
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 8

ISSN 1899-3230

Rok IV

Warszawa–Opole 2011

MICHAŁ WIECZOREK*
PAWEŁ PICHNIARCZYK**

Mechanizmy destrukcji tynków gipsowych

Wpływ na przyczepność gipsowych wypraw tynkarskich do podłoża betonowego mają zarówno procesy fizyczne i chemiczne zachodzące na styku gips–beton, jak i wewnątrz warstwy tynku gipsowego. Z przeprowadzonych przez Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych licznych ekspertyz i badań wynika, że zazwyczaj awarie budowlane spowodowane są błędnym wykonawstwem, rzadziej złą jakością tynku gipsowego. W pracy omówiono mechanizmy powodujące spadek lub zupełną utratę wytrzymałości tynków gipsowych. Do najczęściej spotykanych należy zaliczyć procesy karbonatyzacji, powstawania faz ekspansywnych, rekrytalizacji i uwadniania.

1. Wprowadzenie

Gipsowe wyprawy tynkarskie znalazły szerokie uznanie dzięki szybkości wykonywania, jakości uzyskiwanej powierzchni oraz specyficznym właściwościom gipsu, pozwalającym na utrzymanie w pomieszczeniach korzystnych warunków mikroklimatycznych. Niestety, czasami zdarzają się awarie budowlane, które polegają na odspajaniu, a nawet odpadaniu dużych połąci tynków zwłaszcza od powierzchni betonowych, powstawaniu odprysków i płam. Z przeprowadzonych przez Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych licznych ekspertyz [1–16] i badań [17] wynika, że zazwyczaj awarie te spowodowane były błędnym wykonawstwem, a nie złą jakością tynku gipsowego.

Przykłady zaistniałych awarii związanych z odpadaniem tynków przedstawiono na rycinach poniżej.

* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

** Dr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.



Źródło: Archiwum Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

Ryc. 1. Przykłady odpadającego tynku ze stropów budynków mieszkalnych

Parametrem decydującym o trwałości powłok gipsowych na podłożach betonowych jest przyczepność. Na jej wartość wpływają dwie składowe: przyczepność mechaniczna i chemiczna [18].

Przyczepność mechaniczna polega na wzajemnym zazębieniu i zakotwiczeniu dwóch ciał stałych. Zakłada ona, że w stosunku do tynku podłoże jest szorstkie, a materiał wiążący wypełnia te nierówności w trakcie nakładania tynku i dodatkowo w okresie krystalizacji gipsu, gdyż, jak wiadomo, duże kryształy narastają przede wszystkim w porach i kawernach.

Przyczepność typu chemicznego polega na występowaniu m.in. oddziaływań jonowych i międzycząsteczkowych między atomami i cząsteczkami podłoża i tynku. Szczególnie należy brać pod uwagę siły wiązań van der Waalsa, lecz nie można wykluczyć także pewnego udziału wiązań chemicznych.

Przyczepność tynku gipsowego zależy w głównej mierze od rodzaju podłoża. Bardzo ważne jest, aby tynk podczas wiązania i twardnienia na ścianie lub suficie nie został zbyt szybko pozbawiony wody w wyniku dużej chłonności podłoża, a także, by zbyt gładkie i mało porowate podłoże o małej nasiąkliwości nie było przyczyną „odparzenia” tynku. Pod tym względem podłoża dzieli się na: chłonne, np. gazobeton, średniochłonne, np. cegła ceramiczna i silikatowa i niechłonne lub gładkie, np. beton [17].

Tynki gipsowe mogą być nakładane na wszystkie powszechnie występujące podłoża budowlane, jednak należy dostosować do ich własności technikę wykonania tynków; przede wszystkim sposób przygotowania podłoża.

2. Przyczyny braku trwałości tynków gipsowych na podłożach betonowych

Istnieje wiele czynników, które mogą powodować odpadanie tynków gipsowych od podłoża betonowych [17]. Rozpatrując zagadnienia związane z wykonawstwem, bezpośrednią przyczyną mogą być następujące błędy:

- **Niewłaściwe przygotowanie podłoża betonowego** – powierzchnia zapylona, zabrudzona smarami technologicznymi, bardzo gładka lub nieoczyszczona ze środków antyadhezyjnych.
- **Tynkowanie mokrego betonu** – duża wilgotność powierzchni betonu, poza brakiem nasiąkliwości, powoduje dodatkowe niebezpieczeństwo pogorszenia przyczepności tynku w związku z lokalnym nadmiarem wody. Stwarza to warstwę o zwiększonej porowatości między betonem i tynkiem gipsowym, zmniejszającą drastycznie zazębienie obu materiałów.
- **Brak lub niewłaściwy środek gruntujący** – podstawową zasadą prowadzenia robót tynkarskich z zastosowaniem zapraw gipsowych jest stosowanie odpowiednio dobranych środków gruntujących. Gruntowanie ma na celu obniżenie nasiąkliwości i wzmocnienie powierzchni podłoża oraz zwiększenie przyczepności do zapraw, a w przypadku podłoża betonowych stworzenie nieprzepuszczalnej dla jonów warstwy pomiędzy podłożem i zaprawą.
- **Zanik przyczepności** – cechą zasadniczą środków gruntujących zastosowanych do mostkowania (tj. łączenia warstwy podłoża i tynku) musi być dobra przyczepność oraz odporność na środowisko alkaliczne. Jest to związane z tym, że przeważająca większość podłoży, a także często same zaprawy tynkarskie, wykazują odczyn silnie alkaliczny (pH ok. 12). W przypadku użycia środka mało odpornego na środowisko zasadowe może to spowodować uszkodzenie warstwy gruntującej, a w konsekwencji zanik jej przyczepności.

