

dr inż. Jarosław Szulc¹⁾ **Potrzeba wzmocnienia połączenia elementów ścian trójwarstwowych w budynkach wielkopłytowych**

The need to strengthen the connection of three-layer wall elements in large-panel buildings

DOI: 10.15199/33.2019.03.02

Streszczenie. W artykule przedstawiono wybrane wyniki oceny bezpieczeństwa i trwałości budynków wielkopłytowych w Polsce, zwracając szczególną uwagę na nieprawidłowości konstrukcyjne i materiałowe zewnętrznych ścian trójwarstwowych. Ze względu na niepewność oceny połączenia warstw fakturowych i nośnych tych elementów przedstawiono rekomendację ITB stosowania wzmocnienia połączenia za pomocą dodatkowych kotew systemowych. W artykule wskazano współczesne rozwiązania techniczne pozwalające na osiągnięcie wymaganej niezawodności budynków wielkopłytowych i zwiększające bezpieczeństwo i trwałość ścian trójwarstwowych.

Słowa kluczowe: budownictwo wielkopłytowe; bezpieczeństwo; trwałość; ściany trójwarstwowe; łączniki.

Abstract. The article presents selected results of the safety and durability assessment of large-panel buildings in Poland, focusing on structural and material irregularities of external three-layer walls. Due to the uncertainty of the connection assessment of texture and load-bearing layers of these elements, the ITB recommendation for the application of connection reinforcement by means of additional system anchors was presented. The article identifies modern technical solutions allowing to achieve the required reliability of large-panel buildings and strengthening the safety and durability of three-layer walls.

Keywords: large-panel building; three-layer walls; safety; durability; connectors.

W budynkach mieszkalnych wykonanych metodami przemysłowymi w drugiej połowie XX w., ujawniają się nieprawidłowości związane z jakością ich wykonania oraz oddziaływaniami, wynikającymi z wieloletniej eksploatacji [6, 8, 9]. Badania diagnostyczne przeprowadzone w latach 2016 ÷ 2018 oraz doświadczenia eksperckie z okresu użytkowania budynków wielkopłytowych wykazały brak zagrożenia bezpieczeństwa ich konstrukcji oraz trwałość wystarczającą do dalszej wieloletniej eksploatacji [7, 9]. Stwierdzono jedynie możliwość wystąpienia w przyszłości destrukcji elementów zewnętrznych ścian trójwarstwowych (przy zastosowaniu rozwiązań odmiennych od założonych w katalogach systemowych). Czynności diagnostyczne ścian trójwarstwowych ujawniły możliwość powstania zagrożenia nośności połączenia warstw fakturowych i nośnych (stalowych wieszaków i szpilek) oraz wykazały małą izolacyjność ścian, w szczególności

w odniesieniu do współczesnych i oczekiwanych wymagań energooszczędności [9].

Wady rozwiązań konstrukcyjnych ścian trójwarstwowych

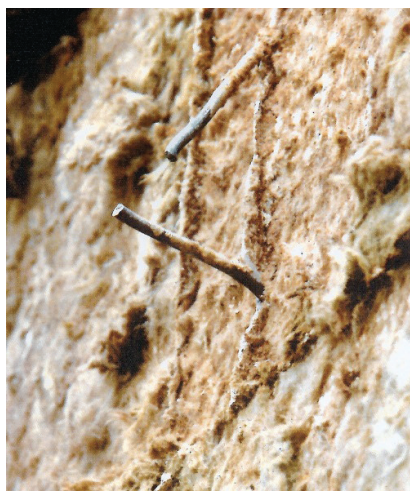
Na podstawie prac diagnostycznych przeprowadzonych w ITB (w ramach realizacji projektu pt. *Ocena bezpieczeństwa i trwałości budynków wzniesionych w technologiach przemysłowych*) stwierdzono, że przy określaniu niezawodności budynków wielkopłytowych podstawowym elementem oceny jest stan techniczny i stopień zużycia technicznego elementów ścian zewnętrznych [9]. Z dotychczasowych obserwacji wynika, że stan ten może być lokalnie niedostateczny z uwagi na występowanie wad materiałowych i konstrukcyjnych stalowych łączników w połączeniach warstw fakturowych i nośnych ścian zewnętrznych oraz nadmierne ich obciążenie – stąd może wynikać niekontrolowane ich uszkodzenie. W uzasadnionych przypadkach oraz ze względu na niepewność oceny bezpieczeństwa i trwałości połączeń warstwy elewacyjnej z warstwą nośną konieczne

staje się więc wzmocnienie konstrukcji ścian trójwarstwowych za pomocą rozwiązań systemowych możliwych do aplikacji równolegle podczas prowadzenia prac termomodernizacyjnych.

