

1. Wiadomości podstawowe

1.1. Procesy wietrzenia mineralnych materiałów budowlanych

Chociaż tematyka soli i wody w budownictwie jest już od dziesięcioleci intensywnie dyskutowana, to jednak ciągle pokutuje wiele fałszywych wyobrażeń o przyczynach obecności szkodliwych soli i ich wpływie na nasze budynki – nie tylko wśród firm wykonawczych, ale również wśród architektów i inżynierów. Zasadniczymi przyczynami wietrzenia porowatych, mineralnych materiałów budowlanych – w szczególności kamienia naturalnego – są relatywnie częste opady i sezonowe zmiany temperatur związane z porami roku w naszej strefie klimatycznej. To one są przyczyną intensywnego „nanoszenia” wody i szkodliwych substancji, jak również uszkodzeń powodowanych przez mróz (odpryski, rozsadzanie).

Wraz z uprzemysłowieniem, które rozpoczęło się w drugiej połowie XIX w. i było związane ze zwiększaniem się spalania kopalnych źródeł energii, stale postępował wzrost zawartości dwutlenku węgla w atmosferze. Dwutlenek węgla łączy się z wodą tworząc kwas węglowy, który bezpośrednio, np. z deszczem, albo za pośrednictwem podłoża wnika do materiału budowlanego. Na to zjawisko narażone są przede wszystkim porowate kamienie naturalne. Odpowiednio do chemicznego (względnie mineralogicznego) składu zachodzą w kamieniu procesy wylugowywania, przemieszczania, tworzenia i krystalizacji soli. Ten stały dopływ szkodliwych substancji, w tym przede wszystkim kwasów, powstawanie z nich soli, prowadzi w oczywisty sposób do tego, że kamień naturalny na i pod powierzchnią w stosunkowo krótkim czasie zostaje rozłożony. Ten szkodliwy potencjał tworzą wykrystalizowujące i ulegające wzbogaceniu w strefie wyparowywania sole. Wnikająca wilgoć rozpuszcza sole, a rozpuszczalność ta stanowi tu decydujące kryterium ich szkodliwości i transportuje je poprzez kapilary w porowatej strukturze kamienia naturalnego. Przy wysychaniu gromadzą się one znów pod powierzchnią, co prowadzi do stopniowego i, jak mogłoby się wydawać, zupełnie pozbawionego przyczyny zniszczenia jego struktury (fot. 1.1. i 1.2.).



Fot. 1.1.



Fot. 1.2.

Kwas węglowy, choć jest z chemicznego punktu widzenia słabym kwasem, a jego stężenie jest porównywalne ze stężeniem w winie, albo w gazowanej wodzie mineralnej, ma w szczególności wobec wapienia właściwość rozpuszczającą. Jeśli mamy do czynienia ze zwartymi wapieniami, jak np. marmur, poziom wypłukiwania jest niewielki. W przypadku porowatego tufu (wapiennego) będzie natomiast bardzo wysoki. Jeszcze w ubiegłym stuleciu wietrzenie przyspieszało wręcz reakcje wiązania, tzn. twardnienia na skutek karbonatyzacji tynków wapiennych, która zachodziła w wyniku powtórzenia rekrystalizacji wapiennego spoiwa. Spoiwo stawało się coraz twardsze

i bardziej zwarte – w miarę ciągłego wzrostu jego struktury krystalicznej. Zmiana nastąpiła wraz z szerszym zastosowaniem bogatych w siarkę kopalnych źródeł energii (paliw kopalnych). Siarka utlenia się tworząc dwutlenek siarki, na skutek czego powstaje kwas siarkawy, a w końcu siarkowy, który należy do silnych, agresywnych kwasów, powodujących rozpuszczanie materiałów budowlanych.

Istotnym składnikiem powietrza atmosferycznego jest też azot, który przez długi czas nie był przyczyną żadnych problemów, jako że procesy spalania paliw kopalnych przebiegały w temperaturach umożliwiających wytwarzanie się tylko niewielkich ilości tlenków azotu. Uległo to jednak zmianie wraz ze zwiększeniem temperatur spalania w elektrowniach i wskutek zwiększenia udziału silników Diesla, charakteryzujących się większą sprawnością. Wraz ze wzrostem ruchu pojazdów w Europie wzrasta też zawartość tlenków azotu w powietrzu. Część tlenków azotu reaguje ze składnikami procesu spalania paliw kopalnych tworząc kwasy.