Bezpośrednio z powstawaniem naprężeń rozrywających na granicy beton–tynk związane są procesy zachodzące w czasie twardnienia, schnięcia i starzenia się zapraw. Powstają wówczas naprężenia wywołane zarówno zmianami liniowymi, jak również krystalizacją nowych związków chemicznych.

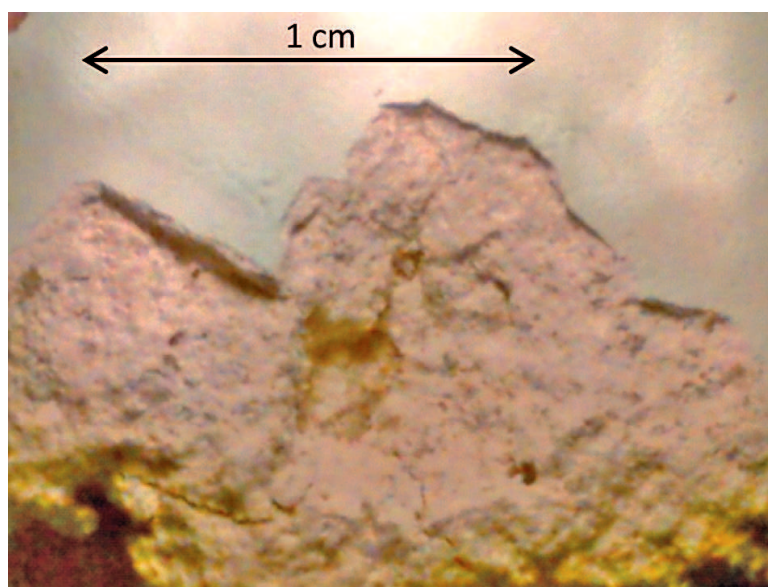
2.1. Uwadnianie dużych ziaren tlenku wapnia

Tlenek wapnia występujący w spoiwach w formie pylastej lub drobnoziarnistej nie jest zagrożeniem dla gotowego wyrobu; przeciwnie, po uwodnieniu zostaje rozprowadzony jako mleko wapienne w porach i kapilarach, gdzie ulegając karbonatyzacji przyczynia się do wzrostu wytrzymałości. Niekorzystne działanie tlenku wapnia objawia się w wyrobach, w których jego zawartość przekracza 0,5%, a uziarnienie \varnothing 0,2 mm. Czysty tlenek wapniowy w postaci dużych ziaren

przechodzi wskutek hydratacji w wodorotlenek wapniowy o dużo większej objętości (ok. 2 do 2,5 razy), wywierając przy tym znaczne ciśnienie na wewnętrzną strukturę wyrobu, co może prowadzić do powstawania odprysków i spękań, a na granicy tynk–podłoże do odspojen. Zwiększone niebezpieczeństwo stwarza reakcja zachodząca szybko – przy wysokiej wilgotności środowiska i dużym rozwinieciu powierzchni wapna palonego.

2.2. Reakcje karbonatyzacji

Karbonatyzacja zachodząca w tworzywie gipsowo-cementowym (warstwa kontaktowa tynk–podłoże) jest rozciągniętym w czasie procesem zmian fazowych i strukturalnych układu. Zachodzące w układzie procesy są w stanie doprowadzić w ciągu 300 dni do spadku wytrzymałości o 20–40% [20]. Zjawisko to od strony chemicznej polega na powstawaniu w układzie węglanu wapnia, głównie w postaci kalcytu (obok waterytu i aragonitu). Przy powstawaniu CaCO_3 podczas karbonatyzacji objętość fazy stałej zwiększa się o 11,6%. O ile powolna karbonatyzacja w objętości tworzywa prowadzi do zagęszczenia, a w efekcie wzmocnienia tworzywa, to przy intensywniejszej niż wewnątrz tynku wymianie jonów w warstwie stykowej tynk–podłoże zmiana objętości w jednostce czasu jest na tyle duża, że w strukturze powstają naprężenia rozrywające, które powodują odspojenia, natomiast na powierzchni tynku – odpryski (ryc. 2).

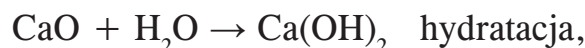


Ź r ó d ł o: Jak w ryc. 1.

