

Dynamizacja postępu w sztuce budowlanej napędzana przez rozwój nowoczesnych technologii determinuje coraz częstsze wykorzystywanie przeszklonych systemów fasad i elewacji w projektach architektonicznych obiektów przemysłowych, mieszkalnych i biurowych.

O udział w realizacji artykułu dotyczącego wykorzystywania nowoczesnych oszkleń w budownictwie zapytaliśmy eksperta jednej z polskich firm realizujących konstrukcje ze szklanych wyrobów budowlanych. Zachęcamy do lektury.

I. Fasady szklane – ich cechy i funkcjonalności

Przepuszczalność światła słonecznego

Pierwszym aspektem, na jaki zwracamy uwagę, jest naturalnie walor wizualny. Szkło – jako materiał przezroczysty – umożliwia dostarczenie do obiektu budowlanego zdecydowanie większej ilości światła dziennego, co pozytywnie wpływa na samopoczucie osób przebywających wewnątrz. Ma to istotne znaczenie zwłaszcza w budynkach o charakterze biurowym, gdzie zapewnienie prawidłowych parametrów środowiska pracy stanowi nierzadko poważny problem.

Czy jednak wysoka przepuszczalność promieniowania słonecznego nie powoduje dyskomfortu związanego z rażeniem słonecznym podczas zachodów lub wschodów słońca? Zapytaliśmy o zdanie Pana Pawła Kempkiego – eksperta firmy Stefania. Pan Paweł podzielił się z nami informacją, iż możliwe jest dowolne manipulowanie parametrami przepuszczalności światła, dostosowując je do swoich potrzeb. „(...) przykładowymi możliwościami są: matowienie szkła, użycie różnego rodzaju powłok na szkło, barwienie go w masie, bądź też stosowanie przepuszczającej światło emalii”, mówi Paweł Kempki.

Trwałość

Szkło modyfikowane jest jednym z trwalszych materiałów wykorzystywanych w budownictwie. Szkła budowlane wykorzystywane przy realizacji fasad i elewacji szklanych odznaczają się świetnymi parametrami. Twardość szkieł modyfikowanych wg skali Mohsa wynosi około 5 – 7, (dla porównania marmur w tej samej skali klasyfikowany jest na 3 pozycji) ich wytrzymałość na zginanie to 30 – 50 MPa, a na ściskanie około 800 – 1100 MPa. Średniej klasy cegła budowlana odznacza się wytrzymałością na ściskanie rzędu 10 MPa. Poza tym szkło nie ulega degradacji związanej z działaniem warunków atmosferycznych. Podstawowym problemem, który rzutuje na trwałość fasad szklanych, są błędy montażowe wpływające na trwałość całej konstrukcji.

„Szkło jest materiałem bardzo trwałym. Jest bardzo często stosowane między innymi właśnie dlatego, że z biegiem czasu nie niszczy i nie ulega widocznym zmianom. Fasady szklane są łatwe do utrzymania czystości.

Należy pamiętać, aby wykonanie elewacji zlecić doświadczonym specjalistom, zwracającym uwagę na odpowiednie zamocowanie elewacji, uszczelnienie jej oraz uszczelnienie połączeń z sąsiadującymi elementami elewacji, ponieważ błędy na etapie montażu przeszklenia rzutują na

trwałość całej elewacji szklanej”, wspomina Paweł Kempski.

Łatwość w utrzymaniu czystości

Oszklenie oraz systemy konstrukcyjne fasad szklanych są łatwe w utrzymaniu czystości. Zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu, które wnikają w konstrukcje obiektów budowlanych, nie są w stanie przeniknąć do struktury szkła oraz metalowych elementów konstrukcyjnych. Dzięki temu utrzymanie fasad i elewacji szklanych w czystości jest niepomernie prostsze, szybsze i tańsze, niż fasad wykonywanych z innych materiałów budowlanych.

Izolacja akustyczna budynku

Fasady wykonywane z systemów oszkleń odznaczają się kolejną istotną zaletą wpływającą na komfort osób przebywających w budynkach – dobrą izolacyjnością akustyczną. Uszczelnione tafle szkła znacząco tłumią dźwięki pochodzące z zewnątrz. Możliwość zastosowania szkła dźwiękochłonnego dodatkowo redukuje widmo fal akustycznych przepuszczanych przez materiał. Stosowanie specjalistycznych szyb umożliwia uzyskanie współczynnika tłumienia hałasu R_w na poziomie powyżej 40 dB. Standardowe oszklenie może pochwalić się współczynnikiem tłumienia około 30 dB.

