
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 22
(lipiec–wrzesień)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok VIII

Warszawa–Opole 2015

MICHAŁ WIECZOREK*
MAŁGORZATA NIZIURSKA**
KRZYSZTOF NOSAL***

Wpływ włókien celulozowych na właściwości zapraw klejowych do płytek ceramicznych

Słowa kluczowe: włókna celulozowe, zaprawa klejowa, przyczepność, spływ.

W artykule określono wpływ włókien celulozowych na właściwości klejów do płytek, takich jak obniżony spływ, wydłużony czas otwarty, wysoka elastyczność czy zdolność do szybkiego wiązania i twardnienia.

Wyniki badań spływu wykazały, że dodatek włókien celulozowych wydatnie zmniejsza tendencje zaprawy do spływania. Ocena właściwości roboczych zaprawy wykazała łatwiejsze mieszanie z wodą i szybszą homogenizację próbek z dodatkiem włókien celulozowych. Stwierdzono również wyraźnie łatwiejsze nakładanie na podłoże i rozprowadzanie zapraw w porównaniu do zaprawy bazowej.

1. Wprowadzenie

Zaprawy klejowe do płytek produkowane są w postaci suchych mieszanek gotowych do użycia po zarobieniu wodą. Głównymi składnikami są cement oraz drobne kruszywo, którym zazwyczaj jest piasek kwarcowy. Zastosowanie dodatków i domieszek chemicznych, których łączny udział na ogół nie przekracza kilku procent masy suchej mieszanki, pozwala na modyfikację zapraw polegającą na znacznym ograniczeniu lub wręcz wyeliminowaniu typowych wad mieszanek niemodyfikowanych dodatkami chemicznymi przy jednoczesnej poprawie właściwości roboczych zaprawy oraz przyczepności do klejonych podłoży. Dodatki

* Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, m.wieczorek@icimb.pl

** Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, m.niziurska@icimb.pl

*** Mgr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, k.nosal@icimb.pl

pozwalają również na uzyskanie właściwości specjalnych klejów do płytek, takich jak obniżony spływ, wydłużony czas otwarty, wysoka elastyczność czy zdolność do szybkiego wiązania i twardnienia.

Pośród domieszek i dodatków stosowanych przy produkcji zapraw klejowych do płytek najczęściej stosowane są proszki redyspergowalne, metyloceluloza, środki hydrofobowe, plastyfikatory, a także włókna naturalne i polimerowe. W odróżnieniu od metylocelulozy czy proszku redyspergowalnego stosowanie włókien celulozowych w zaprawach klejowych do płytek nie jest tak powszechne. Zalety stosowania włókien celulozowych w zaprawach klejowych wynikają w znacznej mierze z właściwości celulozy i charakteru jej oddziaływania w zaprawach cementowych. Dodatkową zaletą włókien celulozowych jest możliwość częściowego zastępowania drogiej metylocelulozy w recepturach zapraw budowlanych.

Do podstawowych parametrów fizycznych określających właściwości włókien celulozowych należą [1]:

- zawartość celulozy,
- długość,
- grubość.

Pod względem zawartości celulozy włókna celulozowe można podzielić na trzy kategorie – odpowiednio: ok. 80%, ok. 90% i > 90%, a włókna celulozowe cięte są na kawałki o długości zazwyczaj od 20 do 1000 μm , choć produkowane są też włókna o długości 2000 μm . Grubość włókien celulozowych waha się natomiast w stosunkowo wąskich granicach – od 20 do 100 μm . Wyróżniają się one ponadto wysokim stopniem białości wynoszącym 60–90%, który wzrasta wraz z zawartością celulozy we włóknie. Właściwości czystej celulozy po obróbce chemicznej mogą pozostawać bez zmian przez przeszło 2 lata [9] lub znacznie więcej. Ilość dodatku włókien do zapraw klejowych do płytek nie powinna przekraczać 1%, choć z reguły stosuje się znacznie mniejsze ilości – ok. 0,2% masy suchej mieszanki.

