

Wacław BRACHACZEK

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

Wydział Nauk o Materiałach i Środowisku

INNOWACJE W PRODUKCJI POWŁOK DEKORACYJNO- -OCHRONNYCH STOSOWANYCH W SYSTEMACH OCIEPLANIA BUDYNKÓW

Streszczenie. Termomodernizacja budynków jest koniecznością nie tylko z punktu widzenia ekonomicznego, ale również pod względem korzystnego oddziaływania na środowisko. W systemach ocieplania ścian zewnętrznych budynków stosowano jako zewnętrzne warstwy dekoracyjno-ochronne zaprawy tynkarskie produkowane w technologiach: akrylowej, silikonowej lub krzemianowej. W referacie przedstawiono zalety nowatorskiego rozwiązania w produkcji zapraw tynkarskich, polegającego na zastosowaniu w charakterze spoiwa krzemionki koloidalnej.

Słowa kluczowe: termomodernizacja, system ocieplania ścian zewnętrznych, wyprawa tynkarska, współczynnik nasiąkliwości powierzchniowej, opór dyfuzyjny względny.

INNOVATION IN DECORATIVE-PROTECTIVE COATINGS USE IN SYSTEMS BUILDING INSULATION

Summary. Retrofitting is a necessity, not only in economic terms but also from a favorable effects on the environment. In existing practice, in external walls systems of buildings, was used as decorative outer layer the protective plaster produced in the following technologies: acrylic, silicone or silicate. The paper presents the advantages of innovative solutions, manufacturing plasters, applying a binder in colloidal silica.

Keywords: thermo-system, external walls systems, plastering, surface absorption coefficient, the relative diffusion resistance.

1. Wprowadzenie

Termomodernizacja budynków jest koniecznością nie tylko z punktu widzenia ekonomicznego, ale również ze względu na korzystne oddziaływanie na środowisko. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w Polsce według EUROSTAT-u stanowi

1/3 całkowitego zużycia energii w gospodarce narodowej i dorównuje zużyciu w przemyśle [4]. Analizując budynki pod względem kosztowym, łatwo stwierdzić, że główny koszt ich utrzymania związany jest z kosztami ogrzewania. Jednym z podstawowych działań związanych z obniżeniem kosztów utrzymania obiektów jest jego termomodernizacja. Zmniejszenie zużycia energii można osiągnąć poprzez podjęcie bardzo prostych działań, takich jak: modernizacja ścian zewnętrznych, ocieplenie dachu oraz stropów piwnic.

1.1. Termomodernizacja budynków z zastosowaniem systemu BSO

Stosowane obecnie w Polsce systemy ocieplania budynków przewidują umieszczenie warstwy izolacyjnej po zewnętrznej stronie ścian. Spośród wielu różnych metod ocieplania ścian zewnętrznych budynków największą popularność zyskała metoda BSO (skrót od nazwy Bezspoinowy System Ocieplania). Polega ona na zamocowaniu do ścian zewnętrznych warstwy izolacji termicznej, stanowiącej styropian lub wełnę mineralną, a następnie zabezpieczenie tej izolacji siatką wykonaną z włókna szklanego, zatopioną w zaprawie klejowo-szpachlowej. Całość pokrywana jest wyprawą tynkarską produkowaną w różnych technologiach, granulacjach i strukturach. Metoda ta posiada szereg korzyści, takich jak: skuteczne maskowanie istniejących krzywizn i pęknięć ścian, łatwa obróbka materiału termoizolacyjnego, można tym sposobem odtworzyć gzymsy, pilastry itp., dzięki niewielkiemu ciężarowi ocieplenie nie wywiera wpływu na konstrukcję budynku.

W systemie BSO poszczególne składniki spełniają na elewacji różnorodne funkcje. Z punktu widzenia funkcjonalności najistotniejszym elementem takiego systemu ocieplania jest materiał termoizolacyjny. Tu stosowane są dwa rodzaje materiałów: wełna mineralna oraz styropian.