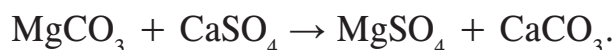
Ryc. 2. Odprysk – otwór po ekspandującym ziarnie z widocznymi pęknięciami

Dodatkowym niesprzyjającym zjawiskiem towarzyszącym temu procesowi jest wydzielanie w reakcji karbonatyzacji wody, powodującej zwilżenie i rozmiękanie zaprawy gipsowej w warstwie stykowej, gdy zewnętrzna sucha powierzchnia tynku pozostaje mocna i sprężysta.

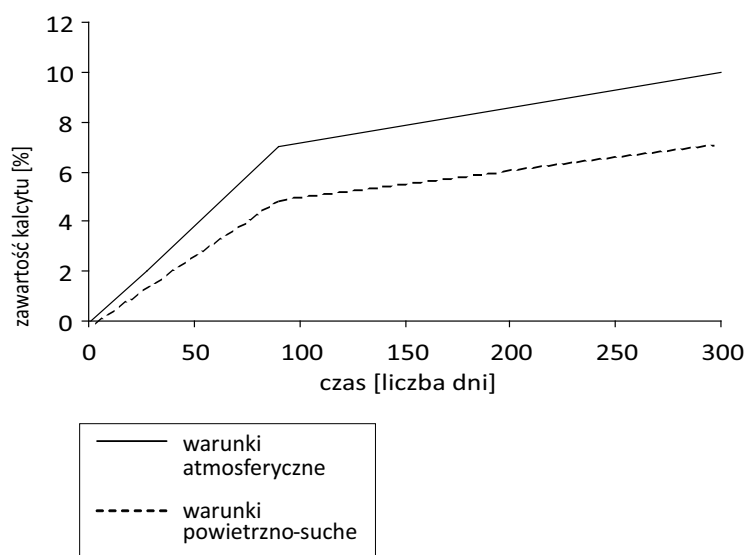
Węglan wapnia, w warstwie kontaktowej tynku powstaje nie tylko z tlenku czy wodorotlenku wapnia, jak w reakcjach:



ale może powstawać również z warstwy gipsu, w reakcjach wymiany ze składnikami cementu lub wypełniaczy, przykładowo przy wypełniaczu dolomitowym możliwa jest reakcja:



Produktem takiej reakcji jest obok węglanu wapnia, którego wpływ omówiono powyżej, również łatwo uwadniająca się siarczan magnezu; uwodnienie go do formy siedmiowodnej (epsomitu) wiąże się z 2,5 wzrostem objętości [19]. Ze względu na dużą rozpuszczalność, a więc i skłonność do migrowania, oraz łatwość tworzenia hydratów o zwiększonej objętości molowej, siarczan magnezu jest najbardziej szkodliwym siarczanem.



Ryc. 3. Wzrost zawartości w próbce CaCO_3 w wyniku karbonatyzacji [20]

Istotny wpływ na stopień karbonatyzacji wywierają warunki dojrzewania tynków. Ilość kalcytu powstała w wyniku karbonatyzacji jest większa w tynkach wystawionych na działanie czynników atmosferycznych niż w próbkach przechowywanych w laboratorium (ryc. 3).

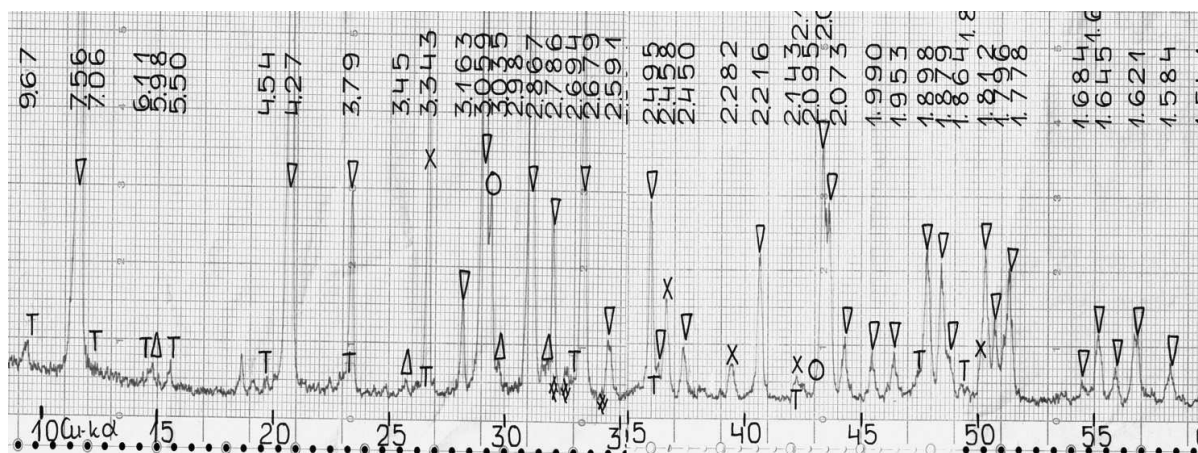
2.3. Powstawanie minerałów zwiększających objętość przy krystalizacji ettryngitu i taumazytu

Niekorzystne oddziaływanie betonu na styku z gipsową zaprawą tynkarską jest często przypisywane ekspansywnym właściwościom ettryngitu, jak również taumazytu [21–22]. W przypadku tynkowania betonu zaprawą gipsową w sprzyja-