2. Materiały do badań

Jako bazę do oceny wpływu włókien celulozowych oraz ich rodzaju na właściwości zapraw klejowych do płytek opracowano recepturę zaprawy klejowej do ceramiki o podwyższonych parametrach, z wymaganiami dodatkowymi, jak: obniżony spływ i wysoka elastyczność. Jej skład recepturowy podano w tabeli 1.

T a b e l a 1

Skład recepturowy zapraw klejowych stosowanych w badaniach

Składnik	Udział [%]
CEM I 42,5 R	37,00
Piasek kwarcowy 0–0,5 mm	60,25
Proszek redyspergowalny	2,00
Metyloceluloza	0,25
Metyloceluloza lub włókna celulozowe	0,50

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

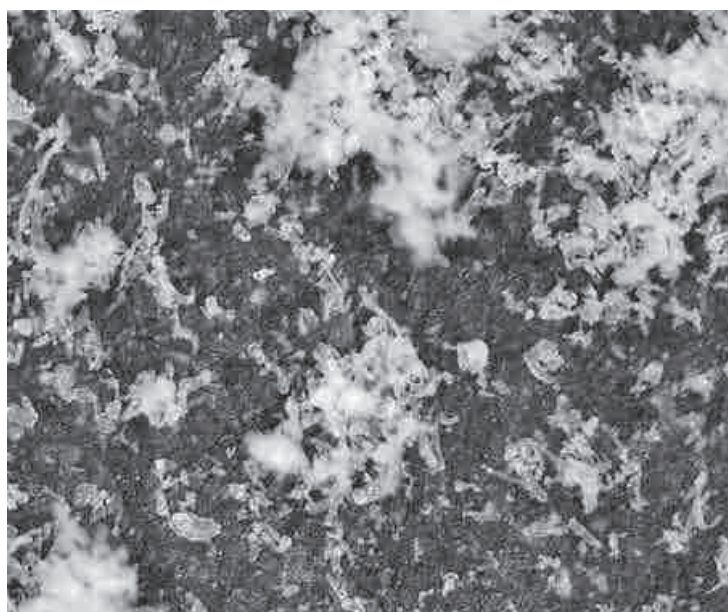
Do badań wytypowano pięć rodzajów włókien dostępnych na rynku i różniących się długością, których charakterystykę przedstawiono w tabeli 2. Na rycinach 1 i 2, przy zastosowaniu mikroskopu optycznego, zobrazowano włókna o minimalnej i maksymalnej długości, które zostały zastosowane w badaniach. W niniejszym artykule w celu różnicowania poszczególnych zapraw posłużono się oznaczeniem długości zastosowanych włókien.

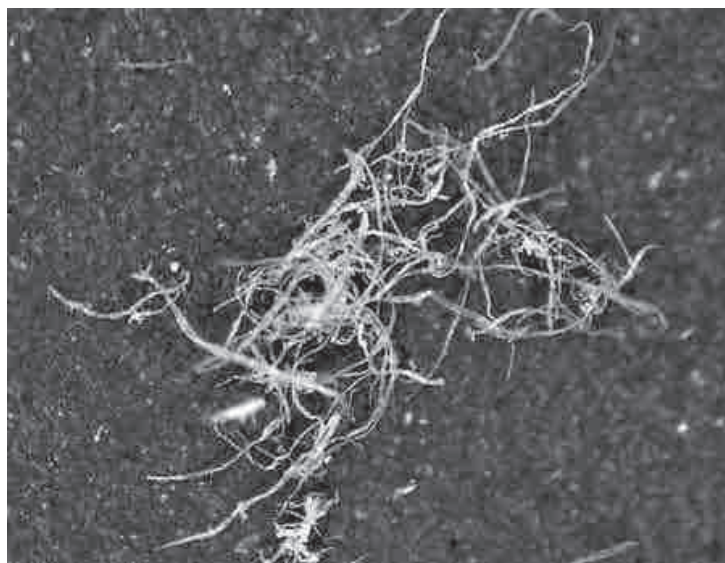
T a b e l a 2

*Średnia długość włókien celulozowych
zastosowanych w badaniach*

Włókno celulozowe	Długość [μm]
FD 600-30	45
FD 40	250
ZZC 700	400
ZZ8-25	700
ZZ8-2 CA1	1000

Ź r ó d ł o: Ryciny 1–7 Opracowanie własne.

