

dr inż. Piotr Konca¹⁾inż. Aleksandra Zawadowska¹⁾dr hab. inż. Marcin Koniorczyk^{1)*}

Właściwości mechaniczne warstwy zbrojonej BSO wykonanej z siatki pancernej

Mechanical properties of reinforcement layer in External Thermal Insulation Composite Systems built on strengthened fabric net

DOI: 10.15199/33.2015.10.37

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań odporności na uderzenie ciałem twardym warstwy zbrojonej siatką pancerną Bezspoinowych Systemów Ociepleń oraz przyczepności klejów do podłoża betonowego i styropianu. Otrzymane wyniki porównano z właściwościami mechanicznymi warstwy zbrojonej wykonanej z tradycyjnej siatki szklanej. Podczas badań zastosowano dwa kleje: tradycyjną zaprawę klejowo-szpachlową zbrojoną włóknami oraz klej dyspersyjny. Badany kompozyt poddano różnym warunkom kondycjonowania.

Słowa kluczowe: BSO, warstwa zbrojona, siatka pancerna, właściwości mechaniczne.

Abstract. The results of tests concerning hard body impact resistance in reinforcement layer of ETICS and bond strength between adhesive and concrete or thermal insulation layer are presented in the paper. In the tests two types of adhesives: cement mortar and dispersive binder as well as two types of glass fibre fabrics traditional and strengthened one were analyzed. The experimental research was performed for samples previously conditioned in various environment.

Keywords: ETICS, reinforcement layer, strengthened fabric net, mechanical properties.

Wytrzymałość mechaniczna Bezspoinowego Systemu Ociepleń (BSO) powinna być zagwarantowana przez dobrą przyczepność kleju do materiału termoizolacyjnego i powierzchni ściany, warstwy zbrojonej z wyprawą tynkarską do materiału termoizolacyjnego [1] oraz odporność na zmiany temperatury i uderzenia. Cechy te zapewnia stosowanie odpowiedniej warstwy zbrojonej złożonej z tkaniny, dawniej polipropylenowej [2], a obecnie najczęściej z włókna szklanego oraz kleju [3]. Odporność mechaniczna jest parametrem szczególnie ważnym w miejscach, gdzie mogą pojawić się przypadkowe lub nieprzypadkowe uderzenia, np. gałęzią drzewa, piłką lub innym przedmiotem.

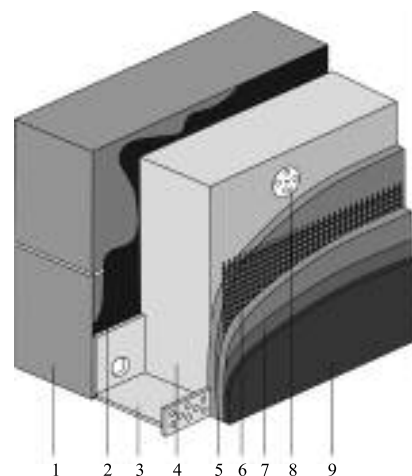
Wzmacnianie warstwy zbrojonej części parterowej powinno być standardem w budynkach wielorodzinnych czy użyteczności publicznej. Jest to rozwiązanie zalecane w Instrukcji ITB nr 447/2009 [4]. Najczęściej odporność na uderzenie poprawia się przez zastosowanie podwójnej siatki w warstwie zbrojonej systemu. Stosunkowo nowym rozwiązaniem są tzw. siatki pancerne.

Materiały i metodyka badań

W artykule przedstawiono wyniki badań warstwy zbrojonej systemów BSO (warstwy 5, 6 na rysunku 1), w której zastosowano alkalioporną siatkę pancerną o wielkości oczek $4,7 \times 5,6 \text{ mm} \pm 10\%$ i masie powierzchniowej $367 \pm 18 \text{ g/m}^2$, koloru pomarańczowego, wykonaną splotem gazejskim. Dla porównania takie same badania przeprowadzono w przypadku zastosowania standardowej alkaliopornej siatki do systemów ociepleń o wielkości oczek $2,5 \times 2,5 \text{ mm} \pm 5\%$ i gramaturze $145 \pm 10 \text{ g/m}^2$, koloru białego, o splotcie gazejskim. Badania wykonano, używając: zaprawy klejowo-szpachlowej zbrojonej włóknami (zaprawa cementowa) lub kleju dyspersyjnego. Do wykonania próbek użyto fasadowych płyt styropianowych grubości 50 mm. Wszystkie próbki i badania wykonano w Laboratorium Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych Politechniki Łódzkiej zgodnie z ETAG 004 [5] oraz technologią zalecaną przez producenta.