Szerokie możliwości doboru parametrów szyb umożliwiają optymalne dopasowanie izolacyjności akustycznej, termicznej, a także przepuszczalności świetlnej względem siebie, a także względem wymagań określonych na etapie projektowania fasad szklanych. Co więcej, manipulowanie izolacyjnością akustyczną nie wpływa w znaczący sposób na przepuszczalność światła dziennego.

II. Stosowane rozwiązania technologiczne

Typy szkła fasadowego

W nowoczesnych projektach architektonicznych zwykle wykorzystuje się trzy podstawowe rodzaje szyb do elewacji szklanych: szyby niskoemisyjne, klejone i przeciwśoneczne. Niemniej, poszczególnych wariantów szkła może być o wiele więcej, w zależności od specyfiki projektu oraz oferty firm realizujących fasady i elewacje szklane. Wybór materiałów dyktowany jest przede wszystkim zapewnieniem najlepszych możliwych parametrów, które wpłyną na funkcjonalność i cechy obiektu budowlanego.

Szkło niskoemisyjne odznacza się dużym współczynnikiem izolacji cieplnej uzyskiwanym kosztem redukcji współczynnika przepuszczalności świetlnej. Na ogół szkło niskoemisyjne odznacza się dwukrotnie mniejszym współczynnikiem izolacji cieplnej $U_{c_{max}}$ niż szyby wykonywane ze szkła o standardowych parametrach. Ponadto redukcja współczynnika przepuszczalności świetlnej zawiera się w granicach około 10%. Łączenie szkła niskoemisyjnego z szybami o standardowej przepuszczalności promieniowania słonecznego umożliwia tworzenie tzw. pułapki energetycznej stanowiącej dodatkowe, bierne źródło zachowania ciepła wewnątrz obiektu.

Szkło klejone stanowi wzmocnienie konstrukcji systemów elewacji i fasad szklanych. Ten rodzaj

szyb tworzony jest ze szkła hartowanego lub półhartowanego, a szyby klejone pełnią zwykle funkcje antywłamaniowe, kuloodporne lub inne, zapewniające bezpieczeństwo użytkownikom obiektu. Szyby klejone montuje się w przeszkleniach ukośnych i poziomych, a także drzwiach całokształnych.

Szyby przeciwsłoneczne doskonale chronią obiekt budowlany przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym stanowiącym zbyt wysoki zysk energetyczny. Obecnie miękką powłokę chroniącą przed promieniowaniem UV montuje się od strony komory międzyszybowej. Napylenie powłok przeciwsłonecznych na zewnętrzną warstwę szyb powodowało szybką jej degradację, a nawet korodowanie. Obecnie zaprzestaje się realizacji szyb przeciwsłonecznych z napyloną zewnętrzną warstwą chroniącą przed promieniowaniem UV.

Rozwiązania konstrukcyjne fasad i elewacji szklanych

Rodzaj konstrukcji, jaki należy zastosować, w dużej mierze związany jest z kubaturą obiektu. Przeszklenie wielkopowierzchniowych obiektów wymaga stosowania kompletnych systemów przeszkleń i konstrukcji wsporczych. Fasady szklane na małych powierzchniach można implementować na standardowych ramach okiennych i profilach metalowych.

Wróćmy jednak do fasad realizowanych na dużych powierzchniach. System konstrukcji wsporczych zapewniają zarówno prawidłowy montaż do konstrukcji budynku, jak i uszczelnienie szkła.

Montaż fasad szklanych do konstrukcji budynku

Podstawową funkcją fasad i elewacji szklanych jest funkcja osłonowo-ochronna. Takie realizacje wykonywane są poprzez montaż systemów przeszkleń do konstrukcji budynku. Uchwyty przykręcane do czoła belek podwalionowych, cokołów, wieńców i czoła stropów i montowane są do ściany za pomocą kotew rozporowych. Uchwyty łączone są aluminiowymi profilami konstrukcji wsporczej fasad szklanych. Wykorzystuje się uchwyty stałe i przesuwne względem ściany osłonowej.

Wspomaganie czyszczenia powierzchni przeszkleń

Działania mające na celu utrzymanie powierzchni fasad i elewacji szklanych opierają się na manualnym myciu szyb, wykorzystując techniki alpinistyczne lub za pomocą pomostów roboczych. Elewację szklaną mniejszych kubaturowo budynków można myć, np. korzystając ze wznwyżki.