Ź r ó d ł o: Ryciny 1–7
– opracowanie własne.Ryc. 1. Włókno celulozowe
FD 600-30 o długości 45 μm
(powiększenie 50x)



Ryc. 2. Włókno celulozowe
ZZ8-2 CA1 o długości 1000 μm
(powiększenie 50x)

3. Wyniki badań

Wykorzystując opracowaną recepturę, przygotowano mieszanki zapraw z dodatkiem włókien różnej długości, przy czym w każdym przypadku dodatek włókien celulozowych, wynoszący 0,5%, zastępował identyczną ilość metylocelulozy. Zaprawy sporządzono w laboratorium z zachowaniem stałego czasu mieszania 10 min, zapewniającego bardzo dobrą homogenizację materiału badawczego. Wszystkie zaprawy, mieszano z odpowiednią ilością wody w stosunku do suchej masy zaprawy, tak aby uzyskać konsystencję umożliwiającą prawidłową aplikację. Ze względu na opóźnione rozpuszczanie dodatków organicznych stosowano tzw. czas dojrzewania zaprawy klejowej przed końcowym wymieszaniem wynoszący 10 min.

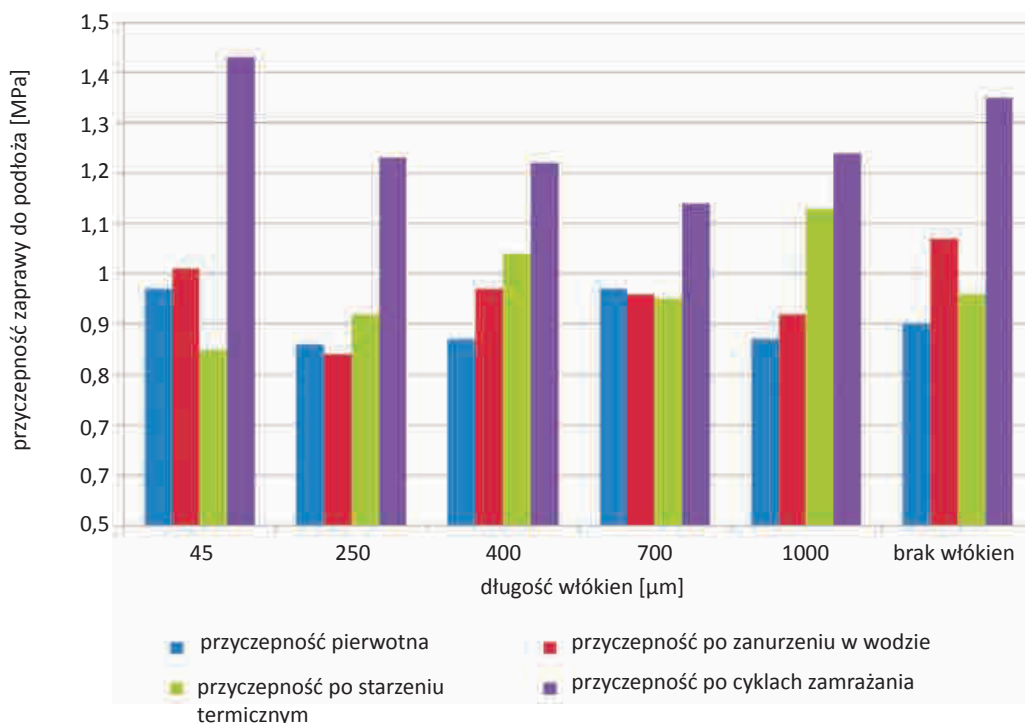
Zakres badań obejmował właściwości normowe oraz, co również istotne, właściwości robocze przygotowanych zapraw klejowych. Badania normowe obejmowały pełen zakres określony w normie przedmiotowej dla zapraw klejowych do płytek PN-EN 12004 [2], co pozwoliło oznaczyć potencjalny wpływ dodatku w postaci włókien celulozowych na poszczególne parametry, głównie przyczepność zapraw do podłoża. Skupiono się również na właściwościach reologicznych zaprawy.