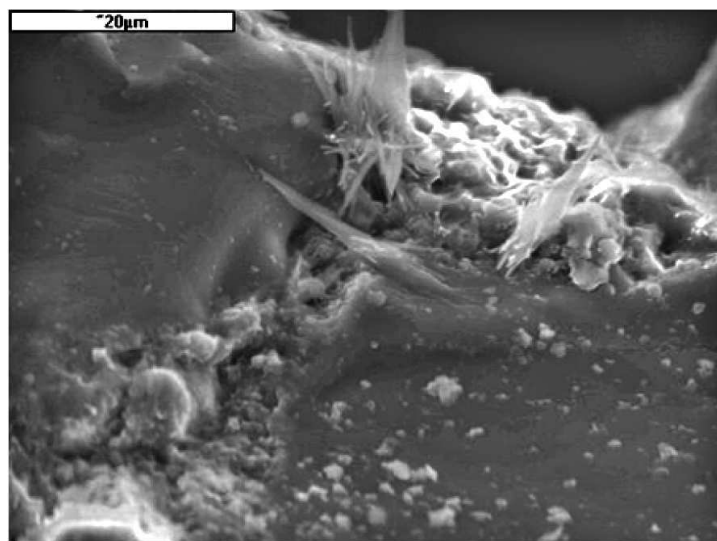
jących warunkach wilgotnościowo-ciepłych w wyniku wędrówki jonów Al^{3+} z betonu oraz SO_4^{2-} i Ca^{2+} z gipsu w myśl reakcji chemicznej powstaje ettryngit:



Ettryngit i taumazyt krystalizują się w formie kryształów o kształcie igieł. Kryształy te tworząc się mają tendencję do powiększania bezpośrednio przez wzrost anizotropii lub pośrednio przez wzrost wody w porach, powodując zwiększenie wewnętrznych naprężeń, które w przypadku warstwy stykowej gips–beton ostatecznie zmniejszają ich wzajemną przyczepność [21]. Na rycinie 4 przedstawiono rentgenogram warstwy stykowej tynk gipsowy–beton, natomiast na rycinie 5 mikrofotografię SEM próbki betonu pobranego z miejsca awarii.

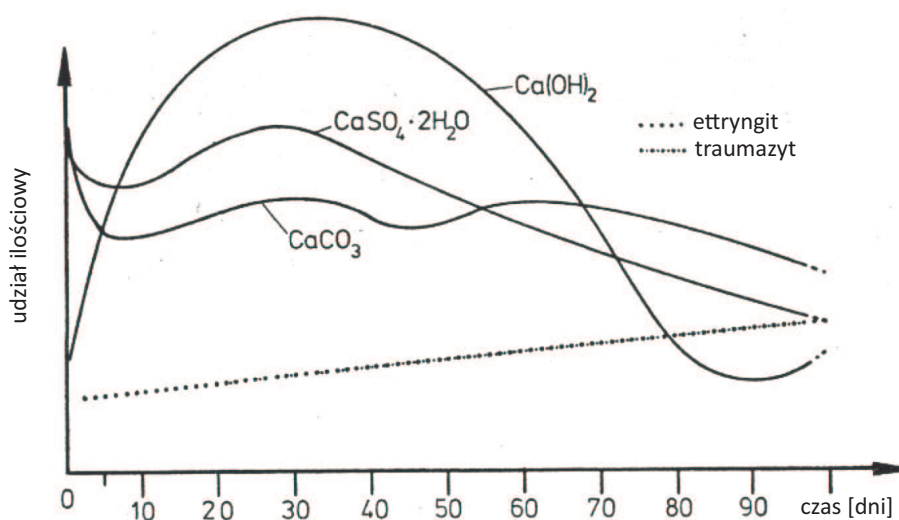


Ryc. 4. Rentgenogram warstwy stykowej gips–beton próbki odpadającego tynku pobranego z miejsca awarii (▽ – gips dwuwodny, × – kwarc, Δ – gips półwodny, O – węglan wapnia, # – minerały klinkierowe, T – taumazyt) [4]



Ryc. 5. Mikrofotografia SEM próbki betonu pobranego z miejsca awarii. Widoczne kryształy ettryngitu narastające na powierzchni ziaren wypełniacza [5]