1.2. Wpływ kwasów na materiały budowlane

Wnikanie kwasów w materiały budowlane skutkuje powstawaniem soli. Zachodzenie takich reakcji, przykładowo w tynkach, jest jednoznacznie sprawdzalne. Wapno jako spoiwo tworzy się w dużych ilościach w tynkach wapiennych albo cementowo-wapiennych, gdy zawarty w betonie cement hydratyzuje. Z tego też powodu jest on w aż tak wysokim stopniu alkaliczny. Wapno i kwas siarkowy tworzą natomiast inny związek, który również znajduje zastosowanie w budownictwie – gips. Gips w porównaniu do wapna łatwiej rozpuszcza się w wodzie, co oznacza zachodzące w znacznie większym stopniu procesy wypłukiwania. Wapienne spoiwo zostaje w ten sposób usunięte (wyługowane) z materiałów budowlanych.

Jeśli działania zmierzające do redukcji tlenków siarki w powietrzu przyniosą w ciągu najbliższych lat efekty, znacząco zredukowane będą także szkody wyrządzane przez kwas siarkowy. Problemатyczne nadal pozostaną natomiast związki azotu, o wzorze chemicznym NO_x , w przypadku których należy liczyć się nawet ze wzrostem ich zawartości w powietrzu. Z wapnia i kwasu azotowego powstaje azotan wapnia – sól bardzo łatwo rozpuszczalna, agresywna i przyspieszająca procesy wyługowywania materiałów budowlanych.

Obecność soli w materiale budowlanym

Reakcje chemiczne w warstwach powierzchniowych materiałów budowlanych zachodzą w sposób ciągły. Przykładowo: już tylko wskutek zmian temperatury następują zmiany względnej wilgotności powietrza. Podwyższenie względnej wilgotności oznacza rozpuszczanie



Fot. 1.3.

soli i tworzenie roztworu. Gdy tylko wilgoć znów wyparuje, rozpuszczone sole ponownie ulegają krystalizacji. W ten właśnie sposób w porowatej strukturze tynku sole znajdują się w ciągłym procesie przemian chemicznych i powodują przez to proces wietrzenia (fot. 1.3.).

Krystalizacja i hydratacja soli

W szczególności w przypadku budynków z widocznie podciąganą kapilarnie wodą, w sferze cokołu można obserwować w okresie lata procesy osuszania, których konsekwencją jest tworzenie się na ich powierzchni kryształów soli. To pozwala wyciągać wnioski co do istnienia w strukturze tynku lub też muru odpowiednich ciśnień krystalizacyjnych, które nie pozostają bez konsekwencji. Trudno je wprawdzie dokładnie zmierzyć, jednakże istnieje cały szereg termodynamicznych wyliczeń szacunkowych: gdy krystalizuje się gips, może wytworzyć się przy odpowiedniej koncentracji ciśnienie do 28 MPa¹. Jeśli weźmiemy pod uwagę obecnie używaną zaprawę murarską, z wytrzymałością na ściskanie rzędu 4 MPa, nie może dziwić, że przy odpowiednim wysokim stężeniu gipsu, jego kryształy bez większego problemu mogą zniszczyć powierzchnię tynku. W przypadku siarczanu magnezu albo węglanu sodu ciśnienie krystalizacyjne jest tylko nieco niższe. Problemy sprawia również obecność chlorku sodu, który stosowany jest w dużych ilościach w okresie zimowym do posypywania ulic. W obrębie miejscowości można stwierdzić zwiększone stężenie chlorków po obu stronach dróg, jak również na fasadach budynków. Chlorek sodu jest jedną z najbardziej agresywnych, w omawianym tutaj zakresie, soli (fot. 1.4.).

Analogicznie do ciśnienia krystalizacyjnego – w przypadku określonych kwasów tworzących związki soli istnieje ciśnienie hydratacyjne. W przypadku gipsu może ono osiągnąć ponad 200 MPa. A ciśnieniu o takich wartościach, jeśli rozwinie się ono w jego strukturze, nie jest w stanie oprzeć się żaden mineralny materiał budowlany. To prowadzi nieuchronnie do powstawania uszkodzeń w postaci odprysków, rozsadzania itp. Ciśnienie hydratacyjne powstaje wskutek zmieniającego się udziału wody krystalizacyjnej, a zjawisko to dotyczy w szczególności soli kwasu siarkowego. Niestety w ostatnich dziesięcioleciach miał miejsce przyrost ilości siarczanów

¹ W oryginale autor posługuje się w tym miejscu jednostką „N/mm²”. Jednak w dalszych rozważaniach stosuje już „Pa”, a więc podstawową jednostkę ciśnienia wg układu SI: 1 N/m² = 1 Pa – przyp. tłum.



Fot. 1.4.