KOROZJA BIOLOGICZNA WYPRAW ELEWACYJNYCH WYWOŁANA GLONAMI

Monika Dybowska-Józefiak[1]

1. WPROWADZENIE

Na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci na świecie zarysowała się potrzeba racjonalnego wykorzystania energii. Wedle zasad zrównoważonego rozwoju tendencja ta wynika z dwóch aspektów: środowiskowego i ekonomicznego. Budownictwo cechuje się dużym potencjałem ochrony klimatu. Wykazano, że znaczną gospodarność ekonomiczną można uzyskać wskutek stosowania energooszczędnych technologii budowlanych. Wiedza z zakresu energetyki i fizyki cieplnej budowli pozwoliła na określenie strategii rozwojowych obecnego świata techniki. W branży budowlanej realizacja strategii odbywa się przy znacznym udziale systemów izolacji termicznych. Niewątpliwie zaletą systemów ociepleniowych jest ich trwałość. Ciągłe dążenia naukowe do poprawienia ich izolacyjności i niezawodności skutkują tym, że systemy te stają się coraz lepsze. W pracy zdefiniowano czynniki determinujące walory estetyczne cienkowarstwowych wypraw tynkarskich ścian zewnętrznych ocieplonych z wykorzystaniem metody BSO – Bezspoinowego Systemu Ocieplania.

Tematyka pracy dotyczy zagadnień korozji biologicznej ścian zewnętrznych i koncentruje się na ocenie stopnia skażenia i degradacji materiałów na skutek działania glonów aerofitycznych – grupy glonów rosnących na przedmiotach znajdujących się ponad powierzchnią ziemi. Podobnie jak glony naskalne, glony występujące na tynkach budynków mieszkalnych, tzw. litofity, pozyskują składniki mineralne z atmosfery, opadów atmosferycznych i pyłów oraz kurzów. Zdolne są do asymilowania azotu pochodzącego z atmosfery. Praca dotyczy korozji wypraw elewacyjnych w postaci tynków cienkowarstwowych. Rozwój metodyki badawczej w tej dziedzinie ma istotne znaczenie zarówno teoretyczne, jak i praktyczne, gdyż na tej podstawie można udoskonalić diagnostykę, zapobieganie i usuwanie skutków działania glonów aerofitycznych na elewacjach.

Trwałość obiektów budowlanych zależy od wielu czynników, z których podstawowym jest wytrzymałość materiałów. Materiały wykorzystywane do wznoszenia budowli w określonych warunkach są narażone na szkodliwe działanie czynników zewnętrznych i wewnętrznych. Zanieczyszczenia środowiska i zmiany klimatyczne (np. wilgotne i ciepłe zimy, kwaśne deszcze) mają coraz większy wpływ na występowanie korozji biologicznej, której skutki można zauważyć na elewacjach budynków. Poprzez zjawisko to należy rozumieć różne formy niszczenia zewnętrznych fasad budynku, wywołane działaniem żywych organizmów, takich jak glony.

W ciągu ostatnich lat można zauważyć zaostrzenie wymagań cieplno-wilgotnościowych. Wszystkie nowo wprowadzane przepisy prawne charakteryzują się bardziej rygorystycznymi warunkami; jest to uwarunkowane Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 roku w sprawie charakterystyki energe-

[1] Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: Monika.Dybowska@utp.edu.pl

tycznej budynków, która zobowiązuje państwa członkowskie do doprowadzenia do tego, aby od początku 2021 roku wszystkie nowo powstające budynki były obiektami „o niemal zerowym zużyciu energii". Zgodnie z rozporządzeniem [Hoła i Książek 2009] wprowadzono stopniowe zaostrzanie wymagań w zakresie wartości granicznych współczynnika Uc(max) [W/(m²·K)]. Większość dotychczas wzniesionych budynków nie odpowiada nowym wymaganiom termoizolacyjności. Dalsze podwyższenie wymagań w tym zakresie uczyniło dawne rozwiązania przegród zewnętrznych sprzecznymi z założeniem efektywności energetycznej.