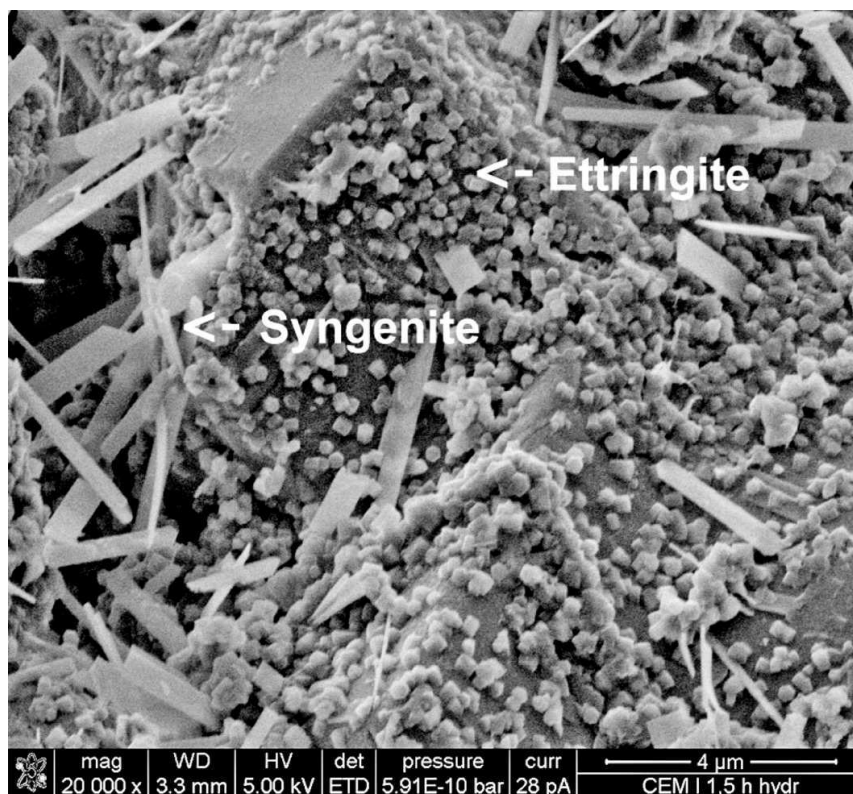
Obserwuje się również zachodzącą w miarę upływu czasu reakcję przejścia ettryngitu w taumazyt (ryc. 6), który jest uwodnionym kompleksem wapiennym węglanowo-krzemianowo-siarczanowym o wzorze empirycznym $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$. Tworzenie taumazytu można opisać jako dostarczenie jonów siarczanowych i węglanowych przy obecności aktywnego tlenu glinowego i jednocześnie przy stałej wysokiej względnej wilgotności oraz temperaturze ok. 4°C .



Ryc. 6. Przebieg reakcji tworzenia taumazytu [21]

Brak odpowiedniej bariery stwarzanej przez preparat gruntujący umożliwia również migrację jonów potasowych z podłoża betonowego do warstwy stykowej zaprawy gipsowej. W wyniku reakcji gipsu z siarczanem lub węglanem potasu, dodatkowo w obecności wilgotności i Ca(OH)_2 , powstał syngenit $\text{K}_2\text{Ca(SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – uwodniony, podwójny siarczan wapnia i potasu [23–24]. Gips oraz syngenit mogą krystalizować się z roztworu po jego odparowaniu z dużych powierzchni betonu [23]. Jest to zjawisko wtórnej krystalizacji, w miejsce kryształów gipsu półwodnego wbudowywane są kryształy niewiążącego syngenitu. Należy podkreślić, że warunkami sprzyjającymi przy powstawaniu syngenitu jest zwiększona wilgotność względna powietrza (zwilżenie powierzchni betonu) i podwyższona temperatura [25].

Opisane zjawisko, powstające na styku tynk gipsowy–podłoże betonowe powoduje zniszczenie sił kohezji występujących pomiędzy tymi materiałami i w konsekwencji prowadzi do odpadania tynków. Na rycinie 7 przedstawiono mikrofotografię betonu przedstawiającą kryształy ettryngitu i syngenitu.



Ryc. 7. Mikrofotografia SEM betonu z zaznaczonymi kryształami ettryngitu i syngenitu [26]

2.4. Rekrystalizacja $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

W przypadku zawilgocenia stwardniałej wyprawy tynkarskiej następuje rozpuszczenie kryształów gipsu dwuwodnego tworzącego wyprawę tynkarską, a następnie jego rekrystalizacja. W wyniku tak zachodzącego procesu ma miejsce osłabienie struktury tynku, ponieważ zgodnie z danymi literaturowymi [27] kryształy gipsu z rekrystalizacji nie tworzą trwałego połączenia z pozostałą częścią struktury.

Innymi niekorzystnymi zjawiskami występującymi na powierzchni gipsowych wypraw tynkarskich są plamy i odbarwienia (ryc. 8). Jak wynika z literatury, przyczyną powstawania żółtych plam mogą być żelazo i jego związki, inne pierwiastki akcesoryczne typu fotochromów: wanad, mangan, wolfram, molibden (pierwiastki barwiące pod wpływem światła, np. słonecznego) [28], ponadto siarka elementarna w postaci koloidalnej (kwiat siarczanowy), jak również sole łatwo rozpuszczalne – siarczany i chlorki magnezu, wapnia, sodu, które mogą być nośnikami powyższych substancji barwiących. W surowcach naturalnych związki te mogą występować w postaci licznych minerałów, natomiast w gipsach syntetycznych ich zawartość jest determinowana czystością sorbentu (CaCO_3) stosowanego w procesie odsiarczania. Oprócz źródła w głównym składniku tyn-

ku – gipsie, mogą znajdować się w zanieczyszczeniach występujących w wodzie zarobowej i innych składnikach mineralnych tynku.