Wyniki badań i ich analiza

Przyczepność zaprawy klejącej do podłoża. Wytrzymałość na odrywanie wyznaczono jako wartość zmierzonej siły odrywającej podzielonej przez pole powierzchni próbki. Wartości średnie w przypadku obu klejów badanych po kondycjo-



Rys. 1. Bezspoinowy System Ociepleń o typowym układzie warstw, tj.: 1) ściana; 2) zaprawa klejąca do materiału termoizolacyjnego; 3) listwa cokolowa startowa; 4) materiał termoizolacyjny; 5) zaprawa klejąca do warstwy zbrojonej; 6) tkanina szklana; 7) podkładowa masa tynkarska; 8) łącznik mechaniczny; 9) tynk cienkowarstwowy

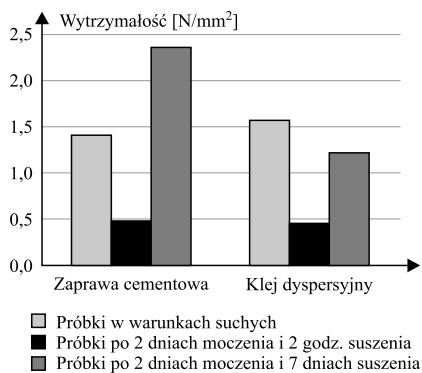
Fig. 1. External Thermal Insulation Composite System – structure: 1) wall; 2) adhesive mortar; 3) supporting cantilever; 4) thermal insulation; 5) adhesive mortar for reinforcement mesh embedding; 6) reinforcement mesh; 7) mortar; 8) mechanical anchoring; 9) rendering mortar

nowaniu w różnych warunkach przedstawiono na rysunku 2. Cementową zaprawę klejową, we wszystkich analizowanych przypadkach, charakteryzowało odrywa-

¹⁾ Politechnika Łódzka, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska.

^{*)} Autor do korespondencji:

e-mail: marcin.koniorczyk@p.lodz.pl

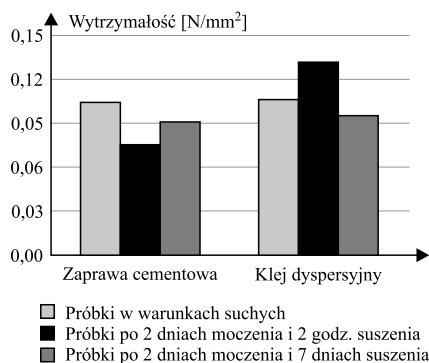


Rys. 2. Porównanie wytrzymałości na odrywanie od podłoża betonowego badanych klejów
Fig. 2. The results of pull off test for analyzed binders

nie w kleju (zniszczenie kohezyjne). Klej dyspersyjny podczas badania próbek w warunkach suchych odrywał się częściowo w kleju, a częściowo od podłoża betonowego. Badania próbek po kondycjonowaniu w wodzie i suszeniu kolejno 2 godz. i 7 dni wykazały odrywanie tylko w kleju. Zachowanie takie wskazuje na bardzo dużą przyczepność klejów w warunkach suchych i znaczny jej spadek pod wpływem działania wody. Średnia wytrzymałość na odrywanie klejów po zanurzeniu w wodzie i 2 godz. suszenia zmniejszyła się w obu przypadkach o ok. 70% w porównaniu do wartości wytrzymałości próbek w warunkach suchych. Po 7 dniach suszenia wytrzymałość zaprawy wzrosła prawie dwukrotnie, co stanowi 69% początkowej wartości otrzymanej w warunkach suchych. Wytrzymałość kleju dyspersyjnego po 7 dniach suszenia nie zwiększyła się. Klej dyspersyjny okazał się mniej odporny na odrywanie od podłoża w porównaniu z zaprawą. Mokre zaprawy cechowała mniejsza przyczepność w porównaniu z zaprawami suchymi. Dostęp wody po okresie klimatyzowania wspomógł proces hydratacji cementu, co skutkowało wzrostem wytrzymałości wyznaczonym po kilkudniowym okresie suszenia. Badania przyczepności zaprawy klejowej oraz kleju dyspersyjnego do podłoża wykazały, że spełniają one wymagania podane w ETAG 004 [5].