Technologia ociepleń budynków mieszkalnych pojawiła się w latach siedemdziesiątych XX w. i była umotywowana chęcią zaspokojenia wyższych wymagań w zakresie termoizolacyjności przegród zewnętrznych. Główną przyczyną podjęcia tematu było odejście od znanych i stosowanych technologii wznoszenia budynków mieszkalnych oraz istotna zmiana sposobu ich ogrzewania. Lata 80. ub.w. to znaczące zmiany w podejściu do ochrony cieplnej i oszczędności energii cieplnej w budownictwie. Wprowadzona zostaje norma PN-82/B-02020, w której zawarto konkretne wymagania projektowe dotyczące współczynnika przenikania ciepła U. Stosowane techniki – metoda mokra ciężka (obserwacje tych ociepleń potwierdziły ich trwałość) – były pracochłonne i materiałochłonne, ewoluowały w kierunku rozwiązań ociepleń z wykorzystaniem metod lekkich mokrych, obecnie dominujących. Lata 80. to wprowadzenie na szeroką skalę metody lekkiej suchej z okładziną elewacyjną z płyt płaskich mocowanych do łat drewnianych oraz okładziną z blachy stalowej trapezowej zamocowanej na ruszcie stalowym ocynkowanym. Obie metody były szeroko stosowane głównie w odniesieniu do budynków wielkopłytowych, w których konieczne było neutralizowanie tzw. wad technologicznych. W latach 90. nastąpił powrót do metody lekkiej mokrej w różnych odmianach, których nazwy zwyczajowo pochodzą od nazwy firmy opracowującej technologię.

Obecnie jest stosowanych kilkadziesiąt różnych systemów ociepleń przegród zewnętrznych znanych jako BSO (bezspoinowy system ocieplenia). Kilkanaście lat eksploatacji różnych systemów ocieplenia przyniosło wiele nie najlepszych doświadczeń. Pojawiające się uszkodzenia systemów BSO były szeroko opisywane i dokumentowane, co zaskutkowało wydaniem w 2006 roku instrukcji ITB [Instrukcja…]. System ten obecnie przybrał nową nazwę ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*), co można w wolnym tłumaczeniu odczytać jako zewnętrzny złożony system izolacji cieplnej. Wprowadzono istotne zmiany ważnych aspektów w zakresie projektowania w odniesieniu do BSO.

W celu zmniejszenia zagrożenia spowodowanego występowaniem glonów na elewacjach budynków mieszkalnych potrzebne jest m.in. dokładne poznanie i zbadanie odporności materiałów budowlanych i systemów elewacyjnych na działanie glonów. Udział korozji biologicznej w degradacji materiałów jest coraz większy. Ochrona przed zagrożeniami biologicznymi obiektów budowlanych należy do trudnych zagadnień ze względu na interdyscyplinarny charakter problemu, który łączy elementy wiedzy biologicznej i technicznej.

2. PRZYCZYNY WYSTĘPOWANIA GLONÓW

W pracy przedstawiono w formie materiału zdjęciowego, opisowego i analiz dokumentacji zniszczone elewacje dla dużej i reprezentatywnej grupy obiektów.

Wszystkie organizmy żywe, a więc i glony, potrzebują do wzrostu następujących warunków:

- podwyższonej wilgotności,
- podłoża zawierającego węgiel, azot, fosfor i wiele innych pierwiastków,
- umiarkowanej temperatury,
- odczynu pH zbliżonego do wartości obojętnej.

Glony należą do grupy roślin jednokomórkowych i wielokomórkowych, zamieszkujących środowisko wodne i lądowe. Grupą glonów rosnących na przedmiotach znajdujących się ponad powierzchnią ziemi są aerofity. Podobnie jak glony naskalne glony występujące na tynkach budynków mieszkalnych, tzw. litofity, pozyskują składniki mineralne z atmosfery, opadów atmosferycznych i pyłów oraz kurzów. Mają zdolność do asymilowania azotu pochodzącego z atmosfery. Glony cechuje dość duża odporność na zmienność warunków środowiskowych, są przystosowane do wytrzymywania dłuższych okresów suszy i upałów. Glony aerofityczne znajdują dobre warunki do rozwoju szczególnie w pobliżu parków zieleni, zadrzewień i zbiorników wodnych, gdzie wilgotność powietrza jest większa niż na otwartej przestrzeni [Kawecka i Eloranta 1994, Dylla i Wernerowska-Frąckiewicz 2002, Hoła i Książek 2009]. Samo skażenie mikrobiologiczne często występuje w miejscach, w których pojawiają się błędy wykonawcze lub zauważalne są np. nieszczelne pokrycia dachowe, rynny lub rury spustowe. Duże znaczenie ma również wykorzystanie niskiej jakości materiałów budowlanych. Jednym z warunków umożliwiających rozwój grzybów i pleśni jest porowatość powierzchni fasad, dzięki której porosty łatwiej się przyczepiają oraz gromadzą się kurz i brud stanowiące pożywkę dla zarodników, szczególnie od strony północnej. Większość tynków stosowanych na elewacjach daje strukturę, której powierzchnia po związaniu spełnia wymienione warunki. Dodatkowo korozja mikrobiologiczna jest w znacznym stopniu konsekwencją jakości spoiwa używanego w produkcji tynku i stopnia elektrostatyczności gotowej powłoki na elewacji.