Dzięki nowoczesnym technologiom wykorzystywanym przy realizacji fasad, możliwa jest znaczna redukcja kosztów i nakładów pracy związanych z myciem powierzchni szklanych. Poprzez napylenie pirolityczne materiałów o właściwościach hydrofilowych i fotokatalitycznych, specjalne warstwy napylane na elewacje szklane pod wpływem promieniowania UV są w stanie rozkładać cząsteczki zanieczyszczeń pojawiających się na powierzchni fasad i elewacji. Dzięki temu sflurowanie zanieczyszczeń jest o wiele prostsze i szybsze.

Podstawowe typy fasad szklanych

Wyróżnia się kilka podstawowych rodzajów fasad szklanych. Poniżej pokrótce omawiamy każdą z

nich.

Fasada typu „pozioma linia”

W konstrukcji fasady szklanej typu „pozioma linia” łatwo zaobserwować uwypuklenia konstrukcji w poziomie. Poziome mocowania dodatkowo podkreśla się elementami ozdobnymi. Pionowe mocowania w systemie fasad typu „pozioma linia” z reguły wykonywane są w kolorze szyb, w celu ich zamaskowania.

Fasada słupowo-ryglowa

System zbliżony konstrukcyjnie do fasad typu „pozioma linia”. Jest to najpopularniejsza forma fasad szklanych wykonywana w Polsce. Oszklenie montowane jest na pionowych słupach i poziomych ryglach. Zarówno słupy, jak i rygle są profilami o przekroju skrzynkowym. Oszklenie zwykle realizowane jest w formie zespolonych szyb, choć możemy spotkać się również z wypełnieniami warstwowymi.

Fasada strukturalna i semistrukturalna

Fasada strukturalna konstrukcyjnie stanowi fasadę słupowo-ryglową, z tą różnicą, że szyby zespolone przytwierdza się do elewacji budynku za pomocą kleju silikonowego. Systemy fasad strukturalnych nie posiadają widocznych elementów konstrukcyjnych na zewnętrznej warstwie elewacji, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie efektu jednolitego oszklenia obiektu budowlanego. Pomiędzy szybami stosuje się maskujące masy silikonowe lub uszczelki. Fasady strukturalne mogą być realizowane w systemach dwustronnych, czterostronnych, sworzniowych i systemach żeber szklanych.

Fasady semistrukturalne różnią się od strukturalnych wyłącznie sposobem montażu wypełnienia. Zamiast kleju konstrukcyjnego, oszklenie podtrzymywane jest za pomocą uchwytów mechanicznych.

Fasada zimno-ciepła

W tym rodzaju fasad spotykamy oszklenie odznaczające się wyższym współczynnikiem ciepła. Nazwa fasady związana jest z występowaniem pola zimnego oraz ciepłego. Polem zimnym nazywamy pasy międzyokienne, stanowiące ochronę przed czynnikami atmosferycznymi zarówno izolacji, jak i konstrukcji. Pole ciepłe natomiast to izolacja termiczna oszklenia, którą montuje się w otworach okiennych.

Fasada segmentowa

System składa się z prefabrykowanych, wstępnie zmontowanych modułów. Fasady segmentowe umożliwiają szybki montaż oszklenia na obiektach budowlanych o prostych, powtarzalnych geometriach konstrukcji.

Fasady mocowane punktowo

Ten rodzaj fasad opiera się na mocowaniu oszklenia łącznikami, które łączą konstrukcję wsporczą ze specjalnymi otworami w szybach. Konstrukcja wsporcza montowana jest natomiast do obiektu

budowlanego. System fasad mocowanych punktowo umożliwia tworzenie jednolitych powierzchni szklanych.

Czy istnieje najlepsza technologia realizowania fasad i elewacji szklanych?

Według eksperta z firmy Stefania nie można mówić o jedynej najlepszej technologii, która sprawdzi się w każdych warunkach.

„Wycenę elewacji szklanej można porównać do zakupu auta. Klienci bardzo często podchodzą do wykonawców z pytaniem o podanie ceny bardzo ogólnej koncepcji przeszklenia – podając markę pojazdu, nie podając już konkretnego modelu ani preferowanych dodatków.