Specyfikacje techniczne, w okresie wznoszenia budynków z „wielkiej płyty”, wymagały stosowania wieszaków ze stali odpornej na korozję lub stali zwykłej węglowej z nadatkami na korozję (system OWT). Czasowo dopuszczano również stale zwykłe węglowe z powłokami cynkowymi lub aluminiowymi, a badania in situ wykazały, że na wieszaki stosowano też stal zwykłą, stal odporną na korozję, stal chromową bez dodatków niklu oraz stal gatunku H13N4G9 [10].

Na podstawie szczegółowych badań stanu łączników ścian trójwarstwowych stwierdzono, że głównym problemem w budownictwie wielkopłytowym był brak stali nierdzewnej właściwej jakości do wykonania połączeń ścian, tj. wieszaków i szpilek. Ujawniono pęknięcia wieszaków ze stali H13N4G9 (również kruche w wyniku korozji międzykrystalicznej) występujące w całym przekroju w miejscach zagięć i prostopadłe do osi prętów (fotografia 1). Zastosowanie w łącznikach oszczędnościowej

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej; Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu; j.szulc@itb.pl



Fot. 1. Przykłady pęknięcia wieszaków stalowych warstwy fakturowej ścian zewnętrznych w budynku wielopłytkowym [10]

Photo 1. Examples of destruction of steel hangers of the texture layer of external walls in a large panel building [10]

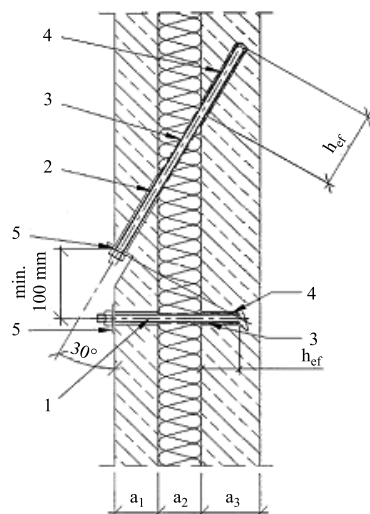
(przy zmniejszonej zawartości niklu do 4% i wprowadzeniu dodatku manganu) stali gatunku H13N4G9, produkowanej bez procesu odpuszczania i trawienia, pomimo zachowania proporcji składu chemicznego, nie gwarantowało spełnienia wymagań trwałości i nośności połączenia [9, 10].

Możliwości techniczne wzmocnienia ścian trójwarstwowych

Wzmocnienie konstrukcji ścian trójwarstwowych, w szczególności elementów łączących warstwę nośną i fakturową, można uzyskać za pomocą **systemowych łączników/kotew stalowych**. Rodzaj, liczbę i rozstaw elementów mocujących należy określić w projekcie wzmocnienia z uwzględnieniem rzeczywistego stanu technicznego elementów i kontrolnych obliczeń statyczno-wyrzynałościowych [9].