Glony aerofityczne rozkładające materiały budowlane coraz częściej spotykane są w nowych budynkach mieszkalnych, nawet już w pierwszych latach użytkowania budynków. Związane jest to z licznymi błędami popełnionymi na etapie projektowania budynków, wykonawstwa, niewłaściwym użytkowaniem i niewłaściwym doborem materiałów budowlanych oraz systemów budowlanych i wykończeniowych.

W celu zmniejszenia zagrożenia spowodowanego występowaniem glonów na elewacjach budynków mieszkalnych potrzebne jest m.in. dokładne poznanie i zbadanie odporności materiałów budowlanych i systemów elewacyjnych na działanie glonów.

Współcześnie, przy uwzględnieniu dość szybkich zmian surowcowych, materiałowych i technologicznych zachodzi konieczność określenia podstawowych parametrów charakteryzujących podatność materiałów budowlanych oraz systemów budowlanych i wykończeniowych stosowanych w budownictwie na deprecjację i degradację mikrobiologiczną.

3. OCHRONA PRZED SKUTKAMI KOROZJI MIKROBIOLOGICZNEJ

W celu zapobiegania korozji mikrobiologicznej na elewacjach warto stosować materiały, które przeciwdziałają rozwojowi mikroorganizmów na powierzchni fasady. Gotowe do użycia tynki i farby, a szczególnie te zawierające żywice organiczne, stanowią już w postaci mokrej doskonałą pożywkę dla pleśni i grzybów. Należy stosować

materiały wykończeniowe, które już na etapie ich produkcji wyposażane są w wysokiej jakości spoiwa pod względem właściwości mechanicznych charakteryzujące się niską elektrostatycznością. Dodatkowo obecność specjalnych substancji czynnych pozwala neutralizować pojawiające się zarodniki mikroorganizmów i zapobiega w ten sposób korozji biologicznej wszędzie tam, gdzie może ona wystąpić.

Zapobieganie porastaniu elewacji przez glony polega głównie na działaniach eliminujących potencjalne źródła zawilgocenia zarówno na etapie projektowania, wykonawstwa, jak i eksploatacji budynku. Skażeniu mikrobiologicznemu elewacji można w znacznym stopniu zapobiec już na etapie projektowania budynku poprzez dobranie odpowiednich rozwiązań technicznych, zapewniających m.in. właściwą izolację fundamentów czy uszczelnienie połączenia obróbek blacharskich z ociepleniem, jak również drenaż wokół budynku. Odwodnienie przyda się wszędzie tam, gdzie woda z deszczu lub roztopów bardzo powoli wsiąka w ziemię, powodując zawilgocenie ścian fundamentowych budynku. Równie ważnym czynnikiem jest dobranie wysokiej jakości materiałów, ograniczających długotrwałe zawilgocenie i pozwalających na szybkie wysychanie elewacji po deszczu. Jeżeli jeden z powyższych czynników jest nieskuteczny, to elewacje budynków zaczynają być porastane przez glony. W celu ich likwidacji wymaga się ścisłej współpracy eksperta budowlanego z mykologiem.

4. STAN BADAŃ I ANALIZA PROBLEMU

Rozwój technologii ociepleń budynków mieszkalnych był spowodowany gwałtowną potrzebą neutralizacji wad technologicznych ujawniających się w budownictwie wielkopłytowym, a przy okazji chęcią zaspokojenia wyższych wymagań termoizolacyjnych w odniesieniu do przegród zewnętrznych. Badania prowadzone w różnych ośrodkach naukowych w kraju na przestrzeni trzydziestu lat ujawniły szereg mankamentów związanych z istotą technologii ociepleń metodą BSO, szczególnie w aspekcie trwałości [Karyś i in. 2004].

Analiza symulacyjna stanu wilgotnościowego wybranych przegród zewnętrznych, na który wpływa wiele zmiennych w czasie czynników, pozwoliła na zdefiniowanie zaawansowanych modeli transportu wilgoci i energii w przegrodach budowlanych. Ruch ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych jest jednym z fundamentalnych zagadnień fizyki budowli. Ich analiza jest istotnym problemem inżynierskim, gdyż znacząca ilość wilgoci w przegrodach budowlanych, tj. dla większości przypadków ponad 4% ich masy, ma negatywny wpływ na ich izolacyjność cieplną oraz trwałość. W przypadku materiałów pochodzenia roślinnego wzrost wilgoci prowadzi do korozji biologicznej, a w materiałach mineralnych o budowie porowatej powiększenie objętości wody przy przechodzeniu w lód, zwłaszcza przy powtarzalności cyklu zamrażania i rozmrażania, powoduje uszkodzenia struktury.

