

BUILDER
FOR THE
FUTUREBUILDER
FOR THE
YOUNG
ENGINEERS

W ramach realizowanego przez miesięcznik „Builder” programu „Wspieramy młodych inżynierów budownictwa” dajemy możliwość pierwszych publikacji naukowych młodym doktorantom.

FASADY METALOWO- SZKLANE

Część 2.

analiza wybranych błędów projektowych i wykonawczych

**Katarzyna Kosieradzka, Ewa Kozicka,
Jan Stępniewski, Izabela Dmowska**
Wydział Inżynierii Lądowej,
Politechnika Warszawska

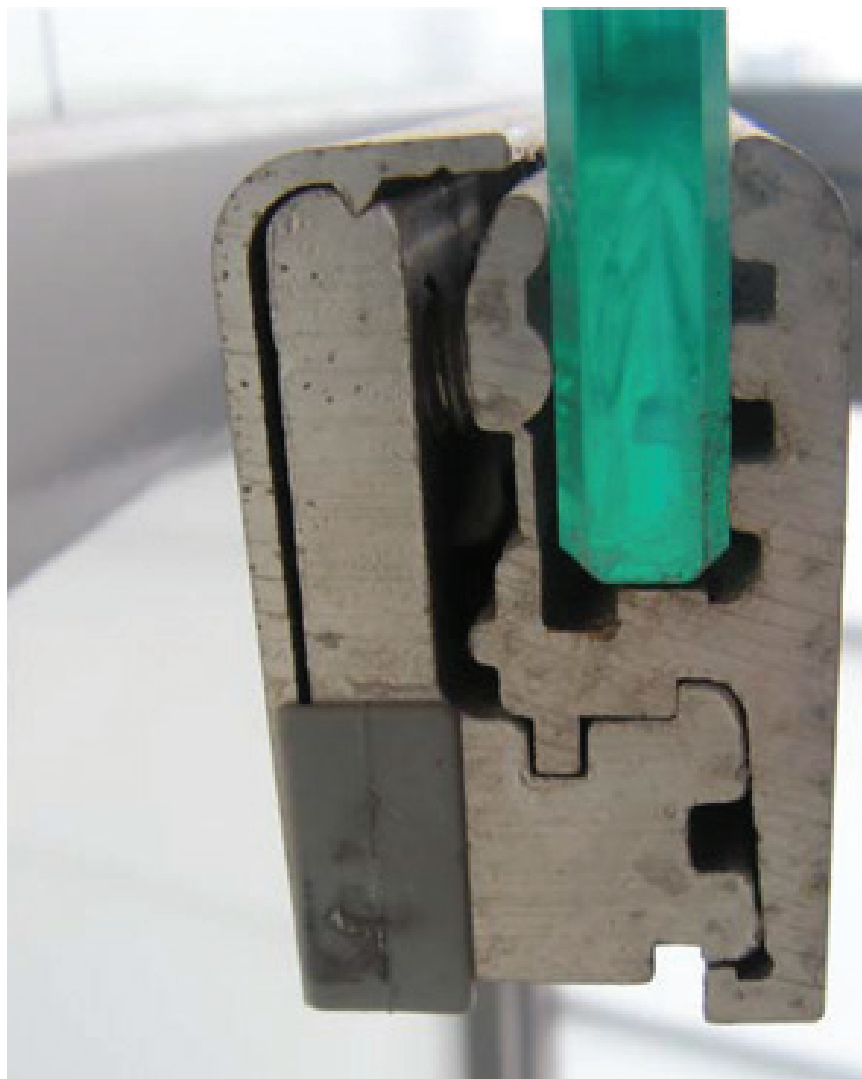
OPIEKUN NAUKOWY
dr inż. Maciej Cwyl
Instytut Inżynierii Budowlanej,
Politechnika Warszawska

Podstawowym problemem występującym w konstrukcjach fasad są nieprawidłowości powstałe podczas montażu elementów metalowych i przy mocowaniu tafli szkła.

W e współczesnym budownictwie elewacje metalowo-szklane są najpopularniejszym rozwiązaniem ścian osłonowych wykorzystywanym w budynkach biurowych i obiektach użyteczności publicznej. Najczęściej występujące błędy w konstrukcjach tego typu fasad wynikają z podstawowych niedopatrzeń montażowych.