Ryc. 8. Widok rozległych plam na powierzchni tynku [9]

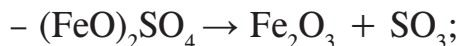
2.5. Układy Fe^{2+} i Fe^{3+} w roztworze jonów SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-}

Limitowana ilość Fe_2O_3 (całkowitą zawartość żelaza, jak również innych zanieczyszczeń w gipsie podaje się w postaci tlenkowej) ma duże znaczenie dla jakości produkowanego gipsu budowlanego ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) jako spoiwa do wytwarzania innych wyrobów gipsowych. Szczególnie wpływa na ich „białość”, jak również na możliwość powstawania na gotowych już wyrobach przebarwień i plam w kolorach od żółtego do brunatnego. Zmiana barwy powierzchni wyrobów gipsowych związana jest właśnie z obecnością związków żelaza. Zakłada się, że zawartość trójtlenku żelaza dla gipsów syntetycznych nie powinna przekraczać 0,15%. Ta ilość gwarantuje bezpieczeństwo stosowania takiego gipsu do dalszej przeróbki.

Żelazo występować może jako zanieczyszczenie surowca gipsowego – produktu odsiarczania spalin i przechodzić w toku produkcji do spoiwa gipsowego. Może występować w związkach z dwuwartościowym jonem żelazawym Fe^{2+} , przy tym w większości są one bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie, w roztworach ulegają częściowej hydrolizie, oddziałując redukująco same utleniają się na sole żelazowe, nawet pod działaniem tlenu z powietrza [28]:

– siarczan żelazawy FeSO_4 występuje w stanie naturalnym pod nazwą melanteryt w roztworze wodnym. Krystalizuje się poniżej temperatury $56,6^\circ\text{C}$ jako $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie. Ogrzewany do temperatury $64,4^\circ\text{C}$ przechodzi w $\text{FeSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$, a powyżej tej temperatury w jed-

nohydrat i kolejno w sól bezwodną, która podgrzana na powietrzu (suszenie) przechodzi w zasadowy siarczan żelazawy z wydzielaniem SO_2 , a w końcowej fazie w tlenek żelazowy



– węglan żelazawy FeCO_3 , który w czystej wodzie jest wprawdzie nierozpuszczalny, to jednak rozpuszcza się w niej przy niewielkich ilościach CO_2 wskutek powstawania związku $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. Podczas podgrzania wody (suszenia) tworzy się ponownie węglan FeCO_3 , który wskutek hydrolizy i działania tlenu z powietrza przechodzi w czerwono-brunatny tlenek żelazowy.

Żelazo bardzo często występuje w solach jako trójwartościowe Fe^{3+} [28]. Najpospolitszym związkiem jest chlorek żelazowy FeCl_3 . W roztworach wodnych ulega dalekiej hydrolizie, przy czym obok wolnego HCl powstaje koloidalny $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Przy zakwaszeniu nadmiarem kwasu solnego uzyskuje się barwę cytrynowo-żółtą na skutek tworzenia się anionu zespolonego chlorożelazianu $(\text{FeCl}_4)^-$, która to reakcja wykorzystywana jest do porównywania różnych odmian gipsów.

2.6. Inne przykłady pierwiastków typu fotochromów

Do grupy pierwiastków typu fotochromów zaliczyć należy głównie wanad, mangan, a także wolfram i molibden [28].

Związki wanadu występować mogą w postaci tlenku wanadu V_2O_5 , jak również czterochlorku wanadu VOCl_3 . Związki manganu to MnO_2 , Mn_2O_3 , $\text{MnO}(\text{OH})$, MnCO_3 , Mn_3O_4 . W roztworach kwaśnych związki manganu są dość trwałe, natomiast w obecności zasad ulegają szybko utlenieniu tlenem z powietrza do Mn^{3+} i Mn^{4+} , a te z kolei dają zabarwienie silnie brunatne, i niewielkie ilości mogą spowodować powstanie brunatnych plam. Z innych związków chemicznych dających zabarwienie można wymienić jeszcze tylko związki wolframu i molibdenu, których prawdopodobieństwo występowania jest w stosunku do manganu czy wanadu dużo mniejsze.

2.7. Siarka koloidalna

Według danych literaturowych [29] podczas odsiarczania spalin mogą powstawać pary siarki elementarnej. Jeżeli pary siarki zostaną szybko schłodzone, to kondensują się w postaci drobnego, żółtego proszku, kwiatu siarczanowego [30]. Składa się on w znacznej części z bezpostaciowej siarki. Siarka bezpostaciowa przy podwyższeniu temperatury przechodzi w siarkę krystaliczną. Jest to przemiana ściśle jednokierunkowa. Siarka bezpostaciowa pojawia się także przy wydzielaniu z roztworu w toku reakcji chemicznej, np.:



Powstaje przy tym delikatna zawiesina siarki w wodzie. Cząsteczki jej są tak drobne, że z łatwością przechodzą przez każdy sącdek. Tego rodzaju pozorne roztwory, odznaczające się specyficznymi właściwościami, określa się mianem roztworów koloidalnych.

Siarka elementarna w produkcie odsiarczania spalin powinna zostać wyeliminowana podczas prażenia gipsu w wyniku jej spalania. Jednak przypuszcza się, że w określonych warunkach temperaturowych i prężności pary może ona pozostać w spoiwie.

