

dr inż. Waclaw Brachaczek^{1*)}
mgr inż. Wojciech Siemiński²⁾

Wpływ rodzaju preparatu iniekcyjnego na szczelność przepon przerywających kapilarne podciąganie wilgoci

Influence of the type of injection agent on tightness of diaphragms interrupting the capillary rise of damp

DOI: 10.15199/33.2015.11.56

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. Metody iniekcji chemicznej są stosowane w odtwarzaniu poziomych przepon przeciwwilgociowych. Celem iniekcji jest uzyskanie w przegrodzie przepony przerywającej podciąganie kapilarne wody, a w konsekwencji obszaru o normalnej wilgotności powyżej przepony. W osuszaniu zawilgoconych ścian budynków o znaczeniu historycznym może to być jedyna możliwa do zastosowania metoda. Na rynku materiałów budowlanych dostępnych jest wiele preparatów do wykonywania barier przeciwwilgociowych o różnym składzie chemicznym i konsystencji. Trwałość i szczelność wytworzonych przepon zależą w dużej mierze od rodzaju zastosowanego iniektu. W artykule przedstawiono wyniki badań oceniających skuteczność różnych barier przeciwwilgociowych w przerywaniu przepływu kapilarnego wody. Do wykonania tych barier zastosowano preparaty produkowane na bazie silanów, siloksanów i krzemianów.

Słowa kluczowe: iniekcja chemiczna, wilgotność murów, bariery przeciwwilgociowe, podciąganie kapilarne wody w murach.

Abstract. Chemical injection methods are used in horizontal waterproof diaphragm regeneration. The aim of chemical injection is to create a diaphragm inside a wall to interrupt capillary rise of water, and after some time, to get normal humidity in the part of wall above the diaphragm. It can be the only method to dry damp walls of historical buildings. On the construction materials market there are several products which can serve to create waterproof barriers with different consistency and chemical composition. The durability and tightness of the obtained diaphragm is largely dependent on substance type. The article presents the results of studies evaluating the effectiveness of different waterproof diaphragms in interrupting the capillary flow of water. Products based on silanes, siloxanes and silicates were used to perform these studies.

Keywords: chemical injection, wall humidity, waterproof diaphragm, capillary rising of water inside walls.

Sole i wilgoć są głównymi czynnikami obniżającymi trwałość murów. Roztwory soli mogą przedostawać się z zewnątrz do ścian budynków z podłoża gruntowego wraz z wilgocią. Transport wilgoci odbywa się wówczas w wyniku podciągania kapilarnego przez system mikroporów obecnych w materiałach mineralnych. Dochodzi do tego wtedy, gdy zostanie uszkodzona izolacja zabezpieczająca mury od spodu. Istnieje wiele teorii próbujących wyjaśnić szkodliwe oddziaływanie soli na konstrukcję murów. Najpopularniejsza mówi o powstawaniu naprężeń rozciągających na powierzchniach ścianek porów materiału w wyniku krystalizacji soli wypełniających te pory [1].

W walce z podciąganiem kapilarnym wody najlepsze efekty uzyskuje się przez fizyczne lub chemiczne odtworzenie bariery prze-

ciwwilgociowej. Wybór pierwszej metody związany jest z koniecznością mechanicznego przecięcia muru i wprowadzenia do niego nieprzepuszczalnej bariery (z metalu lub tworzywa sztucznego). Metoda ta jest jednak bardzo inwazyjna. Druga metoda polega na wykonaniu iniekcji, której celem jest wytworzenie w przegrodzie przepony przerywającej podciąganie kapilarne wody przez zmianę powierzchniowych właściwości porów. Po pewnym czasie powyżej przepony powstaje obszar o wilgotności pozwalającej na kontynuowanie prac renowacyjnych. Istnieją dwie metody iniekcji. Pierwsza polega na wprowadzeniu iniektu pod ciśnieniem (tzw. metoda niskociśnieniowa), natomiast druga – na wprowadzeniu iniektu za pomocą odpowiedniego aplikatora (tzw. metoda bezciśnieniowa). Iniekty występują w postaci płynnej lub w postaci pasty. Obecnie stosowane preparaty produkuje się głównie na bazie krzemianów metali alkalicznych, alkilometylosiloksanów oraz kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosiloksanów. Wyróżnia się trzy mechanizmy ich działania [1]:

- osadzanie się w porach i kapilarach produktów reakcji iniektu z wodą w nich zawartą oraz z CO₂ znajdującym się w powietrzu, co prowadzi do całkowitego ich uszczelnienia;

- preparat iniekcyjny, oddziałując na ściany kapilar, hydrofobizuje je, co prowadzi do powstania niezwilżalnej warstwy (filtru), odpornej na kapilarne podciąganie wody;

- na skutek właściwości preparatu iniekcyjnego następuje zarówno hydrofobizacja ścian kapilar, jak i zwężenie ich światła; właściwości te muszą umożliwiać także przerwanie dużych i małych kapilar.

Producenci iniektów chemicznych nie podają ich składu chemicznego, lecz ograniczają się do wskazania ogólnej nazwy substancji aktywnej. W literaturze również nie ma informacji o tym, który z dostępnych preparatów pozwoli uzyskać skuteczniejszą barierę przeciwwilgociową [2, 4].

Celem artykułu jest ocena wpływu składu chemicznego preparatu do wykonywania barier przeciwwilgociowych na skuteczność tego preparatu w przerywaniu

¹⁾ Akademia Techniczno-Humanistyczna w Białymostku, Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska

²⁾ SEMPRE Farby Sp. z o.o.

^{*)} Autor do korespondencji:

e-mail: wbrachaczek@ath.bielsko.pl

transportu wilgoci w murze. Do badania skuteczności wytworzonej poziomej bariery przeciwwilgociowej wykorzystano trzy preparaty iniekcyjne:

1) na bazie kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosiloksanów o zawartości substancji aktywnych 50%, występującej pod nazwą handlową Renowator 100; założone zużycie – 15 l/m² przekroju poziomego muru;

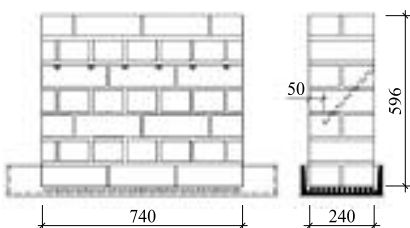
2) bezwodny na bazie silanów i siloksanów oligomerycznych, występujący pod nazwą handlową Renowator 120, oferowany w postaci koncentratu do rozcieńczania z wodą; założone zużycie – 1,2 l koncentratu na m² przekroju poziomego muru (zużycie podawane w przeliczeniu na rozcieńczony koncentrat w stosunku 1 : 9);

3) krem do wykonywania barier przeciwwodnych na bazie silanów i siloksanów oligomerycznych, występujący pod nazwą handlową Renowator 190; założone zużycie – 1,3 l kremu na m² przekroju poziomego muru.

Obecnie nie ma normy na badanie skuteczności barier przeciwwilgociowych, a także wytycznych oraz warunków technicznych wykonania i odbioru robót [2], dlatego też opracowana została własna metoda bazująca na założeniach WTA, tj. niemieckiego zespołu naukowo-technicznego ds. konserwacji budowli i zabytków.

Metodyka badań

Prowadzone badania polegały na wagowym określeniu strumienia dyfundującej wody przez porowatą strukturę muru posadowionego w łaźni wodnej, w którym wcześniej wykonano barierę przeciwwodną. W tym celu przygotowano mury testowe o wymiarach 740 x 599 x 240 mm z cegły czerwonej pełnej o wymiarach 250 x 120 x 65 mm, zgodnie z rysunkiem 1. Spoiny poziome miały grubość 12 mm, a pionowe – 10 mm. Po utwardzeniu zaprawy w murach testowych wykonano otwo-



Rys. 1. Wymiary murów testowych do wykonywania pomiaru skuteczności barier przeciwwilgociowych

Fig. 1. The dimensions of test walls for measuring the effectiveness of waterproof barriers

ry do wprowadzenia iniektu. Zrobiono je w jednym rzędzie wiertłem o średnicy 20 mm, na głębokość 170 mm, pod kątem 45°, zgodnie z wytycznymi WTA nr 4-4-04/D [3], w odstępach 100 mm (fotografia 1). Po wywierceniu otworów ich wnętrza dokładnie odpylono sprężonym powietrzem.