Wyniki badań przyczepności zapraw do podłoża według norm PN-EN 1346 [3] oraz PN-EN 1348 [4] przedstawiono na rycinach 3 i 4 jako uzyskane wartości średnie. Zakres badań obejmował różne warunki przechowywania próbek:

- przyczepność pierwotną – badania wykonane po przechowywaniu próbek przez 28 dni w warunkach laboratoryjnych w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i $50 \pm 5\%$ wilgotności względnej;
- przyczepność po zanurzeniu w wodzie – badania wykonane po przechowywaniu próbek przez 14 dni w warunkach laboratoryjnych w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i $50 \pm 5\%$ wilgotności względnej, a następnie przez 14 dni w wodzie;

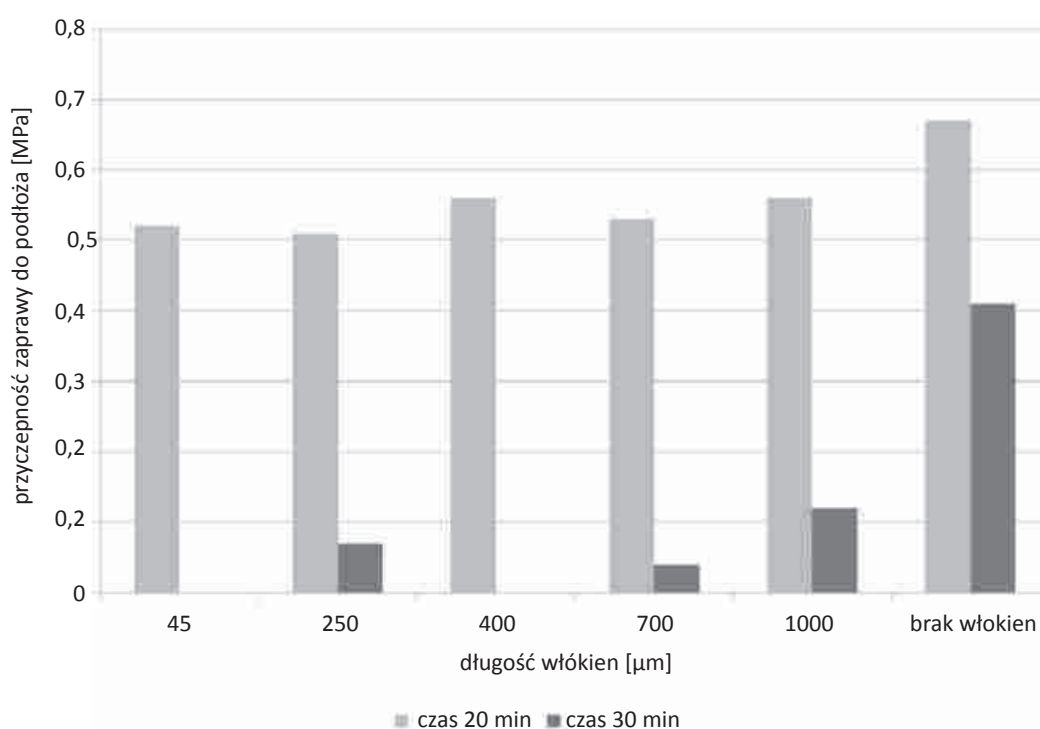
- przyczepność po starzeniu termicznym – badania wykonane po przechowywaniu próbek przez 14 dni w warunkach laboratoryjnych w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i $50 \pm 5\%$ wilgotności względnej, a następnie przez 14 dni w temperaturze $70 \pm 2^\circ\text{C}$;
- przyczepność po cyklach zamrażania–rozmarzania – badania wykonane po przechowywaniu próbek przez 28 dni w warunkach laboratoryjnych w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i $50 \pm 5\%$ wilgotności względnej, a następnie przeprowadzono cykle zamrażania w temperaturze $-15 \pm 2^\circ\text{C}$ i rozmrażania w wodzie;
- przyczepność po czasie otwartym – badania wykonane po nałożeniu płytek odpowiednio 20 i 30 min od nałożenia zaprawy klejowej na podłoże, a następnie przechowywaniu próbek przez 28 dni w temperaturze $23 \pm 2^\circ\text{C}$ i $50 \pm 5\%$ wilgotności względnej.