Tafle szklane

Systemy słupowo-ryglowe składane na budowie narażone są na pęknięcie szyb. Przyczyną pojawienia się tego zjawiska może być występowanie zbyt dużych naprężeń lub ich nierównomierne rozłożenie w tafli szkła. Częstym problemem jest generowanie zbyt dużych sił dociskających, co w konsekwencji wpływa na lokalne naprężenia w przeszkleeniu. Nie-



Rys. 1. Szyba zamocowana na sztywno do profilu aluminiowego bez przekładek elastycznych



Rys. 2. Pęknięta wewnętrzna tafła, inicjacja pęknięcia w połączeniu ze słupem aluminiowym

odpowiedni sposób podparcia (rys. 2.) lub lokalne dociskanie tafli do metalowych części może doprowadzić do jej zniszczenia.

Uszczelki

Niewłaściwie zamontowane uszczelki powodują powstawanie zacieków oraz zawilgocenie elementów fasady, co przyspiesza proces ich niszczenia. Wnikanie wody do wnętrza budynku prowadzi także do kontaktu z wilgocią elementów żelbetowych, co sprzyja rozwijaniu się korozji. Taki długotrwały stan ma znaczący wpływ na komfort użytkowania budynku, prowadzi do powstawania zagrzybienia i murszenia elementów gipsowych. Przykład błędnego montażu pokazano na zdjęciu (rys. 3.). Źle dobrana długość uszczelki pionowej powoduje powstawanie nieszczelności. Uszczelka pozioma jest za krótka, dlatego uległa spłaszczeniu. Połączenie w narożniku jest niewłaściwe, końcówki elementów powinny być docięte pod kątem 45 stopni, aby dobrze do siebie przylegały.

Kolejne niedopatrzenie podczas montażu widać na rys. 4. Zauważamy brak uszczelki pionowej. Górna uszczelka pozioma jest za krótka i została nieodpowiednio przycięta, dolna natomiast jest za długa.

Ściana wypełniająca

Najczęściej spotykanym typem ściany wypełniającej są przesuwne, szklane systemy balkonów i loggii, które pozwalają na dodatkową ochronę przed niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Cechą charakterystyczną takich rozwiązań jest mocowanie ich pomiędzy stropami. Połączenia te należy zaprojektować w sposób uniemożliwiający przenoszenie obciążeń z konstrukcji budynku na konstrukcję ściany wypełniającej, która projektowana jest na obciążenia pionowe jedynie od ciężaru własnego.

Mocowanie profili aluminiowych do tafli szklanej

Poważnym błędem w mocowaniu tafli szkła jest ich sztywne połączenie z profilami bez użycia przekładek elastycznych. Zapobiegają one inicjacji kruchych pęknięć i kompensują przemieszczenia od pracy elementów konstrukcyjnych budynku. Przekładki bardziej równomiernie rozkładają siłę docisku okuć do szkła. Powinny się one znajdować między boczną listwą dociskającą a szybą oraz dołem gniazda okucia a szybą. Przykład pokazano na rys. 1., na którym można zauważyć tafel szklaną dociśniętą

REKLAMA

MOBILNE
laboratorium
www.badaniaokien.pl

BADANIA STOLARKI OTWOROWEJ ORAZ ŚCIAN OSŁONOWYCH W OBIEKTACH BUDOWLANYCH

Testy i badania wykonywane na budowie przeprowadzane w celu potwierdzenia wymaganych lub deklarowanych właściwości użytkowych.

Kontrola przeprowadzana przez ekspertów umożliwia:

- wczesne wykrycie ewentualnych błędów i usunięcie ich bez ponoszenia dodatkowych kosztów
- faktyczną kontrolę jakości wykonanych prac
- otrzymanie dokładnej dokumentacji dotyczącej jakości
- zwiększenie bezpieczeństwa konstrukcji
- skorzystanie z najnowocześniejszych metod inspekcji

Zakres badań:

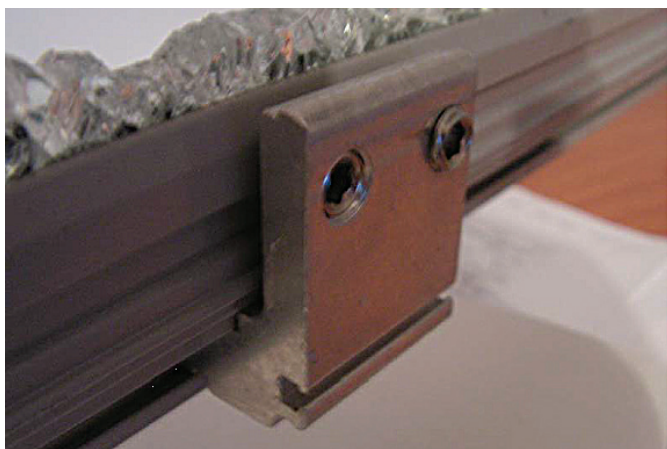
- przepuszczalność powietrza okien, drzwi, fasad, szczeliny montażowej (wg metody laboratoryjnej)
- wodoszczelność z zastosowaniem komory ciśnieniowej (wg metody laboratoryjnej)
- wodoszczelność bez zastosowania komory ciśnieniowej (wg metody poligonowej)
- BlowerDoor Test - test szczelności powietrznej powłoki budynku
- pomiary termowizyjne
- pomiary izolacyjności akustycznej
- bezinwazyjny pomiar grubości wzmocnień stalowych
- pomiar współczynnika U_g szyb zespolonych za pomocą mobilnego urządzenia UGLass



Rys. 3. Nieprzylegające, źle spasowane uszczelki w narożniku okiennym, widoczne osady powstałe przez przenikanie wody do wnętrza budynku



Rys. 4. Brak pionowej uszczelki, źle dobrane długości uszczelki poziomych



Rys. 5. Okucie z niedokręconą jedną śrubą



Rys. 6. Niewłaściwe zamocowanie szyby, która bezpośrednio uderza w metalowy element podczas przesuwania rozwieranych paneli

bezpośrednio do listwy, bez użycia podkładek z miękkiego EPDM.

Listwa dociskowa stabilizowana jest za pomocą wkrętów dociskających ją do tafli szklanej. Łączniki osadzone w okuciach powinny przy odpowiednim rozstawie zapewnić równomierny docisk listwy do panelu szklanego. W praktyce jednak wartość siły docisku diametralnie spada w odległości około 5 cm od miejsca mocowania. Mała ilość wkrętów powoduje, że monterzy zwiększają siłę docisku w celu utrzymania tafli. W miejscach bezpośredniego styku szkła z aluminium powstaje strefa zgniotu. Lokalnie wywołuje to oddziaływanie dużych sił skupionych na kruchą tafelę szklaną. Ilość mocowań i ich rozmieszczenie muszą być szczegółowo opisane w dokumentacji technicznej i być jednym z podstawowych kryteriów oceny podczas nadzoru i odbioru prac.

Lokalne naprężenia w szkło może również powodować niedbały i niewłaściwy sposób dokręcenia wkrętów do tafli. Na rys. 5. widać nierównomiernie dokręcone śruby o takiej samej długości, dociśnięte do listwy. W takim przypadku jedna śruba nie pracuje, natomiast druga musi przejmować podwójną siłę docisku, tak aby zrealizować właściwy uchwyt panelu. Taka lokalna, większa siła od jednej śruby jest szczególnie niebezpieczna dla pracy kruchej tafli szklanej. Jakikolwiek oddziaływanie dynamiczne będzie w tym przypadku skutkowało kruchym pęknięciem, inicjowanym w miejscu niewłaściwego umocowania okucia.

Przeszklenia balkonów (jako ściana wypełniająca) są narażone na użytkowe ugięcia elementów konstrukcji budynku. Szkło zawieszane jest na górnej prowadnicy, natomiast dolny profil utrzymuje je w osi przesuwu i przenosi obciążenie od wiatru. Panele nie mogą naciskać na dolną prowadnicę, ponieważ powoduje to występowanie dodatkowych naprężeń w tafli szklanej.

Konstrukcję fasady należy poddawać rutynowym przeglądom, podczas których sprawdzeniu podlegają podstawowe elementy struktury elewacji. Dzięki rokrocznym kontrolom możliwa jest ocena prawidłowości pracy łączników i węzłów konstrukcyjnych, rektyfikacja połączeń oraz wymiana uszczelki lub pakietów szybowych.

System jest szczególnie wrażliwy na przemieszczenia konstrukcji. W przypadku gdy szkło jest docinane na styk, bez pozostawienia odpowiedniej przestrzeni pomiędzy okuciem górnym i dolnym, tafła nie ma możliwości kompensowania ugięć. Na rys. 1. można zauważyć brak przerwy pomiędzy dolną krawędzią szyby a zamocowaniem. Jako dylatacja powinna być zastosowana miękka guma o grubości ok. 1–2 cm lub pustka powietrzna w listwie górnej z odpowiednio dociętą szybą.

