węglowego osadzonego w zaprawie cementowej (system Ruredu X Mesh C10 lub system renowacyjny firmy STO).

WNIOSKI

Przedstawione przykłady uszkodzeń ścian jednowarstwowych z pustaków poryzowanych dowodzą, że materiał ten o nie kwestionowanych właściwościach termooizolacyjnych powinien być jednak stosowany w takich rozwiązaniach konstrukcyjnych, które będą uwzględniać jego właściwości reologiczne i termokurczliwość. Przyjęty rodzaj konstrukcji żelbetowej budynków wielorodzinnych z ścianami osłonowymi jednowarstwowymi jest *poprawny* pod warunkiem pełnego rozeznania właściwości i parametrów użytych materiałów oraz dobrania ze względu na te właściwości i parametry prawidłowej technologii wykonania i jej przestrzegania w fazie wykonawczej.

Należy zauważyć, że w dacie sporządzania dokumentacji projektowej dla przedmiotowych budynków obowiązywała norma PN-B-03002:1999 „Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie” od 1 września 2001 r. Norma ta, w rozdziale 2 wskazywała, że konstrukcje obiektu budowlanego należało tak zaprojektować i wykonać, aby mogła być ona uznana za niezawodną, to jest aby w przewidywanym okresie użytkowania, bez nadmiernych kosztów i z należyтым prawdopodobieństwem: nie nastąpiło przekroczenie stanów granicznych nośności i użytkowości, a także błędy popełnione podczas projektowania, wykonywania i użytkowania obiektu, nie powodowały zniszczenia konstrukcji w zakresie nieproporcjonalnie dużym, w stosunku do przyczyny początkowej. Niezawodność konstrukcji należało zapewniać przez dobór właściwych materiałów i racjonalnego ustroju konstrukcyjnego i wykazanie w obliczeniach, że stany graniczne nie zostały przekroczone, oraz przez spełnienie wymagań konstrukcyjnych i należytą kontrolę wykonania konstrukcji zgodnie z projektem. Konstrukcje należało tak zaprojektować, aby do minimum ograniczona była możliwość pojawienia się rys lub przemieszczeń, które mogą uszkodzić materiały elewacyjne, ścianki działowe, elementy wykończenia lub urządzenia techniczne, a także izolacje przeciwwilgociową.

LITERATURA

- [1] Stawiski B., Konstrukcje murowe. Naprawy i wzmocnienia, Wyd. Polcen, Warszawa 2014.
- [2] Lewicki B., Ściany murowe obciążone głównie pionowo, Prace Instytutu Techniki Budowlanej - kwartalnik 2003, nr 2(126).