Wyniki badań przyczepności według PN-EN 1348 [4] wykazały, że zastąpienie części metylocelulozy dodatkiem włókien nie powoduje spadku przyczepności do podłoża poniżej wartości normowych (ryc. 3). Stwierdzono nieznaczne różnice wyników w odniesieniu do wszystkich pięciu zastosowanych w badaniach typów włókien oraz zaprawy bez tego dodatku. Różnice mieszczą się w granicach niepewności rozszerzonej dla tej metody określonej w laboratorium, w którym wykonywane były badania.



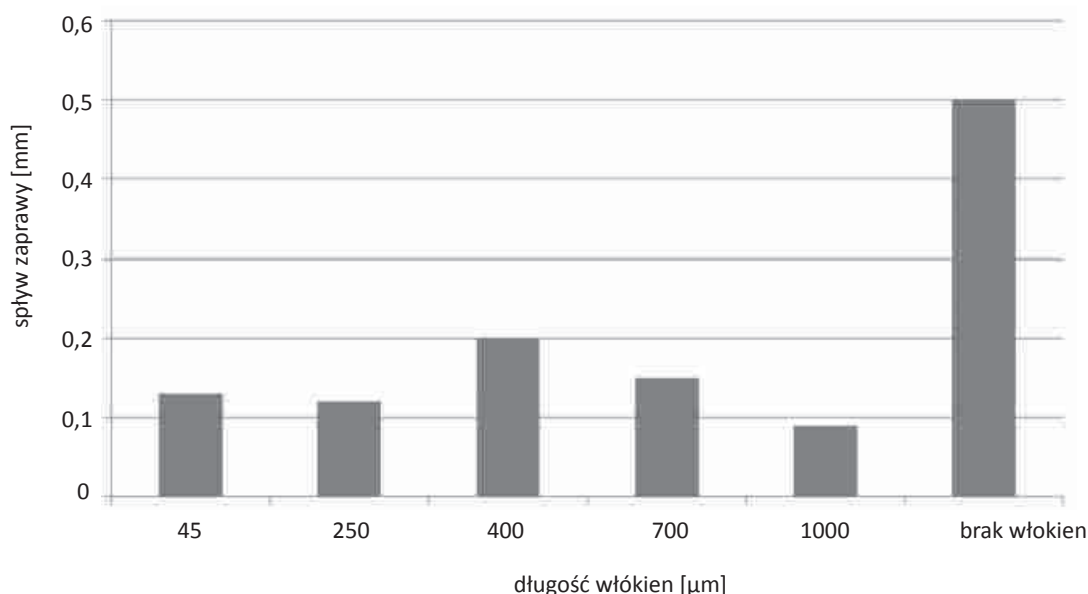
Ryc. 3. Wyniki badań przyczepności zapraw do podłoża wg PN-EN 1348 [4] z uwzględnieniem sposobu przechowywania próbek