Analiza tematyki korozji biologicznej ścian wykonanych tą techniką obejmuje następujące badania:

- ujawnienie i przedstawienie w postaci materiału zdjęciowego, opisowego i analiz dokumentacji zniszczonych elewacji,
- uchwycenie ilościowe zjawiska dla dużej i reprezentatywnej grupy obiektów,
- gruntowna analiza techniczna w zakresie fizykalnym i biologicznym stosowanych rozwiązań,
- ocena techniczna stosowanych materiałów wykończeniowych,

– wskazanie i szczegółowe uzasadnienie proponowanych zmian technologicznych i materiałowych.

Omawiane metody ociepleń stały się techniką budowlaną typowych ścian dwuwarstwowych budynków budownictwa powszechnego i wykorzystywane są w przeważającej ilości projektów aktualnie wykonywanych w kraju. Tym większa potrzeba prowadzenia kompleksowych badań nad tym problemem i większa odpowiedzialność badających za formułowane wnioski.

5. PREZENTACJA DOKUMENTACJI FOTOGRAFICZNEJ Z OSTATNICH OBSERWACJI I BADAŃ

Poczynione w ostatnim roku obserwacje przyniosły obfity materiał ilustracyjny. Badaniem objęto 34 budynki – wszystkie obiekty zlokalizowane były w Bydgoszczy, Toruniu i ich okolicach. Wszystkie rozpatrywane obiekty były ocieplone czy też termomodernizowanie w 80% za pomocą metody BSO. W pracy zamieszczono wybrane fotografie charakterystycznych mankamentów wybranych budynków (rys. 1-3).

Zgromadzony materiał pozwolił na sprecyzowanie kilku tez zaprezentowanych w podsumowaniu, stanowiących rozwinięcie wcześniej przedstawionych poglądów autorki.

Rys. 1. Porastanie elewacji glonami na jasnej elewacji (fot. autor)

– wskazanie i szczegółowe uzasadnienie proponowanych zmian technologicznych i materiałowych.

Omawiane metody ociepleń stały się techniką budowlaną typowych ścian dwuwarstwowych budynków budownictwa powszechnego i wykorzystywane są w przeważającej ilości projektów aktualnie wykonywanych w kraju. Tym większa potrzeba prowadzenia kompleksowych badań nad tym problemem i większa odpowiedzialność badających za formułowane wnioski.

5. PREZENTACJA DOKUMENTACJI FOTOGRAFICZNEJ Z OSTATNICH OBSERWACJI I BADAŃ

Poczynione w ostatnim roku obserwacje przyniosły obfity materiał ilustracyjny. Badaniem objęto 34 budynki – wszystkie obiekty zlokalizowane były w Bydgoszczy, Toruniu i ich okolicach. Wszystkie rozpatrywane obiekty były ocieplone czy też termomodernizowanie w 80% za pomocą metody BSO. W pracy zamieszczono wybrane fotografie charakterystycznych mankamentów wybranych budynków (rys. 1-3).

Zgromadzony materiał pozwolił na sprecyzowanie kilku tez zaprezentowanych w podsumowaniu, stanowiących rozwinięcie wcześniej przedstawionych poglądów autorki.

Rys. 1. Porastanie elewacji glonami (fot. autor)

Rys. 2. Elewacja z glonami – budynek w miejscowości Lichnowy (fot. autor)

Rys. 3. Budynek ocieplony 10 lat temu, widok ściany wschodniej, w okolicy gęste zalesienie – budynek znajduje się w Bydgoszczy (fot. autor)

6. WSTĘPNE WNIOSKI PRZED ROZPOCZĘCIEM BADAŃ WŁASNYCH

Obserwacja elewacji ocieplonych metodą BSO z użyciem styropianu pozwala na stwierdzenie, że glony porastają głównie elewacje północne oraz zacienione elewacje boczne wschodnie i zachodnie (rys. 4). Zmiana kolorystyki elewacji z jasnej na ciemniejszą zmniejsza procent odbicia promieni słonecznych, a tym samym powoduje zwiększoną absorpcję promieni słonecznych i podwyższenie temperatury podłoża, co sprzyja rozwojowi glonów (rys. 6). Elewacje malowane farbami o ciemniejszej barwie są pokryte w znacznie większym procencie aerofitami niż elewacje malowane jasnymi barwami.