Dobrym przykładem są elewacje szklane ze szkła profilowanego (dyli szklanych). Istnieją setki możliwych rodzajów wykonania takiej elewacji. Można zastosować szkło z podstawowej produkcji, o typowych wymiarach i fakturze powierzchni zewnętrznej, jednak dla wymagających można:

Poprawić współczynnik przenikania ciepła, przepuszczalności światła, promieniowania słonecznego oraz zacienienia. Wpłynąć na izolacyjność akustyczną, zastosować szkło wybielone, odżelazione, zastosować nietypową fakturę lub wymiary szkła, zdecydować się na szkło hartowane, matowione lub emaliowane, a także zastosować dedykowany system montażu, nawet po łuku. Wszystko to wpływa na cenę elewacji szklanej”, mówi Paweł Kempski.

III. Problemy i ograniczenia napotymane przy implementacji fasad i elewacji szklanych

Mimo wszechstronności nowoczesnych systemów montażu fasad i elewacji szklanych, zarówno na etapie projektowania, jak i montażu pojawiają się pewne ograniczenia technologiczne, którym sprostać muszą firmy realizujące systemy oszkleń na obiektach budowlanych.

Wymiary przeszkleń

Wedle Pawła Kempskiego z firmy Stefania, podstawowe ograniczenia dotyczą dopuszczalnych wymiarów przeszkleń. Wymiary szyb zależne są od sposobu ich montażu, użytej podkonstrukcji, a także obciążenia przeszklania spowodowanego działaniem wiatru. Determinuje to konieczność doboru przeszkleń do wielu czynników i zależności, co stanowi dodatkową komplikację procesu projektowania fasad szklanych.

Nierówna powierzchnia

Z innym, dużym problemem spotykamy się podczas montażu przeszkleń na nierównej konstrukcji obiektów budowlanych - „fasada szklana, jako element o wysokich walorach wizualnych, musi być wykonana bez widocznych okiem odchyłek w pionie i poziomie, co jest równoznaczne wyrównywaniu przez wykonawcę fasady szklanej nierówności na materiałach przylegających do wspomnianej elewacji”.

Fasady i elewacje szklane a temperatura w obiekcie budowlanym w okresie letnim

Na pytanie: jak montaż fasad szklanych przyczynia się do zmiany temperatury w budynku, Paweł

Kempski odpowiedział nam w następujący sposób.

„Fasady szklane wpływają na zmianę temperatury w obiekcie budowlanym w dwojaki sposób – poprzez przenikanie ciepła przez przegrodę oraz poprzez przepuszczanie energii promieniowania słonecznego. Dobranie pożądanej wartości wspomnianych parametrów zależy od projektanta, natomiast do pomysłodawcy systemu należy dobranie konkretnego rozwiązania spełniającego wymagania projektanta.

Ograniczenie przepuszczalności energii promieniowania słonecznego jest możliwe na wiele sposobów, przykładowo: zastosowanie zewnętrznych przesłon, matowienie szkła, zastosowanie odpowiednich powłok na szkło, barwienie szkła w masie lub emaliowanie szkła.

Mówiąc o termoizolacyjności fasad szklanych, tak jak i w przypadku przepuszczalności energii promieniowania słonecznego, możemy zastosować systemy przeszkleń o bardzo zróżnicowanych parametrach. Od stycznia 2017 roku w życie weszły nowe restrykcje odnośnie współczynnika przenikania ciepła. Zgodnie z zapisem Warunków Technicznych, dla okien i powierzchni przezroczystych nieotwieralnych, przy ogrzewanych pomieszczeniach, współczynnik przenikania ciepła U_{max} określany jest następującym wzorem: ($t_i \geq 16^\circ C$) $U_{max} \leq 1,1 W/m^2K$.

Przykładowo, stosując przeszklenie profilowe, można osiągnąć wartość od $U_g=2,8 W/m^2K$, nawet aż do parametru o wartości $U_g=0,63W/m^2K$ i lepszych”.

IV. Podsumowanie. Czy fasady i elewacje szklane to przyszłość budownictwa?

Ogromny potencjał, możliwości i wszechstronność elewacji szklanych powoduje, że inwestorzy coraz częściej implementują je w nowoczesnych projektach budowlanych. Systemy oszkleń upowszechniły się w budownictwie biurowym, jednak duża elastyczność fasad szklanych powoduje, że coraz częściej spotykamy te rozwiązania także w budownictwie mieszkalnym, przemysłowym i specjalistycznym.