Fot. 1. Wykonanie otworów w murze testowym do wprowadzenia iniektu

Photo 1. Drilling holes in test wall to apply an injection liquid [Fot. Autorzy]

Przygotowane w ten sposób mury testowe nasycono wodą tak, aby uzyskać wilgotność masową 95%. W tym celu najpierw ogrzewano je z szybkością 5 K/h do temperatury 60 °C i przechowywano w tej temperaturze do ustalenia masy. Następnie mury całkowicie nasycono wodą i ponownie je suszono w temperaturze 60 °C. Znając ilość wody niezbędną do całkowitego wysycenia muru, obliczono, ile jej potrzeba do uzyskania żądanej wilgotności masowej muru. Po nasyceniu murów wodą wszystkie ściany zabezpieczono folią paroszczelną i pozostawiono na 30 dni, aby stopień zawilgocenia wyrównał się w całej ich objętości.

Wykonanie bariery przeciwwilgociowej i ocena jej skuteczności

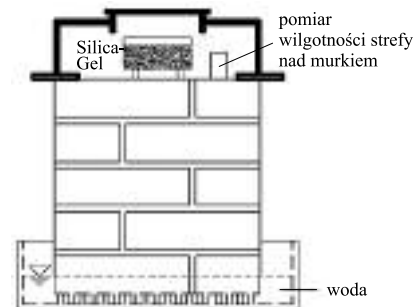
Do wykonania iniekcji niskociśnieniowej użyto pompy iniekcyjnej wyposażonej w pakery wielokrotnego użytku o średnicy 20 mm. Ciśnienie wynosiło 0,2 – 0,4 MPa. Sposób wykonania bariery przedstawiono na fotografii 2. Z kolei do przeprowadzenia iniekcji bezciśnieniowej zastosowano odpowiednie urządzenie dozujące.

Skuteczność utworzonej bariery przeciwwilgociowej oceniono, mierząc ilość dyfundującej wody przez górną powierzchnię muru testowego osadzonego w pojemniku z wodą. Powierzchnie pionowe muru zabezpieczono tak, aby migracja wilgoci była możliwa tylko przez górną jego powierzchnię. Wydobywając się z muru wilgość zbierano na żelu krzemionkowym. Absorber umieszczono w pojemniku bezpośrednio pod szczelną pokrywą osłaniającą



Fot. 2. Wykonanie bariery przeciwwilgociowej na drodze iniekcji niskociśnieniowej Photo 2. Creating waterproof barrier by low pressure injection [Fot. Autorzy]

całą górną część muru (rysunek 2). Ilość odparowanej wody sprawdzano, ważąc regularnie żel krzemionkowy. Każdy preparat badano przez 90 dni. Dodatkowo kontrolę zmiany poziomu zawilgocenia muru oceniono za pomocą wilgotnościomierza. Czujniki urządzenia umieszczono w wywierconych w murze otworach o średnicy 8 mm i głębokości 100 mm, znajdujących się 100 mm powyżej otworu, do którego wprowadzono iniekt.



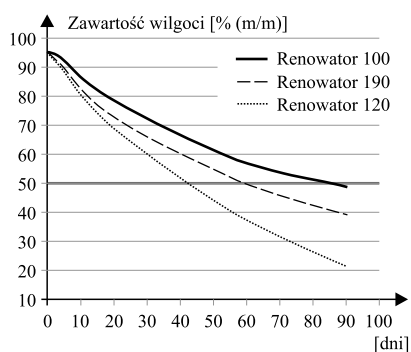
Rys. 2. Badanie skuteczności preparatu iniekcyjnego przez pomiar ilości odparowanej wilgoci

Fig. 2. The study of injection liquid efficiency by measuring the amount of evaporated dampness

Wyniki badań

Na rysunku 3 przedstawiono zmianę wilgotności masowej murów testowych powyżej barier przeciwwilgociowych utworzonych z zastosowaniem preparatów iniekcyjnych o różnym składzie chemicznym produkowanych przez firmę SEMPRE Farby. Na rysunku 4 przedstawiono zmianę masy wody zaadsorbowanej przez żel krzemionkowy w przypadku tych samych preparatów.