Łączniki wklejane pokazane na rysunku 1 [2] stosuje się do wzmocnienia niezarysowanych, betonowych ścian warstwowych, w których warstwa nośna jest wykonana z betonu klasy nie niższej niż C12/15. System łącznikowy składa się z nagwintowanych prętów ze stali nierdzewnej z nakrętkami i podkładkami, tulei siatkowych ze stali zwykłej, węglowej pokrytych warstwą cynku grubości nie mniejszej niż 5 μm oraz winyloestrowych i bezstyrenowych zapraw żywicznych. Pręty stalowe wpro-

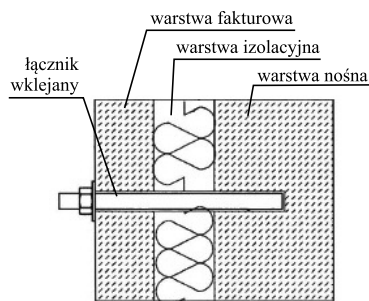
wadza się w otwory wywiercone w betonowych ścianach warstwowych, a ich końce osadza w otworach w warstwie nośnej wypełnionych zaprawą żywiczną. Tuleje siatkowe umożliwiają wplynięcie zaprawy żywicznej przez warstwę izolacyjną do otworu w warstwie nośnej [2].



Rys. 1. Betonowa ściana trójwarstwowa z osadzonymi łącznikami wklejanymi [2]: 1 – nagwintowany pręt stalowy poziomy; 2 – nagwintowany pręt stalowy ukośny; 3 – stalowa tuleja siatkowa; 4 – zaprawa żywiczna; 5 – nakrętka z podkładką

Fig. 1. Concrete three-layer walls with embedded bonded fasteners [2]: 1 – threaded steel bar horizontal; 2 – threaded steel bar diagonal; 3 – wire mesh sleeve; 4 – resin mortar; 5 – nut with washer

Łączniki wklejane z rysunku 2 [4] są przeznaczone do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych, w których warstwa nośna jest wykonana z betonu zwykłego (niezarysowana lub zarysowana) klasy min. C12/15. System składa się z nagwintowanych prętów ze stali nierdzewnej oraz żywicy metakrylanowej. Wzmocniając betonową ścianę warstw-



Rys. 2. Wzmocnienie betonowej ściany warstwowej łącznikiem wklejanym [4]

Fig. 2. Reinforcement of the concrete sandwich wall with the bonded fastener [4]

wą, należy wykonać otwory poziome (za pomocą wiertarki lub wiertnicy w zależności od grubości warstwy nośnej), przechodzące przez warstwę fakturową, izolacyjną i nośną (na odpowiednią głębokość normową). W otwory w warstwie nośnej wprowadza się żywicę systemową i osadza trzpień stalowe [4].

Łączniki wklejane wg [3] stosuje się do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych, w których warstwa nośna o grubości nie mniejszej niż 60 mm jest wykonana z betonu klasy nie niższej niż C12/15. Systemy łącznikowe są dostarczane w kompletach zawierających nagwintowane pręty ze stali nierdzewnej z podkładkami i nakrętkami, stalowe tuleje siatkowe oraz zaprawę żywiczną winylo-estrową lub epoksydową. Otwory poziome wykonuje się wiertarką udarową, z wiertłem o ostrzu z węglików spiekanych lub wiertnicą z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym, przez warstwę fakturową, izolacyjną i nośną. W otworach w warstwie nośnej układa się siatkę stalową, wprowadza zaprawę żywiczną, a następnie osadza pręty stalowe [3].

Elementami składowymi łączników wklejanych [5] są nagwintowane trzpień stalowe o średnicy $\text{Ø}20$ lub $\text{Ø}24$ mm, stalowe tuleje dystansowe i stalowe śruby dociskowe M6 x 30 mm oraz zaprawa żywiczna winylo-estrowa, bezstyrenowa (dwu- lub jednokomponentowa). Elementy stalowe łączników [5], tzn. trzpień, tuleja dystansowa i śruba dociskowa są wykonane ze stali odpornej na korozję; tuleja dystansowa może być ze stali konstrukcyjnej z elektrolityczną powłoką cynkową o grubości nie mniejszej niż 8 μm (fotografia 2).