Oznakami „ściskłego” zamontowania szyby są wygniecione włoskowate uszczelki na dolnych prowadnicach oraz kłopoty z przesuwaniem paneli po profilach jezdnych.

Innym przypadkiem złego spasowania jest wystawianie tafli poza profil (rys. 6.) oraz niezabezpieczenie jej przed uderzeniem w metalowy słupek. Zgodnie z systemowymi rozwiązaniami i technologią wykonywania osłonowych elementów fasad metalowo-szklanych szyba nie może bezpośrednio stykać się z elementem ramy podczas otwierania i uchylania części rozwieranych przeszkleń.

Uderzenie tafli szklanej w element metalowy prowadzi do zniszczenia szkła hartowanego. Nawet jeśli tafła nie pęknie bezpośrednio, to doznaje ona uszczerbków, wyszczerbień i odprysków, które potem są miejscem inicjacji zniszczenia przeszkleń.

Elementy metalowe

Błędem w wykonaniu węzła (rys. 7.) jest zastosowanie jednocześnie dla przeniesienia tych samych obciążeń łącznika śrubowego i łącznika nitowego. Te dwa rodzaje łączników nie powinny występować razem w połączeniach zakładkowych kategorii A. Stosowanie łączników śrubowych i nitowych zgodnie ze sztuką budowlaną jest możliwe jedynie w przypadku stosowania śrub pasowanych.

Stosowanie przekładek EPDM pomiędzy elementami aluminiowymi a stalowymi jest konieczne ze względu na niwelowanie różnic potencjałów pomiędzy stalą a stopem aluminiowym. Obecne stosowanie malowania lub cynkowania tych materiałów jako rozwiązań pośrednich jest niewystarczające ze względu na zbyt małe grubości tych powłok.

Zdjęcia pokazują również, że miejsca montażu śruby łączącej prowadnicę z kątownikiem były wybierane dość przypadkowo – na każdym ze zdjęć śruba zamontowana jest w innym miejscu. Na rys. 8. widać, że śruba znajduje się na skraju kątownika. Zgodnie z zaleceniami zawartymi w [3] – minimalna odległość łącznika od krawędzi łączonych elementów powinna wynosić $1,5d_0$.

Podsumowanie

W cyklu dwóch artykułów („Builder” nr 10 i 11) zaprezentowano najczęściej występujące błędy w konstrukcjach fasad. Są to podstawowe niedopatrzania, z których wiele da się wyeliminować podczas nadzorów budowlanych, co w dłuższej perspektywie użytkowania struktury metalowo-szklanej prowadzi do jej lepszego stanu technicznego oraz przedłuża jej żywotność. Należy zwrócić szczególną uwagę na charakter pracy elementów konstrukcji przy sto-

sowaniu tego typu struktur. Niewiedza w tym zakresie jest jedną z przyczyn występowania wyżej omówionych błędów.

Bibliografia

- [1] PN-EN 13830:2005 Ściany ostonowe. Norma wyrobu.
- [2] PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- [3] PN-EN 1993-1-8:2006 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.
- [4] Piekarczyk A.: Elementy konstrukcyjne ze szkła budowlanego, Warszawa, ITB, 2013.

Abstract. FAULTS OF DESIGNING AND USING METAL-GLASS STRUCTURES.

The aim of the article is taking a closer look at the problems concerning technical condition assessment with regard to correctness of project goals of structures metal-glass facade. Made is reference to the manner of their execution and proper functioning. The issue of accordance to good engineering practice of adapting changes in the system and adjusting the fitted solutions as recommended by the producers. Above mentioned issues were dealt with given an example of high-rise building with applied curtain wall and a residential building where a filling structure is mounted.

Keywords: curtain walling, glass, aluminium, mullion, transom



Rys. 7. Rozwiązanie połączenia górnej prowadnicy ze słupkiem balustrady



Rys. 8. Brak przekładki EPDM, pod śrubą zastosowano zwykłą przekładkę

REKLAMA

Proventus Polska Sp. z o.o.

www.proventus.eu

tel. 22 122 85 40

e-mail: biuro@proventus.eu

PROVENTUSS



- SZKLENIE STRUKTURALNE
- USZCZELNIANIE FASAD
- ZESPALANIE OKIEN
- ELEMENTY DO PUNKTOWEGO MOCOWANIA SZKŁA
- HYDROIZOLACJE I DYLATACJE

Sealing and bonding solutions