2.8. Sole rozpuszczalne będące nośnikami zanieczyszczeń barwiących

Z uwagi na możliwość występowania w gipsie podwyższonej zawartości tlenków magnezu, sodu czy potasu w roztworze wodnym mogą tworzyć się łatwo rozpuszczalne sole, głównie ich siarczany. Natomiast ze względu na obecność w gipsie jonów chlorkowych powstawać może również łatwo rozpuszczalny chlorek wapnia. Rozpuszczalne w wodzie powyższe sole, obecne w gipsowych materiałach budowlanych, mogą powodować szkodliwe zmiany, takie jak białe wykwitki i naloty krystaliczne, łuszczenie się wyrobów oraz w niektórych przypadkach zupełne zniszczenie struktury wyrobu. Procesy te występują jedynie przy współdziałaniu wilgoci w fazie ciekłej. Woda bowiem powoduje rozpuszczanie siarczanów w czerepie wyrobu, a także wskutek dyfuzji w kapilarach i porach przemieszczanie ich z wnętrza wyrobu na jego powierzchnię. Na powierzchni następuje parowanie wody i krystalizacja soli [19]. Również w wyniku transportu dyfuzyjnego wraz z tymi solami na powierzchnię wyrobu mogą przemieszczać się zanieczyszczenia barwiące, niekoniecznie w postaci wykrytalizowanych związków, powodując zabarwienie białych wykwitów.

Najbardziej niebezpiecznym jest siarczan magnezu, którego rozpuszczalność w wodzie jest najwyższa (w temperaturze $\sim 20^\circ\text{C}$ wynosi $\sim 35\text{g MgSO}_4$ w $100\text{ g H}_2\text{O}$). Ponadto, siarczan magnezu tworzy wiele hydratów, z których najbardziej szkodliwym jest $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ponieważ podczas krystalizacji zwiększa swoją objętość ok. 2,5 raza w stosunku do bezwodnego. Również sam $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, tworzący strukturę materiałów gipsowych, ulega w wodzie rozpuszczaniu i krystalizując się powtórnie na powierzchni może być nośnikiem zanieczyszczeń.

3. Podsumowanie

Przeprowadzone ekspertyzy [1–16] i badania [17] pozwalają wskazać, że podstawową przyczyną odpadania tynków gipsowych od ścian i stropów betonowych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej jest zastosowanie

niewłaściwej technologii w zakresie rozwiązań materiałowych. Polega ona na zagruntowaniu bardzo gładkiego podłoża betonowego środkiem gruntującym niespełniającym swojego zadania, które powinno obejmować tworzenie nieprzepuszczalnej przegrody oraz charakteryzować się odpowiednią izolacyjnością chemiczną. Ważną rolę w procesie zwiększania przyczepności tynku do podłoża spełnia wypełniacz kwarcowy, gdzie ziarna piasku przez swój kształt zwiększają kohezję całego układu. W praktyce często zasadę tę w sposób nieprzemysłany niweczą wykonawcy tynków przez rozwodnienie środka gruntującego, co w konsekwencji prowadzi do zaniku trwałości warstwy i migracji jonów pomiędzy podłożem a tynkiem. Ogranicza to również w zasadniczy sposób udział ziaren piasku w warstwie mostkującej. Wysoka nasiąkliwość preparatu gruntującego jest powodem ułatwionej migracji jonów pomiędzy warstwą tynku i podłoża betonowego oraz może powodować zbyt szybkie odciąganie wody niezbędnej do pełnej hydratacji tynku gipsowego przez bardzo chłonne podłoże, jakim jest beton. Potwierdzeniem tego jest często zawartość niezhydratyzowanego gipsu półwodnego w stwardniałym tworzywie. Zawartość tej fazy w stwardniałym tworzywie wpływa na obniżenie wartości parametrów wytrzymałościowych. Oznacza to niespełnianie podstawowej zasady połączenia tynku z podłożem, gdzie przyczepność międzywarstwowa winna być wyższa od wytrzymałości tynku gipsowego na rozrywanie.

Jednocześnie dla ogólnego wyjaśnienia przyczyn odpadania tynków należy podkreślić, że w procesie utwardzania, schnięcia i starzenia się zapraw gipsowych powstają naprężenia wywołane zarówno zmianami liniowymi, występowaniem faz ulegających ekspansji w wyniku hydratacji lub karbonatyzacji, jak również tworzenie się związków o właściwościach niewiążących. Brak odpowiedniej bariery stwarzanej przez preparat gruntujący umożliwia między innymi migrację jonów z podłoża betonowego do warstwy stykowej zaprawy gipsowej.