Łączniki wklejane o średnicy $\text{Ø}20$ są przeznaczone do wzmocnienia prefabry-



Fot. 2. Widok osadzonej w ścianie trójwarstwowej kotwy stalowej [5]

Photo 2. View of a steel anchor [5] embedded in the three-layer wall

kowanych (betonowych lub żelbetonowych) ścian warstwowych w budynkach wielkopłytowych, w których [5]:

- warstwa nośna (niezarysowana) jest wykonana z betonu klasy nie niższej niż C12/15 o grubości:

- nie mniejszej niż 80 mm w przypadku osadzenia łączników w otworach montażowych przelotowych lub nieprzelotowych wykonanych metodą udarowo-obrotową z zastosowaniem wiertarki obrotowej z wiertłem o ostrzu z węglików spiekanych lub metodą bezударową za pomocą wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym;

- nie mniejszej niż 60 mm w przypadku osadzenia łączników w otworach montażowych przelotowych wykonanych metodą udarowo-obrotową z zastosowaniem wiertarki obrotowej z wiertłem o ostrzu z węglików spiekanych lub metodą bezударową za pomocą wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym, albo w przypadku osadzenia łączników w otworach montażowych nieprzelotowych o głębokości 50 mm (przy łącznikach długości 140, 160, 180, 200 lub 240 mm) wykonanych metodą bezударową z zastosowaniem wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym;

- warstwa fakturowa (niezarysowana) jest wykonana z betonu klasy nie niższej niż C12/15 o grubości nie mniejszej niż 50 mm;

- warstwa izolacyjna ma grubość nie większą niż 110 mm;

- łączna grubość warstwy fakturowej i izolacyjnej jest nie większa niż 190 mm.

Łączniki wklejane średnicy $\varnothing 24$ są przeznaczone do wzmacniania prefabrykowanych (betonowych lub żelbetonowych) ścian warstwowych w budynkach wielkopłytowych, w których [5]:

- warstwa nośna (niezarysowana) wykonana jest z betonu klasy nie niższej niż C12/15 o grubości:

- nie mniejszej niż 80 mm w przypadku osadzenia łączników w otworach montażowych przelotowych lub nieprzelotowych wykonanych metodą udarowo-obrotową z zastosowaniem wiertarki obrotowej z wiertłem o ostrzu z węglików spiekanych lub metodą bezударową za pomocą wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym;

- nie mniejszej niż 65 mm w przypadku osadzenia łączników w otworach

montażowych przelotowych wykonanych metodą udarowo-obrotową z zastosowaniem wiertarki obrotowej z wiertłem o ostrzu z węglików spiekanych lub metodą bezударową za pomocą wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym albo w przypadku osadzenia łączników w otworach montażowych nieprzelotowych o głębokości 55 mm (przy łącznikach długości 140, 160, 180, 200 lub 240 mm) wykonanych metodą bezударową z zastosowaniem wiertnicy z wiertłem koronowym o ostrzu diamentowym;

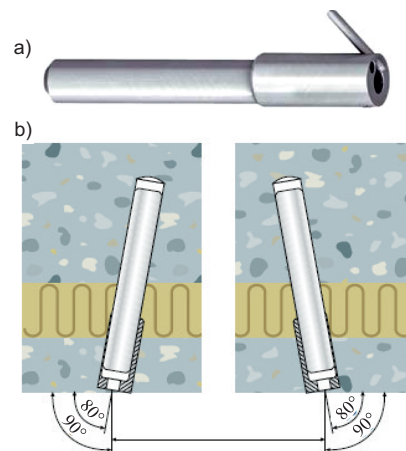
- warstwa fakturowa (niezarysowana) jest wykonana z betonu klasy nie niższej niż C12/15 o grubości nie mniejszej niż 60 mm;

- warstwa izolacyjna ma grubość nie większą niż 105 mm;

- łączna grubość warstwy fakturowej i izolacyjnej jest nie większa niż 185 mm.

W celu osadzenia łącznika wklejanego należy wykonać otwór w podłożu o średnicy $\varnothing 22 \div 24$ mm (łącznik $\varnothing 20$) lub o średnicy $\varnothing 26 \div 28$ mm (łącznik $\varnothing 24$), przedmuchać go ręczną pompką i oczyścić szczotką, a następnie wprowadzić do niego zaprawę żywiczną i osadzić trzpień stalowy łącznika. Przez specjalny otwór w tulei dystansowej wprowadza się dodatkowo zaprawę żywiczną w obrębie warstwy fakturowej. Po zakończeniu procesu wiązania zaprawy należy dokręcić śrubę M6x30, mocującą tuleję dystansową do nagwintowanego trzpienia stalowego [5]. Wszystkie łączniki wzmacniające połączenie elementów ścian trójwarstwowych powinny być stosowane zgodnie z projektem technicznym, opracowanym z uwzględnieniem wymagań norm, przepisów budowlanych, wymagań aprobat i ocen technicznych oraz zaleceń producenta dotyczących zasad wykonywania zamocowań.