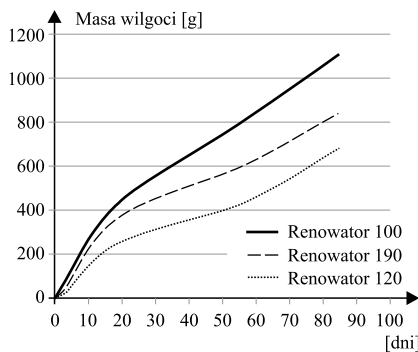
Na podstawie analizy rysunków 3 i 4 stwierdzono, że największy spadek wilgotności uzyskano w przypadku muru, w którym zastosowano preparat na bazie silanów i siloksanów oligomerycznych (Renowator 120). Ilość zaadsorbowanej wody przez żel krzemionkowy była najniższa i po 90 dniach wyniosła ok. 700 g. Świadczy to



Rys. 3. Zmiana wilgotności masowej murew testowych w funkcji czasu mierzonej powyżej barier przeciwwilgociowych utworzonych przez iniektory o różnicowym składzie chemicznym

Fig. 3. Change of mass humidity of test walls as a function of time, measured above the waterproof barrier created by injection liquids with different chemical composition

o dużej szczelności utworzonej bariery przeciwwilgociowej. Najmniejszą skutecznością charakteryzowała się bariera utworzona na bazie kompozycji alkalicznych krzemianów i metylosiloksanów (Renowator 100). W tym przypadku ilość pochłoniętej wilgoci wyniosła ok. 1100 g, co świadczy o małej szczelności tej bariery na wodę.



Rys. 4. Zmiana ilości wilgoci zaadsorbowanej przez żel krzemionkowy w funkcji czasu dyfundującej przez górną powierzchnię murów z barierami przeciwwilgociowymi utworzonymi przez iniektory o różnicowym składzie chemicznym

Fig. 4. Change in the amount of the dampness adsorbed by silica gel diffused by upper surface of walls with waterproof barriers created by injection liquids of different chemical composition as a function of time

Wnioski

Ocenę skuteczności bariery przeciwwilgociowej można przeprowadzić przez pomiar ilości dyfundującej wody przez górną powierzchnię muru testowego osadzonego w pojemniku z wodą. Duży wpływ na

szczelność uzyskanej bariery ma skład chemiczny i konsystencja iniektu oraz sposób jego aplikacji. Największą skuteczność wykazywały bariery uzyskane z siloksanów oligomerycznych zastosowane metodą iniekcji niskociśnieniowej. Ilość zaadsorbowanej wody była wówczas najmniejsza i wynosiła ok. 700 g w ciągu 90 dni. Skuteczność stosowania iniektu w postaci kremu jest wprawdzie gorsza, gdyż wyniosła w takim samym czasie ok. 820 g, ale ma walory praktyczne, ponieważ nie wymaga stosowania specjalistycznego sprzętu.

Literatura

- [1] Brachaczek W. Analiza wieloczynnikowa parametrów fizycznych w modelowaniu technologicznym tynków renowacyjnych. Wydawnictwo Uczelniane UTP w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2014.
- [2] Rokiel M., Tynki renowacyjne w świetle instrukcji WTA nr 2-9-04/D oraz normy PN-EN 998-1: 2004, Izolacje 3/2007 s. 58.
- [3] Instrukcja WTA nr 4-4-04/D „Mauerwerknicktion gegen kapillare Feuchtigkeit”.
- [4] Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o. o., Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych <http://warunkibudowlane.pl/?s=modulos&v=capitulo&c=15926>.

Przyjęto do druku: 08.09.2015 r.

Sempre
SKUTECZNE RENOWACJE

JEŚLI ODNAWIASZ TO CO ZAPOMNIANE

FORNTO Z PASIA

www.semprefarby.pl