Nieco inaczej sprawa wygląda w przypadku badań czasu otwartego, co wynika z charakteru badania, na które bezpośredni wpływ ma zdolność zaprawy do retencji wody. Zaobserwowano zmniejszenie wartości przyczepności oznaczanej w badaniach czasu otwartego zapraw klejowych według PN-EN 1346 [3] dla zapraw z dodatkiem włókien (ryc. 4). Szczególnie jest to widoczne w przypadku badania czasu otwartego po 30 min. Tutaj również nie stwierdzono wyraźnych różnic wyników w odniesieniu do zastosowanych w badaniach typów włókien. Różnice te wynikają z charakteru oddziaływania włókien z oddziaływaniem metylocelulozy w zaprawie klejowej. Włókna w przeciwieństwie do metylocelulozy nie rozpuszczają się w wodzie. Wywołują one natomiast zagęszczanie zaprawy poprzez wchłanianie pewnych ilości wody przez rurkowate makrofibryle o średnicy 200–500 nm, które tworzą sieć krystaliczną (micele) i obszary międzymicelarne. Tworzą one z kolei małe włókienka o średnicy 10–30 nm [5]. W wyniku takiego działania włókien, aby zachować prawidłową konsystencję zaprawy, należy odpowiednio zwiększyć ilość wody wprowadzonej do zaprawy. Efekt ten nie wywołuje jednak wyraźnego zwiększenia retencji wody w zaprawie, jak to ma miejsce w przypadku metylocelulozy [5]. Potwierdzają to badania przyczepności po czasie otwartym, którego wartości ulegają obniżeniu, gdy zastosowane są włókna, co obrazuje rycina 4.



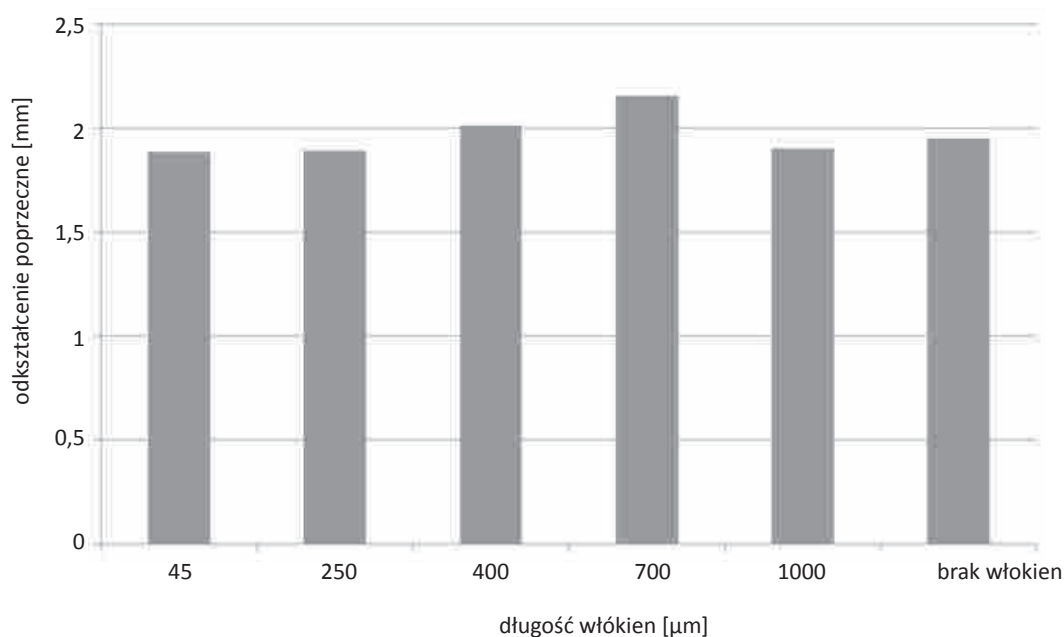
Ryc. 4. Wyniki badań przyczepności zapraw do podłoża po badaniu czasu otwartego 20 i 30 min wg PN-EN 1346 [3]

Bardzo korzystny wpływ włókien potwierdzają badania normowe spływu według PN-EN 1308 [6], polegające na spływaniu badanych płytek ceramicznych z płyty betonowej ustawionej w pozycji pionowej. Wyniki badań spływu przedstawione na rycinie 5 wykazały, że dodatek włókien celulozowych wydatnie zmniejsza tendencje zaprawy do spływania. Dodatek włókien o długości 1000 μm pozwolił na największe ograniczenie spływania zaprawy, do wartości poniżej 0,1 mm. Jest to jeszcze bardziej istotne w przypadku zapraw klejowych wykazujących bardzo duży spływ, co w przypadku zastosowania włókien celulozowych pozwoliłoby na oznaczenie takiej zaprawy klejowej symbolem T – o ograniczonym spływie.



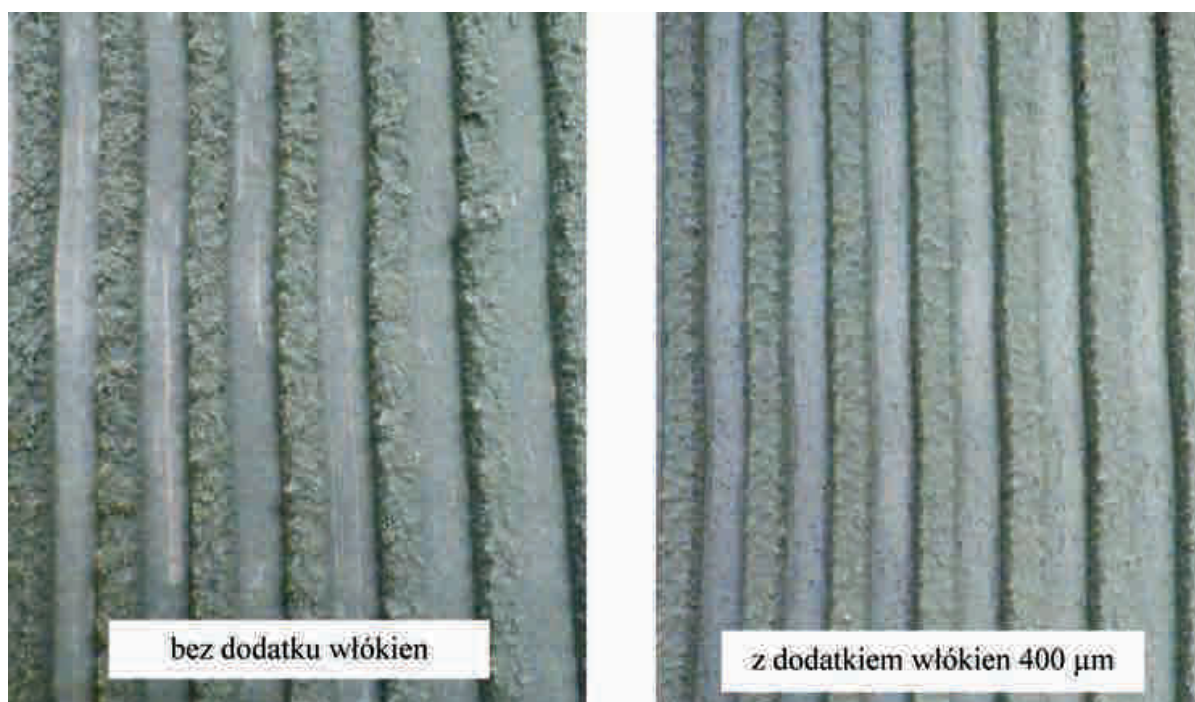
Ryc. 5. Wyniki badań spływu poszczególnych zapraw

W badaniach odkształcenia poprzecznego [7] zapraw klejowych z dodatkiem poszczególnych rodzajów włókien wykazano nieznaczną zmianę wielkości ugięcia, przy którym następuje pęknięcie badanych próbek zaprawy. Najbardziej widoczną różnicę zaobserwowano jedynie w przypadku włókien o długości 700 μm , jednak, podobnie jak w przypadku pozostałych oznaczeń, różnice odkształceń dla włókien o różnej długości nie wpływają znacząco na ten parametr (ryc. 6).



Ryc. 6. Wyniki badań odkształcenia poprzecznego poszczególnych zapraw w zależności od długości włókien

Zaprawy z dodatkiem włókien celulozowych charakteryzowały się łatwiejszym mieszaniem z wodą i szybszą homogenizacją próbek. Stwierdzono również wyraźnie łatwiejsze nakładanie na podłoże i rozprowadzanie zapraw w porównaniu do zaprawy bazowej. Dodatek włókien pozwolił na redukcję przyczepności do narzędzi, co widać wyraźnie na rycinie 7.



Ryc. 7. Widok powierzchni zaaplikowanej zaprawy bez dodatku włókien oraz z dodatkiem włókien

4. Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że zastąpienie części metylocelulozy włóknami celulozowymi nie powoduje spadku większości parametrów normowych.

Dodatek włókien nie miał większego wpływu na przyczepność zaprawy klejowej według PN-EN 1348, jednocześnie zwiększając nieznacznie jego zdolność do odkształceń. Dodatek włókien wydatnie ogranicza spływ zapraw nakładanych na powierzchnie pionowe. Nie stwierdzono znaczących różnic dotyczących wpływu długości włókna na wyniki badań zapraw klejowych do płytek. Na podstawie badań spływu oraz odkształcenia poprzecznego można stwierdzić, że najkorzystniejsze parametry uzyskiwano przy zastosowaniu włókien o długości 400 µm oraz 700 µm.

Jedynie w przypadku badaniach czasu otwartego po 30 min według PN-EN 1346 zaobserwowano znaczne zmniejszenie przyczepności. Uzyskane wartości po 20 min spełniały wymagania normowe wynoszące powyżej 0,5 MPa.

Dodatek włókien wyraźnie poprawia właściwości robocze zapraw.

Oprócz korzyści technologicznych, stosowanie włókien niesie ze sobą również wymierne zyski finansowe. Wiąże się to z możliwością zastępowania (w określonym stopniu) drogiej metylocelulozy przez znacznie tańsze włókna celulozowe. O ile, w przeciwieństwie do eterów celulozy, włókna nie rozpuszczają się w wodzie, to jednak wykazują podobne działanie, czyli zwiększają retencję wody w zaprawie. Co istotne, jak wykazały badania, działanie takie nie powoduje obniżenia jakości końcowego wyrobu. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość zastąpienia części metylocelulozy włóknami celulozowymi przy koniecznym zastosowaniu połączenia obu dodatków. Uzyskane wyniki mogą być pomocne przy projektowaniu optymalnego składu mieszanek*.

Literatura

- [1] Materiały Seminarium Technicznego „Zakobuilding 2008” zorganizowanego przez firmę Rettenmaier Polska Sp. z o.o., Zakopane, 7–9.02.2008, maszynopis w posiadaniu autorów.
- [2] PN-EN 12004+A1:2012 – Zaprawy klejowe do płytek ceramicznych. Definicje i wymagania techniczne.
- [3] PN-EN 1346:2008 – Kleje do płytek. Oznaczanie czasu otwartego.
- [4] PN-EN 1348:2008 + Zmiana 1999/Ap1:2005 – Kleje do płytek. Oznaczanie wytrzymałości na rozciąganie.
- [5] Chłędzyski S., Malata G., *Składniki zapraw klejowych do płytek. Część 3 – Włókna celulozowe*, „IZOLACJE” 2008, nr 6, s. 42–46.

* Praca została sfinansowana ze środków na działalność statutową Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.

[6] PN-EN 1308:2008 – Kleje do płytek. Oznaczanie poślizgu.

[7] PN-EN 12002:2010 + Poprawka Ap1:2005 – Kleje do płytek. Oznaczanie odkształcenia poprzecznego klejów cementowych i zapraw do spoinowania

*MICHAŁ WIECZOREK
MAŁGORZATA NIZIURSKA
KRZYSZTOF NOSAL*

INFLUENCE OF CELLULOSE FIBER ON PROPERTIES OF ADHESIVES FOR TILES

Keywords: cellulose fibers, adhesive for tiles, bond strength, slip.

In the paper the influence of cellulose fibers on the properties of adhesives for tiles, such as reduced slip, extended open time, high flexibility and the ability to rapidly setting and hardening. The cellulose fibers decreases slip mortar. Mortar cellulose fiber easily miscible with water. The addition of fiber allowed to reduce the stickiness of the tools.