Łączniki mechaniczne przedstawione na rysunku 3 [1] są przeznaczone do wzmacniania betonowych ścian warstwowych, poddawanych procesom renowacji. Kotwy mogą być stosowane wyłącznie w celu przeniesienia obciążeń pionowych z warstwy fakturowej na warstwę nośną ściany wykonaną z betonu klasy nie niższej niż C12/16, o grubości nie mniejszej niż 80 mm. Kotwa złożona jest z trzpienia o średnicy



Rys. 3. Widok (a) i sposób osadzenia (b) kotwy (przekrój poziomy) wg [1]

Fig. 3. View (a) and way of anchoring (b) the anchor (horizontal section) [1]

$\varnothing 24$ mm (ze stali nierdzewnej o umownej granicy plastyczności $R_{e0,2}$ nie mniejszej niż 600 MPa oraz o wytrzymałości na rozciąganie R_m nie mniejszej niż 800 MPa), tulei mimośrodowej o średnicy $\varnothing 29,4$ mm (ze stali nierdzewnej o umownej granicy plastyczności $R_{e0,2}$ nie mniejszej niż 210 MPa oraz o wytrzymałości na rozciąganie R_m nie mniejszej niż 500 MPa) oraz dodatkowo z kołków zabezpieczających o średnicy $\varnothing 5,2$ mm.

W celu wzmocnienia ściany warstwowej należy nawiercić otwory (wiertarką udarową) poziome w warstwie fakturowej i nośnej, wprowadzając do nich kolejno trzpień i tuleję mimośrodową. Obracając tuleję względem osi podłużnej trzpienia, powoduje się jego zakleszczenie w warstwie nośnej i tuleję w warstwie fakturowej. Następnie należy zamocować, skośnie do osi trzpienia, kołek stalowy zabezpieczający przed obróceniem tulei względem trzpienia. Beton warstwy nośnej nie może być uszkodzony w obrębie otworu na głębokości większej niż 10 mm, kotwa powinna być wprowadzona w otwór lekkimi uderzeniami młotka, a jej montaż należy wykonać przy użyciu klucza dynamometrycznego [1]. Kotwy powinny być osadzone w ścianie pod kątem 80° w płaszczyźnie poziomej, prostopadłej do podłoża (rysunek 3). Należy je montować w parach, przy czym na każdym elemencie ściennym należy osadzić przynajmniej jedną parę kotew (w przypadku nieparzystej liczby można zastosować dodatkową kotwę).

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych w latach 2016 ÷ 2018 badań diagnostycznych oraz doświadczeń eksperckich z okresu użytkowania budynków wielkopłytych stwierdzono brak zagrożenia bezpieczeństwa ich ustrojów konstrukcyjnych oraz odpowiednią trwałość wystarczającą do dalszej wieloletniej eksploatacji. Wskazano możliwość postępującej w przyszłości destrukcji elementów zewnętrznych ścian trójwarstwowych (przy jednoczesnym zastosowaniu rozwiązań odmiennych od założonych w katalogach systemowych) oraz możliwość powstania zagrożenia nośności połączenia warstw fakturowych i nośnych (stalowych wieszaków i szpilek) oraz właściwości izolacyjne ścian niespełniające obecnych i oczekiwanych wymagań dotyczących energooszczędności.

W uzasadnionych przypadkach oraz ze względu na niepewność oceny bezpieczeństwa i trwałości połączeń warstwy elewacyjnej z warstwą nośną rekomenduje się wzmocnienie konstrukcji ścian trójwarstwowych za pomocą rozwiązań systemowych.