Literatura

- [1] Ekspertyza przyczyn odpadania tynków gipsowych ze stropów na budowie w Szczecinie na osiedlu [...]. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2000.
- [2] Przyczyny odpadania gipsowych wypraw tynkarskich wykonywanych przez [...] od podłoży betonowych na budowach w Warszawie. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2001.
- [3] Ekspertyza dotycząca wykonania tynków gipsowych na budowie w Wadowicach [...]. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2002.
- [4] Badania i ocena przyczyn odpadania tynków gipsowych [...] w Sopocie. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2002.
- [5] Badania i ocena przyczyn odpadania tynków gipsowych w budynku [...] w Tychach. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2005.
- [6] Określenie przyczyn powstawania nalotu solnego na tynku gipsowym [...]. Sprawozdanie IMMB, Kraków 2006.

- [7] Ustalenie przyczyn powstawania ubytków na powierzchni tynków gipsowych [...]. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2007.
- [8] Analiza przyczyn powstawania odprysków na tynkach gipsowych [...]. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2007.
- [9] Określenie przyczyny powstawania przebarwień występujących na wyschniętych powierzchniach gładzi gipsowych [...]. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2007.
- [10] Ustalenie przyczyn powstawania ubytków na powierzchni tynków gipsowych [...] w budynku w Brzezinach. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2007.
- [11] Przyczyny powstawania ubytków na powierzchni gładzi gipsowej [...] w budynku szpitala w Chełmie. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2008.
- [12] Ocena jakości wypraw tynkarskich wykonanych w obiekcie sali gimnastycznej przy Liceum Ogólnokształcącym w [...]. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2009.
- [13] Ocena przyczyn odpadania tynku [...] na budowie w Łubiance. Sprawozdanie ISCMOiB, Kraków 2009.
- [14] Ustalenie przyczyn powstawania odprysków na powierzchni tynków gipsowych [...] w budynku w Radomiu. Sprawozdanie ICiMB, Kraków 2010.
- [15] Badania i analiza odprysków powstających w tynku gipsowym. Sprawozdanie ICiMB, Kraków 2011.
- [16] Badania i ocena przyczyn odpadania tynku gipsowego w budynku mieszkalnym wielorodzinnym w Koszalinie. Sprawozdanie ICiMB, Kraków 2011.
- [17] P i c h n i a r c z y k P., M a l a t a G., S o b a l a M., *Trwałość wypraw tynkarskich na podłożu betonowym*, „Cement, Wapno, Beton” 2002, nr 5, s. 212–219.
- [18] O s t r o w s k i C., *Przyczepność tynków gipsowych do różnych podłoży*, „COIB” 1983, nr 1.
- [19] T o k a r s k i Z., *Korozja ceramicznych materiałów budowlanych*, Arkady, Warszawa 1969, s. 116–126.
- [20] J a r m o n t o w i c z A., *Karbonizacja tworzywa gipsowo-cementowo-pucolanowego*, „Cement – Wapno – Gips” 1977, nr 7.
- [21] K o l l m a n n H. u.a., *Mineralsynthetische Untersuchungen zu Treibursachen durch Ca-Al-Sulfat und Ca-Si-Carbonat-Sulfat-Hydrat*, „Tonind ZTG” 1977, Nr. 3.
- [22] K o l l m a n n H. u.a., *Reaktionsmechanismen zur Bildung von Treibkernen in Kalk-Gips-Putzen durch Ettringit und Thaumasil*, „Zement – Kalk – Gips” 1977, Nr. 5.
- [23] K u r d o w s k i W., *Chemia cementu i betonu*, PWN, Warszawa, 2010.
- [24] B a r a n T., *Wpływ szkła wodnego potasowego na proces hydratacji cementu portlandzkiego*, „Cement, Wapno, Beton” 2004, nr 6.
- [25] S m i l l e S., M o u l i n E., M a c p h e e D., G l a s s e r F., *Freshness of cement: conditions for syngenite $CaK_2(SO_4)_2 \cdot H_2O$ formation*, „Advances in Cement Research” 1993, No. 5.
- [26] Zement, Kalk, Gips Magazine strona internetowa (10.10.2011).
- [27] M i z e r a J., *Właściwości kompozytowych materiałów budowlanych z gipsu z odsiarczania spalin*, „Cement, Wapno, Beton” 2000, nr 2.
- [28] C i s z e w s k i M. i in., *Badania doraźne przyczyn powstawania żółtych plam powierzchniowych na płytach PRO MONTA*, Sprawozdanie ZBiDPWiG (IMMB), Kraków 1968.

[29] K u r d o w s k i W. *Fizykochemiczne podstawy reakcji w układzie CaO – SO₂ w odniesieniu do procesu odsiarczania spalin*, „Cement, Wapno, Beton” 1998, nr 1.

[30] T r z e b i a t o w s k i W., *Chemia nieorganiczna*, PWN, Warszawa 1965.

MICHAŁ WIECZOREK
PAWEŁ PICHNIARCZYK

MECHANISMS OF GYPSUM PLASTERS DESTRUCTION

Physical and chemical processes occurring both at the interface between gypsum and concrete and inside the gypsum plaster layer have effect on adhesion of gypsum plaster to concrete. Numerous expert studies and research conducted in OSiMB point out that construction accidents are usually caused rather by faulty workmanship than because of poor quality gypsum plaster. In the paper the mechanisms causing decrease or complete loss of gypsum plasters durability are discussed. The most common processes include carbonation processes, formation of expansive phases, re-crystallization and hydration.