Przyczepność zaprawy klejącej do styropianu. Średnie wartości wytrzymałości na odrywanie od styropianu dwóch klejów badanych po kondycjonowaniu w różnych warunkach przedstawiono na rysunku 3. Zaprawa cementowa w warunkach suchych oraz po zanurzeniu w wodzie i 7 dniach suszenia odrywała się wraz z fragmentem styropianu. Odrywanie pomiędzy styropianem a zaprawą cementową zaobserwowano jedy-

nie podczas badania próbek po zanurzeniu w wodzie i 2 godz. suszenia (wynika to ze słabej przyczepności mokrego kleju). Klej dyspersyjny podczas wszystkich prób odrywał się wraz z fragmentem styropianu. Pomimo zanurzenia próbek z kleju dyspersyjnego w wodzie nie zaobserwowano jej negatywnego wpływu na wyniki. Podczas badań kleju dyspersyjnego najwyższe wartości przyczepności do styropianu otrzymano w przypadku próbek zanurzanych w wodzie i suszonych 2 godz. (badanie przyczepności do podłoża betonowego próbek w tych warunkach wykazało najniższą przyczepność). Wartości przyczepności kleju do podłoża we wszystkich analizowanych przypadkach (prócz mokrej zaprawy cementowej) zależą od wytrzymałości styropianu na rozcią-



Rys. 3. Wyniki przyczepności klejów do styropianu

Fig. 3. Adhesion to thermal insulation obtained for cement mortar and dispersive binder

ganie. Niewielkie różnice wynikać mogą z niejednorodności płyt styropianowych. Wszystkie wyniki potwierdzają, że badane zaprawy i klej dyspersyjny spełniają wymagania zawarte w ETAG 004 [5].

Odporność na uderzenie ciałem twardym. Badaniu poddano 4 warianty systemu wykonane na płytach styropianowych 50 x 50 cm. Warstwa zbrojona składała się z podwójnej standardowej siatki szklanej lub pojedynczej siatki standardowej wraz z pojedynczą siatką pancerną. Zaprawą klejącą do warstwy zbrojonej była zaprawa cementowa lub klej dyspersyjny. Badanie odporności na uderzenie ciałem twardym rozpoczęto od próbek BSO z zaprawą cementową. System zbrojony podwójną standardową siatką wgniótł się przy uderzeniu kulą 0,5 kg o energii 5 J, a zniszczył dopiero przy uderzeniu kulą 2,5 kg z wysokości 0,8 m (energia 20 J). System zbrojony z siatką pancerną okazał się bardziej wytrzymały, gdyż pierwsze pęknięcia powstały po zrzuceniu kuli 2,5 kg z wysokości 1 m (energia 25 J). Systemy oparte na kleju dyspersyjnym wykaza-

ły bardzo dużą odporność na uderzenie i nie zniszczyły się przy zrzuceniu kuli 2,5 kg z wysokości 3 m, co odpowiada energii 75 J. Wyniki badań zamieszczono w tabeli.

Wyniki uderzenia badanych systemów kulą stalową

Impact resistance for analyzed systems

Rodzaj systemu	Energia kuli niszcząca system [J]
Zaprawa cementowa + podwójna standardowa siatka szklana	20
Zaprawa cementowa + standardowa siatka szklana + siatka pancerna	25
Klej dyspersyjny + podwójna standardowa siatka szklana	odporny na uderzenie kulą o energii 75 J
Klej dyspersyjny + standardowa siatka szklana + siatka pancerna	odporny na uderzenie kulą o energii 75 J

Wnioski

Odpowiedni wybór materiałów warstwy zbrojonej w BSO może znacznie polepszyć właściwości mechaniczne przegrody. Z przeprowadzonych badań wynika, że większą przyczepnością na odrywanie od styropianu charakteryzuje się klej dyspersyjny. Systemy na bazie kleju dyspersyjnego, niezależnie od zastosowanej tkaniny zbrojącej, są odporne na uderzenie ciałem twardym o energii ponad trzykrotnie większej niż systemy wykonane z użyciem zaprawy cementowej. Badanie przy tak dużej energii uderzenia nastęrcza problemy natury technicznej (ograniczenie wysokości pomieszczenia laboratoryjnego). Zbrojenie siatką pancerną nie przyczynia się do znacznego zwiększenia wytrzymałości i odporności systemu.

Literatura

[1] Chładzyński S., Klej do styropianu czy klej do siatki? Izolacje 12/2013, 41 – 44.
 [2] Rydz Z., Zastosowanie tkaniny polipropylenowej do robót ocieplających metodą lekką, Materiały Budowlane 1/1999, 19 – 23.
 [3] Konca P., Koniorczyk M., Gawin D., Bodziuch M., Wpływ tkanin z włókna szklanego na cechy wytrzymałościowe warstwy zbrojonej w bezspoinowych systemach ociepleń, Czasopismo techniczne. Budownictwo, R. 109, z. 2-B/2012, 223 – 230.
 [4] Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonania. Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 447/2009. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.
 [5] Złożone systemy izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi, ETAG 004 – Wytyczne do Europejskich Aprobatak Technicznych, (Dz. Urz. WE C 212 z 06.09.2002 r.).

Przyjęto do druku: 17.08.2015 r.