Literatura

- [1] Aprobata Techniczna ITB, AT-15-4836/2015. Kotwy mechaniczne ze stali nierdzewnej EJOT WSS PLUS do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych.
- [2] Aprobata Techniczna ITB, AT-15-6916/2014. Łączniki wklejane COPY-ECO do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych.
- [3] Aprobata Techniczna ITB, AT-15-8971/2016. Łączniki wklejane TRUTEK TCM do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych.
- [4] Krajowa Ocena Techniczna ITB, KOT-2018/0389 wydanie 1. Łączniki wklejane HILTI do wzmocnienia betonowych ścian warstwowych.
- [5] Krajowa Ocena Techniczna ITB, KOT-2018/0495 wydanie 1. Łączniki wklejane

K2/2008 do wzmocnienia prefabrykowanych, betonowych lub żelbetonowych ścian warstwowych w budynkach wielkopłytych.

[6] Runkiewicz Leonard i in. 2014. „Diagnostyka i modernizacja budynków wielkopłytych”. Cz. 1. *Przegląd Budowlany* 7-8, Cz. 2. *Przegląd Budowlany* 9.

[7] Szulc Jarosław. 2018. *Diagnozowanie techniczne budynków wzniesionych w technologiach uprzemysłowionych. Systemy wielkopłytove. Ogólne wytyczne*. Seria: Instrukcje, Wytyczne, Poradniki. ITB nr 496. Warszawa.

[8] Szulc Jarosław. 2016. „Współczesne procedury diagnostyczne i kierunki modernizacji betonowego budownictwa wielkopłytovego”. *Materiały Budowlane* 525 (5): 116 – 117. DOI: 10.15199/33.2016.05.54.

[9] Szulc Jarosław i in. *Budownictwo wielkopłytove. Raport o stanie technicznym*. <https://budowlaneabc.gov.pl/>.

[10] Wójtowicz Michał. 2014. *Trwałość budynków wielkopłytove w świetle badań*. XIII Konferencja naukowo-techniczna. Warsztat pracy rzeczoznawcy budowlanego. Cedzyna.

Przyjęto do druku: 07.02.2019 r.

PROWADZIMY PRACE BADAWCZE UKIERUNKOWANE NA ICH WDROŻENIE I ZASTOSOWANIE W PRAKTYCE

PROWADZIMY BADANIA WEDŁUG PN, EN, ISO, WYTYCZNYCH ETA ORAZ WŁASNYCH METOD W ZAKRESIE:

właściwości użytkowych i wytrzymałościowych łączników
właściwości mechanicznych stali i wyrobów stalowych
właściwości fizykochemicznych betonu i jego składników
właściwości wyrobów ceramicznych, betonowych oraz konstrukcji murowych i prefabrykatów
właściwości użytkowych elementów wyposażenia obiektów budowlanych
właściwości gruntów i podłoża gruntowego

WYKONUJEMY:

rozpoznawanie podłoża dla potrzeb posadowień obiektów budowlanych
ekspertyzy konstrukcji budowlanych oraz badania diagnostyczne in situ
symulacje komputerowe z zakresu mechaniki budowli oraz modelowanie współpracy podłoża z konstrukcją z wykorzystaniem modeli przestrzennych (3D)
ekspertyzy obiektów budowlanych podlegających wpływom eksploatacji górniczej
oceny przydatności terenów górniczych do zabudowy
nadzory geotechniczne na budowach i specjalistyczne roboty geotechniczne
nadzory budowlane na terenach objętych wpływami eksploatacji górniczej

▪Prowadzimy szkolenia z zakresu projektowania, badań i certyfikacji betonu towarowego

▪Opracowujemy WTWiORB, instrukcje, wytyczne, poradniki i inne

Instytut Techniki Budowlanej

Zakład Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu, tel.: 22 5796165, 22 5796435, e-mail: konstrukcje@itb.pl, adres: 00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1 | tel.: 22 5796125, e-mail: beton@itb.pl | tel.: 22 5664291, e-mail: geotechnika@itb.pl, adres: 02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21 | tel.: 32 7302925, e-mail: katowice@itb.pl, adres: 40-153 Katowice, al. W. Korfantego 191

www.itb.pl