Jak długo na polskim rynku funkcjonuje ocieplenie ścian, tak długo toczą się dyskusje, jaki materiał termoizolacyjny wybrać. Głównymi argumentami, jakimi posługują się zwolennicy wełny mineralnej, są: wysoka przepuszczalność pary wodnej (dzięki czemu możliwe jest przenikanie pary wodnej przez przegrody, co może wywierać korzystny wpływ na zdrowy mikroklimat pomieszczeń, zmniejszając ryzyko występowania grzybów i pleśni) najwyższa klasa reakcji na ogień wśród produktów do izolacji ścian A1, poprawa izolacyjności akustycznej, niewielkie odkształcenia termiczne, trwałość i mineralny charakter.



Rys. 1. Przekrój systemu ocieplania ścian zewnętrznych budynków z zastosowaniem styropianu i płyty z wełny mineralnej jako warstwy termoizolacyjnej

Fig. 1. Section of external walls insulating systems of buildings with a layer of EPS insulation and mineral wool

Stosowanie styropianu również posiada swoje zalety, gdyż styropian jest: odporny na pleśń, grzyby i bakterie, bezpieczny i łatwy w obróbce – nie zagraża zdrowiu ludzi, nie wywołuje uczuleń, podczas obróbki nie pyli, jest nienasiąkliwy (wilgoć powoduje pogorszenie właściwości izolacyjnych innych rodzajów materiałów). Ponadto styropian nie jest radioaktywny – przeprowadzone badania wykazały, że styropian nie wykazuje żadnej radioaktywności, takiej jak promieniowanie alfa, beta czy gamma.

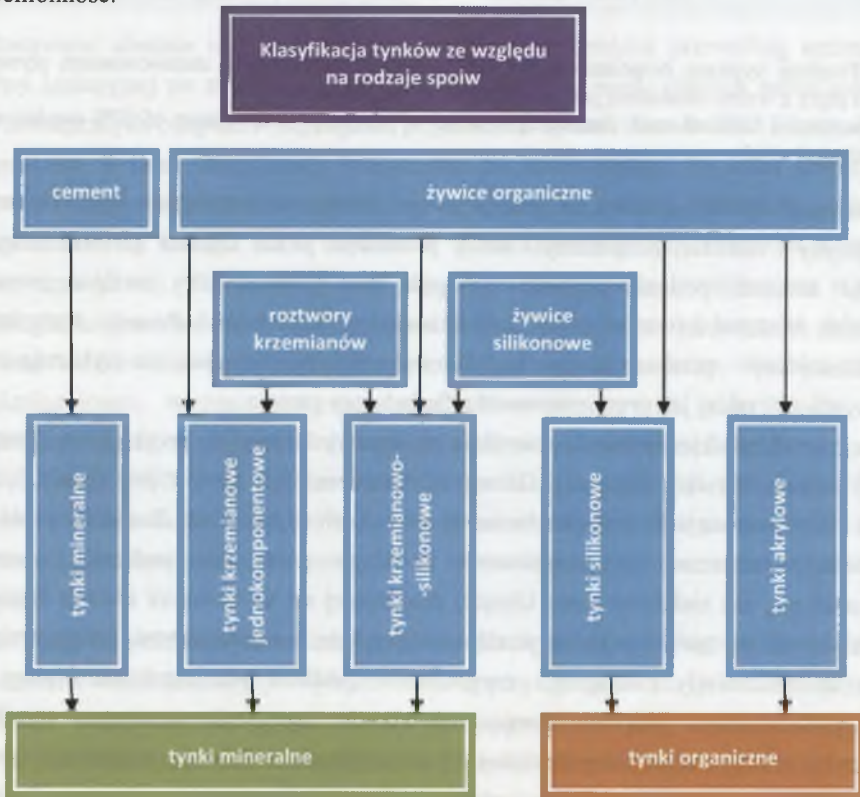
Kolejnym składnikiem systemu ocieplania są zaprawy klejące: do przyklejania styropianu i do wykonania warstwy zbrojącej. Głównym zadaniem tych zapraw jest trwałe łączenie systemu i zapewnienie jego funkcjonalności w warunkach użytkowych. Zasadniczą rolę kleju pod izolację termiczną jest zachowanie trwałego połączenia podłoża z warstwą termoizolacyjną, zaś zadaniem masy klejącej znajdującej się na zewnątrz izolacji termicznej jest zapewnienie jej trwałej ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi, przenikaniem do wnętrza systemu wody i wilgoci, przygotowanie podłoża pod cienkowarstwową tynk dekoracyjno-ochronny. Warstwa zbrojąca przejmuje naprężenia termiczne wynikające z ekspozycji ściany elewacji wystawionej na działanie czynników zewnętrznych (głównie promieniowania ciepłego słońca, skokowych wahań temperatur powodowanych zmieniającymi się strefami światłocienia, rozmarzania/zamarzania lub gwałtownym ochłodzeniem górnej warstwy na skutek opadów, np. gradu) [3,5].

Całość systemu ocieplania budynków zamyka cienka warstwa dekoracyjno-ochronna. Najważniejszym zadaniem tego składnika jest ochrona materiałów znajdujących się pod warstwą tynku nawierzchniowego oraz spełnienie wszystkich oczekiwań sfery związanej z estetyką elewacji [5].

1.2. Termomodernizacja budynków – wyprawy tynkarskie

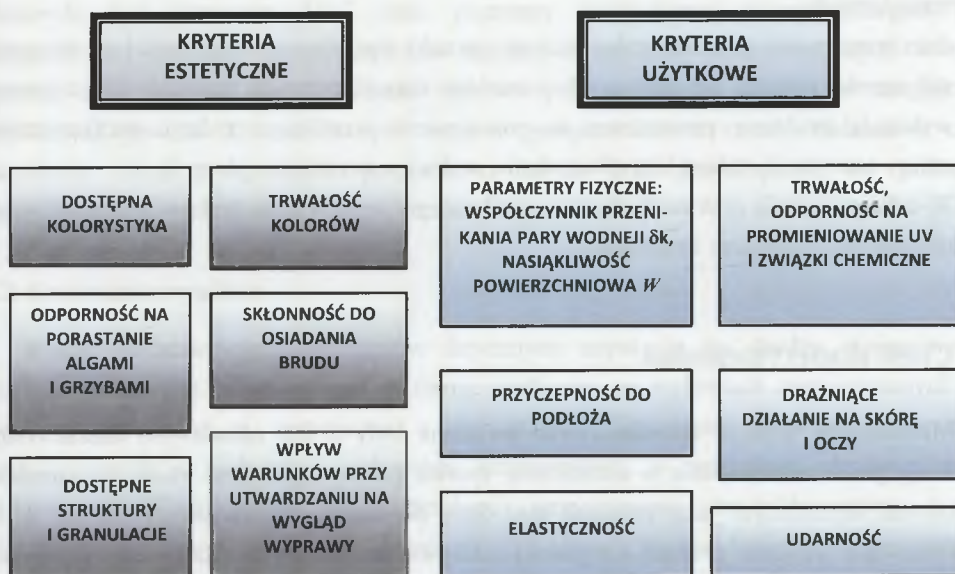
W produkcji cienkowarstwowości wypraw tynkarskich stosuje się dwa rodzaje spoiw: spoiwa mineralne i spoiwa organiczne. Rodzaje zastosowanych spoiw są podstawą do

podziału wypraw tynkarskich na tynki: mineralne – gdzie spoiwo stanowi cement, krzemianowe – gdzie spoiwo stanowi kombinacja żywicy organicznej i wodnego roztworu krzemianów, głównie potasu, akrylowe – zawierające żywice akrylowe lub styrenowo-akrylowe oraz ostatnia, bardzo interesująca grupa wyrobów – tynki silikonowe zawierające obok żywicy organicznej, najczęściej akrylowej lub akrylowo-styrenowej również żywicę silikonową. Żywica silikonowa, używana w produkcji tynków silikonowych, nie pełni roli spoiwa, jednak bardzo mocno podwyższa dyfuzyjność powłoki i znacznie ogranicza wodochłonność.



Rys. 2. Podział cienkowarstwowych tynków w zależności od zastosowanego spoiwa
Fig. 2. Types of thin plaster, depending on the applied adhesive

Istnieje wiele kryteriów oceny mas tynkarskich produkowanych w różnych technologiach, decydujących o wyborze odpowiedniego produktu do konkretnego zastosowania. Najogólniej, zgodnie z rys. 3, kryteria te podzielić można na dwie grupy: estetyczne i użytkowe. Kryteria estetyczne obejmują wszystkie cechy związane z nadawaniem elewacjom walorów dekoracyjnych, natomiast walory użytkowe związane są głównie z własnościami fizycznymi wypraw tynkarskich, decydującymi o funkcjonalności systemu termoizolacyjnego.



Rys. 3. Kryteria oceny cienkowarstwowych wypraw dekoracyjno-ochronnych stosowanych w systemach ocieplania budynków

Fig. 3. Criteria for evaluation of thin decorative-protective plaster coatings used in building insulation systems

1.3. Problematyka tynków krzemianowych

Tynki krzemianowe stanowią interesujący materiał tak pod względem użytkowym, jak również estetycznym. Pierwsze wyroby krzemianowe pojawiły się z końcem XVIII wieku. Wyroby takie oferowane były jako dwukomponentowy zestaw, możliwy do aplikacji na krótko, po zmieszaniu dwu komponentów: spoiwa stanowiącego potasowe szkło wodne i pigmentów z wypełniaczami. Pierwsze jednokomponentowe wyroby krzemianowe pojawiły się na rynku z końcem lat siedemdziesiątych XX wieku. Ze względu na specyficzne własności materiał ten ciągle konkurował z coraz to popularniejszymi dyspersyjnymi wyrobami do wykonywania powłok ochronnych, głównie na bazie żywic organicznych. Zasadniczym argumentem przemawiającym za stosowaniem tego wyrobu były: duża trwałość, mineralny charakter wyprawy tynkarskiej, a nade wszystko najwyższa spośród wypraw tynkarskich produkowanych w różnych technologiach przepuszczalność pary wodnej. Niechęć natomiast do stosowania tego wyrobu wynikała z takich cech, jak:

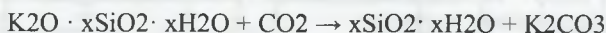
- podwyższone pH, mieszczące się w granicach od 11 do 13, skutkujące koniecznością stosowania podwyższonych środków ochrony osobistej pracowników wykonujących prace tynkarskie,
- trawiący charakter w stosunku do szyb, metalowej stolarki okiennej itp.,

- brak przyczepności do podłoża pokrytych wcześniej powłokami na bazie dyspersji organicznych,
- duża wrażliwości powłoki tynkarskiej na warunki wysychania w zależności od zmiennej wilgotności podłoża lub zmiennych warunków atmosferycznych materiały krzemianowe wykazują tendencje prowadzące do powstawania wszelkiego rodzaju mankamentów natury estetycznej, takich jak: odbarwienia, wykwit, zeszklenia, plamy itp.

W celu uniknięcia tych mankamentów technologie wytwarzania tynków krzemianowych poddawane były szeregom innowacji.

2. Część eksperymentalna

Mankamenty tynków krzemianowych związane były z ich zasadowym charakterem, wynikającym z zastosowania w charakterze spoiwa potasowego szkła wodnego o module molowym, rozumianym jako stosunek mol SiO_2 do mol K_2O , wynoszący od 3,6 do 4. Otrzymywano wówczas produkt o wysokiej reaktywności, zdolny do reakcji z dwutlenkiem węgla zgodnie z reakcją:



Wraz z przebiegiem takiej reakcji z roztworów szkła wodnego wytrąca się amorficzny żel krzemionkowy zawierający sól alkaliczną, proces ten nazywany jest krzemionkowaniem, silifikacją lub skamienieniem i polega na wnikaniu roztworu szkła wodnego do porowatego podłoża i reakcji z wytworzeniem żelu krzemionkowego. Produktem ubocznym jest higroskopijny amorficzny węglan potasu. W przypadku intensywnych kolorów może on być widoczny w postaci białego proszku [4].

Eksperyment miał na celu opracowanie technologii wytwarzania gotowego do użytku tynku cienkowarstwowego, którego właściwości aplikacyjne byłyby porównywalne z wyrobami produkowanymi w technologiach akrylowych, przy zachowaniu zalet wynikających z mineralnego charakteru tynków krzemianowych.

2.1. Materiał badawczy

W przeprowadzonym eksperymencie posłużono się typową recepturą do otrzymywania jednokomponentowych tynków krzemianowych, w której zastąpiono potasowe szkło wodne reaktywną krzemionką koloidalną, posiadającą zdecydowanie wyższy moduł, o pH mieszczącym się w przedziale od 8,2 do 8,5.

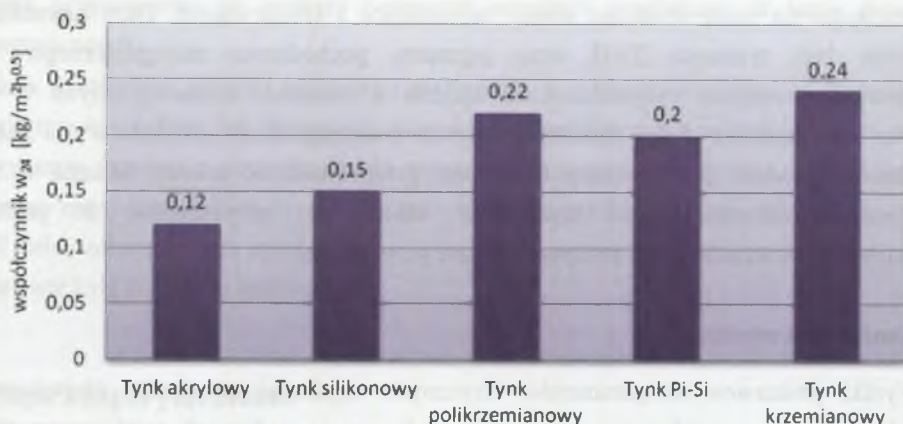
W skład takiej receptury wchodziły takie składniki jak: krzemionka koloidalna, dyspersja polimerowa i woda, a jako wypełniacze zastosowano: węglany wapnia o zróżnicowanej granulacji z przedziału od 40 μm do 1,5 mm, ponadto zastosowano środki dyspergujące,

zagęszczające na bazie celulozy, środki odpeniające i konserwujące. Bazę pigmentową stanowiła biel tytanowa TiO_2 oraz pigmenty pochodzenia nieorganicznego. Tak przygotowaną recepturę optymalizowano zgodnie z zasadami technologicznymi w taki sposób, aby możliwe było zbadania wpływu poszczególnych składników na jakość uzyskanych powłok. Dla uzyskanych receptur przeprowadzone zostały badania w celu określenia charakterystycznych parametrów, takich jak: przyczepność do podłoża, nasiąkliwość powierzchniowa i przepuszczalność pary wodnej.

2.2. Omówienie wyników

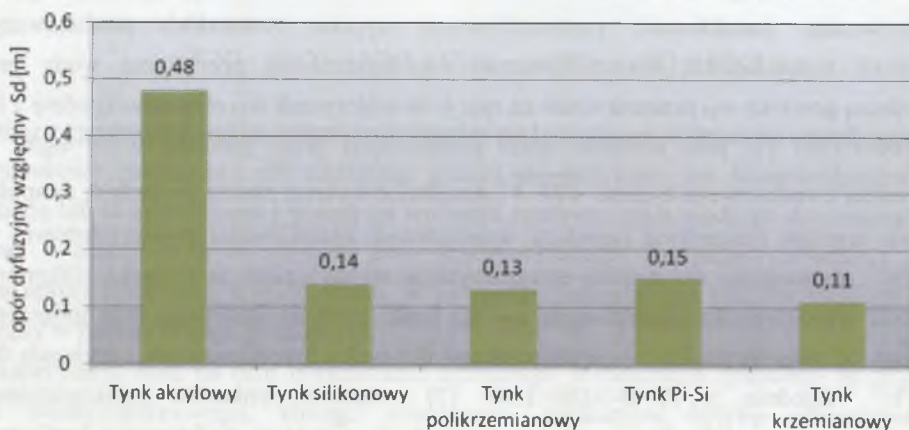
Wyniki podstawowych parametrów fizycznych uzyskanej na drodze eksperymentu powłoki tynkarskiej przedstawiono w formie graficznej na wykresach zamieszczonych na rys. 4–6. Parametry te zestawiono z parametrami fizycznymi wypraw tynkarskich produkowanych w tradycyjnej technologii krzemianowej, w technologii akrylowej oraz silikonowej. W odniesieniu do technologii otrzymywania modyfikowanego tynku krzemianowego z wykorzystaniem krzemionki koloidalnej, będącej tematem eksperymentu, zastosowano nazwę „polikrzemianowa”.

Porównanie nasiąkliwości powierzchniowej wypraw tynkarskich produkowanych w różnych technologiach, kwantyfikowanej współczynnikiem przenikania wody przez utwardzoną powłokę w_{24} przedstawiono na rys. 4. Współczynnik w_{24} obliczano zgodnie z PN-B-10106-3:1997 [7] jako stosunek ilości przenikającej przez powłokę wody kg/m^2 do pierwiastka kwadratowego z czasu $\sqrt{24 \cdot h}$. Analizując wykres, można stwierdzić, że spośród różnych wypraw tynkarskich najniższy współczynnik nasiąkliwości powierzchniowej w_{24} $kg/m^2 h^{0.5}$, wyznaczono dla tynków otrzymanych w technologiach akrylowej i silikonowej. Wielkość współczynnika nasiąkliwości w_{24} dla tynku polikrzemianowego była nieznacznie mniejsza od współczynnika w_{24} wyznaczonego dla tynku krzemianowego i wynosiła 0,22 $kg/m^2 h^{0.5}$. Zgodnie z PN-B-10106:1997 [7] wyprawa tynkarska polikrzemianowa zakwalifikowana została do grupy mas tynkarskich o małym podciąganiu kapilarnym. Obniżenie podciągania kapilarnego dla tynku polikrzemianowego uzyskano poprzez kilkuprocentowy dodatek żywicy silikonowej do receptury. Zmodyfikowaną w ten sposób masę tynkarską nazwano tynkiem Pi-Si (polikrzemianowo-silikonowym).



Rys. 4. Porównanie współczynnika nasiąkliwości powierzchniowej w_{24} kg/m²h^{0,5} wypraw tynkarskich produkowanych w technologii akrylowej, silikonowej, polikrzemianowej, polikrzemianowo-silikonowej Pi-Si oraz krzemianowej

Fig. 4. Compare of the surface absorption rate w_{24} kg/m²h^{0,5} of plasters coatings produced in the technology of acrylic, silicone, polysilicate, polysilicate-silicone Pi-Si and silicate



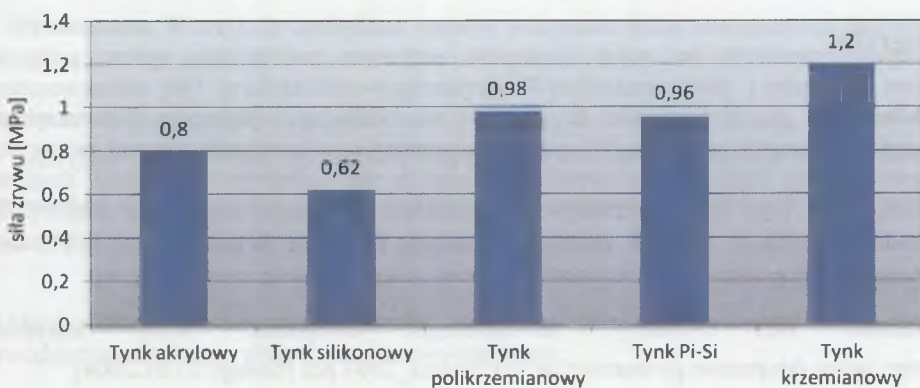
Rys. 5. Porównanie względnej wartości oporu dyfuzyjnego S_d [m] wypraw tynkarskich produkowanych w technologii akrylowej, silikonowej, polikrzemianowej, polikrzemianowo-silikonowej Pi-Si oraz krzemianowej

Fig. 5. Compare the relative values of diffusion resistance S_d [m] of plasters coatings produced in the technology of acrylic, silicone, polysilicate, polysilicate-silicone Pi-Si and silicate

Do skwantyfikowania przepuszczalności pary wodnej przez utwardzone powłoki, posłużono się względnym oporem dyfuzyjnym S_d definiowanym jako grubość nieruchomej warstwy powietrza stanowiącej taki sam opór względem pary wodnej jak rozpatrywana powłoka. Wielkość S_d wyznaczono zgodnie z PN-B-10106:1997. Na rys. 5 przedstawiono w sposób graficzny wartości S_d wyznaczone dla tynku polikrzemianowego i tynku Pi-Si oraz mas tynkarskich produkowanych w technologiach: akrylowej, silikonowej i krzemianowej.

Analizując wykres, można stwierdzić, że wielkości oporów dyfuzyjnych tynków: polikrzemianowego $S_d = 0,13$ [m] i polikrzemianowo-silikonowego $S_d = 0,15$ [m], są znacznie niższe od $S_d = 0,48$ [m] wyznaczonego dla tynku akrylowego, a nieznacznie wyższe od tynku krzemianowego.

Porównanie wytrzymałości wypraw tynkarskich, produkowanych w różnych technologiach, kwantyfikowanej siłą zrywającą wyprawy od podłoża betonowego, wyznaczonej z wykorzystaniem Testera Pull-Off [MPa], przedstawiono na rys. 6. Analizując wykres można stwierdzić, że siła zrywająca dla tynków: polikrzemianowego oraz polikrzemianowo-silikonowego Pi-Si tylko w niewielkim stopniu odbiega od siły zrywającej wyznaczonej dla tynku krzemianowego i jest ona znacznie wyższa od sił zrywających wypraw tynkarskich produkowanych w technologii akrylowej i silikonowej.



Rys. 6. Porównanie przyczepności wypraw tynkarskich do podłoża betonowego, produkowanych w technologii akrylowej, silikonowej, polikrzemianowej, polikrzemianowo-silikonowej Pi-Si oraz krzemianowej

Fig. 6. Compare the adhesion of plasters coatings to concrete produced in acrylic technology, silicone, polysilicate, polysilicate-silicone Pi-Si and silicate

3. Wnioski

- 1) Poprzez zastosowanie w technologii otrzymywania tynków krzemianowych zamiast dotychczas stosowanego potasowego szkła wodnego – aktywnej krzemionki koloidalnej można uzyskać wyprawy tynkarskie charakteryzujące się korzystniejszymi parametrami fizycznymi.
- 2) Tynki otrzymane w tej technologii można zastosować jako składnik w systemach ocieplania budynków zawierających, jako warstwę termoizolacyjną, wełnę mineralną lub styropian.

- 3) Wartość pH, równa 8 dla uzyskanych polikrzemianowych wypraw, umożliwia stosowanie ich również na podłoża pomalowane wcześniej farbami na bazie żywic organicznych, bez zmniejszenia przyczepności do podłoża. Stwierdzono, że krzemionka koloidalna wykazuje bardzo dobrą adhezję do podłoży organicznych.
- 4) Uzyskane wyprawy tynkarskie posiadają wysoką przepuszczalność pary wodnej, porównywalną z tradycyjnymi jednokomponentowymi tynkami krzemianowymi.
- 5) W uzasadnionych przypadkach można dla takich wypraw obniżyć wartość współczynnika nasiąkliwości powierzchniowej w_{24} poprzez dodanie do receptury żywicy silikonowej, co nie wpływa na wielkość pozostałych parametrów fizycznych.
- 6) Tynki polikrzemianowe są matowe, wykazują mineralny charakter, przez co doskonale komponują się z naturalnymi elementami w otoczeniu obiektów.

Bibliografia

1. Bobociński A., Pogorzelski J.: Ściany nie oddychają. Styropian Stowarzyszenie Producentów Styropianu: <http://www.styropiany.pl/index.cgi?oper=1&kod=oddychaj>.
2. Brachaczek W.: Atrybuty zewnętrznych malarskich powłok ochronnych dla budownictwa produkowanych w różnych systemach Zeszyty Naukowe w Katowicach WST, nr 2, Katowice 2010.
3. Gaczek M.: Systemy zewnętrznego ocieplania ścian budynków: http://www.ikb.poznan.pl/mariusz.gaczek/budma_2004.pdf [dostęp: 21.01.2004].
4. Gettert G., Rieber W.: Wasserglas und Farbe, Applikation, Fehlererscheinungen, deren Ursache und deren Beseitigung. Tiedermann Offset, Viernheim 1988.
5. Pogorzelski J.: Bariery oszczędności energii w budynkach. „Materiały Budowlane”, nr 1 (2006), s. 3–5.
6. Sulik P.: Kleje w bezspoinowych systemach ociepleniowych: <http://www.systemyocieplen.pl> [dostęp: 06.11.2006].
7. PN-B-10106:1997: Masy tynkarskie do wypraw pocienionych.