Pojawienie się pasów zieleni może wskazać miejsca występowania niektórych mostków termicznych w przegrodach. Na rysunku 5 można zauważyć ciemne pasy przebiegające na wysokości połączenia płyt stropowych ze ścianą zewnętrzną.

Dodatkowym problemem są nierówności elewacji tworzące wybrzuszenia, na których gromadzi się pył i kurz oraz woda deszczowa. Zdjęcia wykonane w deszczu przedstawiają mokre pasy nierównej elewacji. Na tych płaszczyznach porastają też glony (rys. 6).

Mankamenty systemów ociepleń mają swoje podstawowe źródło w jakości procesu budowlanego, zazwyczaj stosuje się zbyt słabą i cienką warstwę tynków zewnętrznych, podatną na różnorodne uszkodzenia powierzchni.

Zwiększająca się liczba informacji, jak również wydłużający się czas od pierwszych realizacji metod BSO pozwalają na dokumentowanie pojawiających się zastrzeżeń (rys. 7 i 8). Nasilenie się rejestrowanych wad technologicznych, ich różnorodność i powtarzalność w wielu miejscach nasuwają wniosek o słabej trwałości technicznej termomodernizowanych przegród zewnętrznych osłoniętych tynkiem cienkowarstwowym.

Rys. 4. Budynek zlokalizowany w Bydgoszczy, zbudowany w 2013 roku (fot. autor)

Rys. 5. Ciemne pasy aerofitów w miejscach mostków termicznych (fot. autor)

Rys. 6. Intensywny rozwój glonów na elewacji o ciemniejszej barwie
– budynek zlokalizowany w Toruniu (fot. autor)

Rys. 7. Rozwój glonów na elewacji budynku przy ul. Kołłątaja w Toruniu (fot. autor)

Rys. 8. Glony na ścianie północnej z widocznym zagęszczeniem przy rurze spustowej
– budynek przy ul. Mohna 2 w Toruniu (fot. autor)

7. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone obserwacje pozwoliły na dokładne poznanie czynników wpływających na walory estetyczne systemów elewacyjnych. Współcześnie, przy uwzględnieniu dość szybkich zmian surowcowych, materiałowych i technologicznych zachodzi konieczność określenia podstawowych parametrów charakteryzujących podatność materiałów budowlanych oraz systemów budowlanych i wykończeniowych stosowanych w budownictwie na ich degradację. Przyczyny korozji biologicznej wypraw tynkarskich można podzielić na materiałowe i środowiskowe:

I) materiałowe:
- rodzaj, faktura i kolor tynku,
- porowatość i nierówność tynku,
- rodzaj materiału izolacyjnego i jego paroprzepuszczalność;

II) środowiskowe:
- wysoka temperatura i wilgotność powietrza,
- czas i proces zanieczyszczenia powierzchni zewnętrznej.

Niezbędne jest przeprowadzenie badań laboratoryjnych, jak również terenowych w celu określenia obniżenia rzeczywistej trwałości tynków termoizolowanych ścian zewnętrznych. Analizy mają na celu określenie zależności między składem chemicznym tynku a jego podatnością na rozwój glonów na powierzchni fasady. Rezultaty badań oraz ich analiza zostaną przedstawione w kolejnych publikacjach.

LITERATURA

Dylla A., Wernerowska-Frąckiewicz Z., 2002. Trwałość ścian zewnętrznych z termoizolatorem styropianowym. Konferencja Nauk Technicznych Kontra, Warszawa – Zakopane.

Hoła J., Książek M., 2009. Research on usability of sulphur polymer composite for corrosion protection of reinforcing steel in concrete. Arch. Civil Mech. Eng. 9(1), 47-59.

Instrukcja ITB 422/2006: Warunki techniczne wykonania i obioru robót budowlanych, część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 7: Izolacje cieplne. Warszawa.

Karyś J., Kobiela S., Książek M., 2004. Stosowanie środków biochronnych i ogniochronnych w świetle obowiązujących przepisów prawnych i norm oraz przegląd aktualnych, dopuszczonych do stosowania środków ochronnych drewna. IV Warsztaty Rzeczoznawcy Mykologiczno-Budowlanego, Wrocław-Święta Katarzyna, 31-36.

Kawecka B., Eloranta P.V., 1994. Zarys ekologii wód słodkich środowisk lądowych. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.

Książek M., 2007. Zacieki i pleśń – skutki wadliwej izolacji wodochronnej. Inż. Bud. 63(3), 54-57.

PN-82/B-02020: Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia.