Dr inż. Marzena Najduchowska, dr inż. Paweł Pichniarczyk
Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie

Wpływ związków hydrofobowych na właściwości zapraw cementowych i gipsowych

Effect of hydrophobic agents on the properties of cement and gypsum mortars

1. Wprowadzenie

Niekorzystną cechą zapraw gipsowych jest ich mała odporność na działanie wody. W praktyce wyraża się to przede wszystkim niskim współczynnikiem rozmiękania oraz dużą nasiąkliwością. Wadą zapraw cementowych, jest natomiast ich niedostateczna odporność na wpływ niektórych czynników fizykochemicznych (korozja fizyczna i chemiczna). Wiąże się to z porowatą strukturą wyrobów cementowych i ich podatnością na wnikanie wody.

W celu wyeliminowania tych niekorzystnych właściwości podjęto próbę uszczelniania zaczynów i zapraw z tych dwóch materiałów budowlanych, poprzez zastosowanie związków krzemoorganicznych. Hydrofobizacja objętościowa polega na wprowadzeniu różnego rodzaju związków organicznych do świeżej masy spoiwowej, podczas jej mieszania z wodą.

2. Materiały stosowane w badaniach

W badaniach zastosowano cement portlandzki CEM I klasy 42,5. o powierzchni właściwej 280 m^2/kg według Blaine'a i gips budowlany - $CaSO_4 \cdot ½H_2O$ odmiany β, otrzymany w wyniku częściowego odwodnienia w kotłowej prażarce laboratoryjnej w temperaturze 160°C gipsu syntetycznego (około 98% $CaSO_4 \cdot 2H_2O$), z procesu odsiarczania gazów spalinowych mokrą metodą wapienną w Elektrowni „Bełchatów".

W badaniach w przypadku gipsu zastosowano również dodatek wapna hydratyzowanego, którego udział w mieszaninach z gipsem nie przekraczał 2%.

Jako związki hydrofobizujące wykorzystano: roztwór żywicy metylosilikonowej (MESI), czteroetoksysilan (TEOS), czterometoksysilan (TMOS), dwumetylodwu-etoksysilan (DMDES), metylotrójetoksysilan (MTES), metylotrójmetoksysilan (MTMS), polimetylohydrosiloksan (PMHS), polidwumetylosiloksan (PDMS), polihydrosiloksan (PHSO).

1. Introduction

The low resistance to the water attack is a negative feature of gypsum mortar. In practice it is expressed by a low coefficient of softening and high absorbability. The cementitious materials show, on the other hand, not fairly sufficient resistance as the some physical and chemical impacts from the environment (physical and chemical corrosion) are concerned. This is the consequence of porous structure and susceptibility to the penetration of water.

The efforts aimed in the prevention against these harmful phenomena presented above have been undertaken by sealing the pastes and mortars using the silicon-organic compounds. This so-called volume hydrophobisation is carried out by adding of different organic compounds to the fresh binder mixture during mixing with water.

2. Materials

The white Portland cement CEM I 42.5 with Blaine specific surface 280 m^2/kg and gypsum plaster β $CaSO_4 \cdot ½ H_2O$, produced by partial dehydration of synthetic gypsum (about 98% $CaSO_4 \cdot 2H_2O$; product from the flue gas desulfurization by wet method in Bełchatów power plant) at temperature 160°C in a laboratory reactor, were used. In the mixtures with gypsum the hydrated lime up to 2% was added.

The following admixtures were used as hydrophobic agents: the solution of methyl silicon resin (MESI), tetraethoxysilane (TEOS), tetramethoxysilane (TMOS), dimethyldiethoxysilane (DMDES), methyltriethoxysilane (MTES), methyltrimethoxysilan (MTMS), polymethylhydrosilixane (PMHS), polydimethylsiloxane (PDMS), polyhydrosiloxane (PHSO).

3. Methods

The measurements of wetting angle were carried out with aim to assess the hydrophobic properties of mortars. This method consists in the determination of the angle between the surface of solid and

3. Metody badań

W celu oceny hydrofobizującego zapraw cementowych i gipsowych wykonano badania kąta zwilżania. Metoda ta polega na pomiarze kąta między powierzchnią ciała stałego a styczną do powierzchni naniesionej cieczy, poprowadzoną przez punkt styku. Zestaw do pomiaru kąta zwilżania składał się z podstawy do umieszczenia badanej próbki, kamery video Model OS-25 oraz komputera z zamontowaną kartą video oraz specjalnego programu do obliczania wartości kąta zwilżania.

Oznaczenia porowatości zapraw cementowych i gipsowych wykonano za pomocą porozymetru rtęciowego firmy Carlo Erba Model 221, o maksymalnym ciśnieniu 200 MPa. Otrzymane wyniki przedstawiono w postaci krzywych kumulacyjnych rozkładu wielkości porów, które podają objętość porów w dowolnym przedziale promieni w zakresie 3,7 - 53600 nm.

Obserwacje mikrostruktury przeprowadzono za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego firmy JEOL, model 5400, współpracującego z mikroanalizatorem dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS) firmy Oxford Instruments LINK ISIS, Seria 300.

Pozostałe metody badań były zgodne z obowiązującymi normami dotyczącymi badań cementu, gipsu oraz domieszek do zapraw. Badania zaczynów i zapraw cementowych wykonano zgodnie z normami: PN-EN 480-2; PN-EN 1015-11; PN-EN 480-5 oraz PN-85/B-04500, a zaczynów i zapraw gipsowych według normy PN-86/B-04360 oraz PN--85/B-04500.

4. Wpływ związków krzemoorganicznych na właściwości fizyczne zaczynów i zapraw cementowych

Ze względu na to, iż wprowadzenie związków krzemoorganicznych do mieszaniny cementu z wodą i gipsu z wodą może wiązać się z zakłóceniem procesu wiązania i twardnienia, przeprowadzono badania czasu wiązania oraz właściwości mechanicznych zapraw z ich dodatkiem.

Ogólnie można stwierdzić, że związki krzemoorganiczne dodane w małych ilościach 0,2% masy spoiwa, powodują opóźnienie reakcji cementu z wodą co przejawia się przesunięciem w czasie początku i końca wiązania (rysunek 1), przedłużeniem okresu indukcji na krzywych ciepła twardnienia oraz spadkiem ilości ciepła (4-6, 9).

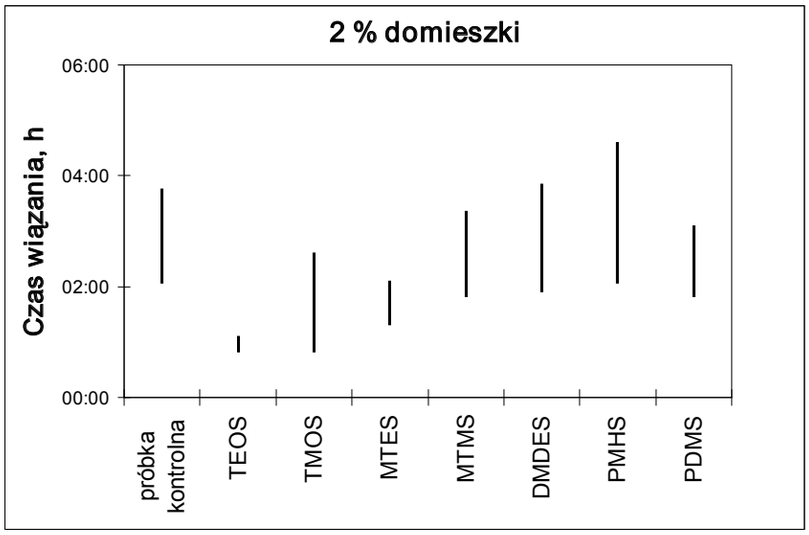
Badania wytrzymałości zapraw wykazały bardzo zróżnicowany wpływ badanych domieszek na tę właściwość (rysunek 2).

the tangent to the surface of liquid drop put on its surface. These measurements were done with help of computerized video camera Model OS-25 on the samples placed on special support.

The porosity of cement and gypsum mortars was measured using the mercury porosimeter Carlo Erba Model 221 at the maximum pressure 200 MPa. The results are shown as the sets of pore size distribution cumulative curves, giving the volume of pores in the range between 3.7 - 53600 nm.

The microstructure was examined under the scanning electron microscope JEOL 5400 with the EDS microanalyzer LINK ISIS 300 by Oxford Instruments.

The other investigations were carried out according to the following standards for cements, gypsum and admixtures: PN-EN 480-2; PN-EN 1015-11; PN-EN 480-5 and PN-85/B-04500 (for cement pastes and mortars) as well as PN-86/B-04360 and PN-85/B-04500 (gypsum plasters and mortars).



Rys. 1. Wpływ związków krzemoorganicznych na czas wiązania zaczynów

Fig. 1. Effect of silicon – organic compounds on cement setting

5. Badania wpływu związków krzemoorganicznych na penetrację wody do zapraw cementowych oraz odporność na mróz

W celu oceny wpływu związków krzemoorganicznych na zmniejszenie penetracji wody do zapraw cementowych wykonano badania: kąta zwilżania, nasiąkliwości i podciągania kapilarnego wody.

Zaczyny, zaprawy i betony cementowe zaliczyć można do materiałów hydrofilowych. Ich powierzchnie wykazują bardzo mały kąt zwilżania przez wodę, który wynosi około 38° (rysunek 3). Kropla wody naniesiona na powierzchnię próbki kontrolnej szybko rozpływa się, zwilżając całą powierzchnię i łatwo wnika w głąb materiału. Podobnie zachowują się zaprawy z domieszkami związków organicznych, zawierających wyłącznie grupy metoksy- i etoksylowe. W wyniku modyfikacji zapraw cementowych związkami krzemoorganicznymi zawierającymi w swoich łańcuchach grupy metylowe związane bezpośrednio z krzemem, zachodzi na powierzchni i przełamach zapraw zjawisko przyjmowania przez krople wody form kulistych. Świadczy to o uzyskaniu przez zaprawy z domieszkami związków krzemoorganicznych właściwości hydrofobowych. Jak wiadomo miarą hydrofobowości materiałów jest kąt zwilżania.

Uzyskane wyniki pomiarów kąta zwilżania zapraw zestawiono w tablicy 1, a dwa przykłady dotyczące zapraw cementowych pokazano na rysunku 3. Z otrzymanych danych wynika, że kąt zwilżania wodą zaczynów cementowych z domieszkami związków krzemoorganicznych zależy od rodzaju i ilości zastosowanej domieszki. Wraz ze wzrostem dodatku domieszki, efekt hydrofobowy jest większy. Wystąpienie tego efektu potwierdzają również badania podciągania kapilarnego i nasiąkliwości zapraw. Wyniki badań tych właściwości zapraw przedstawiono na rysunku 4.

Zmniejszenie zwilżalności wodą i obniżenie podciągania kapilarnego występuje przede wszystkim pod wpływem domieszek DMDES, PMHS i PDMS dodanych w ilości od 2 do 5% masy spoiwa. Jednakże przy zastosowaniu niektórych z tych domieszek nastąpiło pogorszenie właściwości mechanicznych zapraw cementowych.

Tablica 1 / Table 1

KĄT ZWILŻANIA ZAPRAW CEMENTOWYCH

WETTING ANGLE OF CEMENT MORTARS

Rodzaj domieszki	Średni kąt zwilżania
PRÓBKA KONTROLNA	37°
TEOS 1% + DMDES 1%	45°
TEOS 2% + DMDES 3%	62°
TMOS 2% + DMDES 3%	75°
DMDES 2%	98°
DMDES 5%	101°
PMHS 2%	84°
PMHS 5%	90°
PDMS 0.2%	66°
PDMS 2%	77°
PDMS 5%	89°

4. Effect of silicon – organic compounds on the physical properties of cement pastes and mortars

Because the silicon – organic compounds can disturb the setting and hardening process when added to the cement – water or gypsum – water mixtures, the measurements of setting time and mechanical properties of mortars with these admixtures were carried out.

Generally, one can find that the silicon – organic compounds retard the hydration reaction of cement, when introduced as 0.2% by mass of cement. The shift of initial and final setting time is thus observed (Fig. 1), as well as the elongation of the induction period on the heat evolution curves together with the lower heat values takes place (4-6, 9).

On the other hand the compressive and flexural strength tests show that the effect of silicon – organic compounds is very different (Fig. 2). This effect depends upon the percentage of admixture. Small amount does not bring about the strength decrease, while at higher percentage of some admixtures (2-5%) the mechanical properties become significantly reduced.

5. The effect of silicon – organic compounds on the water permeability in cement mortars and the resistance to freezing and thawing

In order to assess the effect of silicon – organic compounds as the water penetration reducing agents, the wetting angle, absorbability and capillary suction in cement mortars were measured.

Cement pastes, mortars and concretes are classified as hydrophilic materials. Their surfaces exhibit very low value of wetting angle in contact with water, usually about 38° (Fig. 3). The water drop put on the surface of the control sample is quickly spread out, wetting the surface and easily migrating inside the material. The similar phenomena are observed in case of mortars with the methoxy- and ethoxy- groups containing admixtures. But when cement mortars are modified with the silicon – organic compounds having the chains built of methyl groups bound directly with silicon, on the surfaces and fractured surfaces of mortars the water drops occur as spherical forms. Thus the hydrophobic behaviour of such prepared mortars is revealed. As it is known, the fairly high wetting angle is a measure of hydrophobic properties.

The data relating to the wetting angle of mortars are listed in Table 1, the two examples for cement mortars are shown in Fig. 3. As one can see, the wetting angle in contact of silicon – organic compounds containing cement paste with water depends upon the type and amount of admixture used. The hydrophobic properties are better at higher admixture content. These results have been supported by the measurements of capillary suction and absorbability. These data are presented in Fig. 4.

The reduced wetting and lower capillary suction is observed first of all in the presence of DMDES, PMHS and PDMS admixtures

Na szczególną uwagę zasługują te domieszki, które wywołują hydrofobizację zaczynów i zapraw przy jednoczesnym zachowaniu dobrych właściwości mechanicznych. Warunek ten spełnia domieszka PDMS.

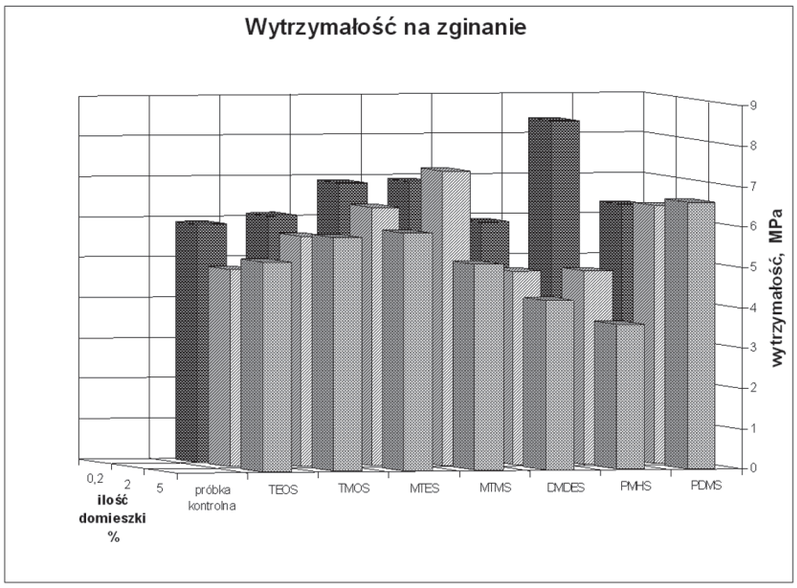
W celu sprawdzenia wpływu domieszek krzemoorganicznych na odporność zapraw na zamrażanie i rozmrażanie badaniami objęto próbki z domieszkami MESI, PMHS oraz PDMS. Przeprowadzone pomiary wykazały zwiększenie odporności zapraw z ich dodatkiem na działanie mrozu.

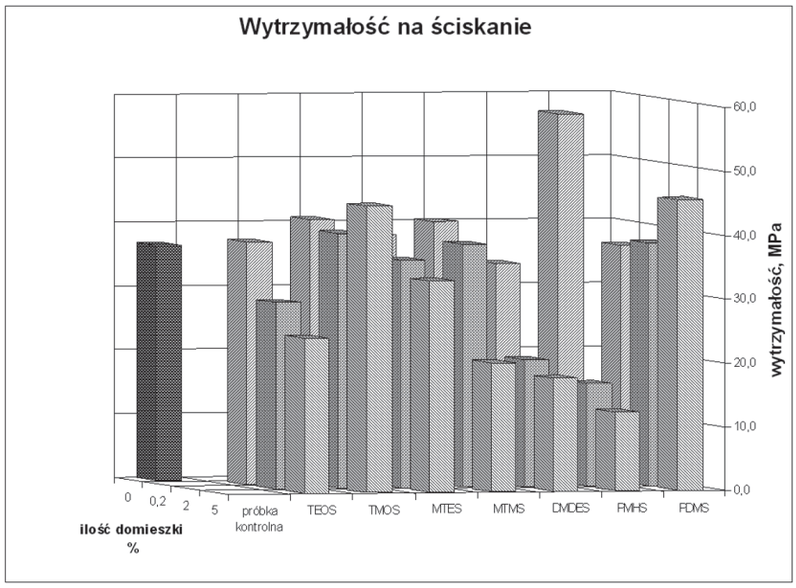
Zmniejszenie porowatości (rysunek 5) oraz bardzo duże ograniczenie podciągania kapilarnego i zmniejszenie nasiąkliwości, spowodowane domieszką związku PDMS w zaprawach poddanych 300 cyklom zamrażania i rozmrażania spowodowało mniejszy spadek wytrzymałości zapraw (6) w porównaniu z odpowiednimi zaprawami kontrolnymi. Natomiast poprawę mrozoodporności zapraw z dodatkiem 0,2% ilości związku PMHS osiągnięto przede wszystkim w wyniku modyfikacji rozkładu wielkości porów w zaprawach (rysunek 5).

6. Wpływ domieszek związków krzemoorganicznych na właściwości stwardniałych zaczynów gipsowych

Wpływ dodatków hydrofobizujących na właściwości zaczynów gipsowych oceniono na podstawie pomiarów współczynnika rozmiękania, przy ściskaniu i zginaniu. Wybrano właśnie tę właściwość stwardniałego zaczynu gipsowego, ponieważ określa ona stopień zmniejszenia wytrzymałości stwardniałego zaczynu gipsowego w stanie pełnego zawilgocenia, w stosunku do stanu suchego. Na rysunku 6 przedstawiono wyniki badań współczynników rozmiękania stwardniałych zaczynów. Wyniki te wykazują, że wprowadzenie do zaczynu gipsowego 3% domieszki MESI spowodowało znaczny wzrost współczynników rozmiękania, na przykład przy wytrzymałości na ściskanie do wartości około 0,8, co świadczy o niewielkim obniżeniu wytrzymałości w stanie pełnego zawilgocenia, w porównaniu do materiału suchego.

Z wyników badań przedstawionych na rysunku 7 widać, że zastosowana domieszka hydrofobizująca wpływa na zmniejszenie nasiąkliwości stwardniałych zaczynów gipsowych i wzrost wytrzymałości w stanie pełnego zawilgocenia przy jej spadku w stanie suchym, w porównaniu do analogicznych właściwości stwardniałych zaczynów bez domieszek. Znacznemu obniżeniu uległo również podciąganie kapilarne zaczynów. Zaczyny z domieszką MESI uzyskały bardzo dobre właściwości hydrofobowe (rysunek 7), natomiast kropla wody naniesiona na powierzchnię próby kontrolnej bez domieszki zaczynu gipsowego wnikała w głąb materiału.





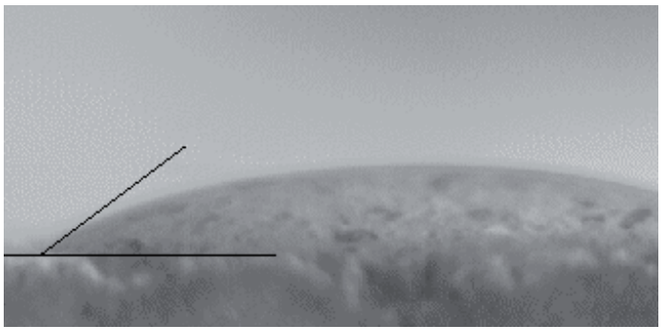
Rys. 2. Wytrzymałość zapraw po 28 dniach dojrzewania

Fig. 2. Strength of mortars after 28-day curing

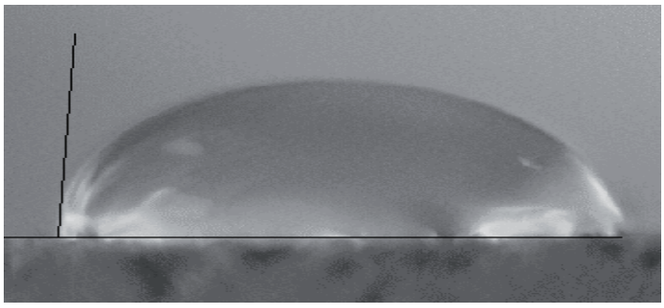
introduced as 2 to 5% by mass of cement. However, some of them bring about the compressive strength decrease. Therefore the special interest should be paid to the one giving the hydrophobic properties without simultaneous worsening of strength; this effect is observed for the PDMS.

In order to determine the effect of silicon – organic compounds on the freeze - thaw resistance of mortars the samples with MESI, PMHS and PDMS were produced. The improved resistance to freezing and thawing in the presence of these admixtures has been proved.

The reduction of porosity (Fig. 5) as well as significant lowering of capillary suction and absorbability in the presence of PDMS admixture in the mortars subjected to the 300 freezing and thawing cycles resulted in the low strength decrease (6) as compared



Próbka kontrolna
Kąt zwilżania wodą, wynoszący 38°



Zaprawa z 5 % domieszką PDMS
Kąt zwilżania wodą, wynoszący 87°

Rys. 3. Kąt zwilżania zaprawy cementowej z domieszką PDMS

Fig. 3. Wetting angle of cement mortar produced with PDMS admixture

Charakter zmian właściwości zaczynów gipsowych modyfikowanych emulsją PHSO był podobny (7, 8).

W dalszych doświadczeniach zrezygnowano z dodatku wapna hydratyzowanego ponieważ wyniki doświadczeń przedstawione na rysunku 8 jednoznacznie wykazują, że podstawowe zmiany właściwości stwardniałych zaczynów z gipsu są wywołane głównie przez dodatek silikonowy – MESI.

Z punktu widzenia odporności stwardniałych zaczynów gipsowych na działanie wody, wapno wpływa na korzystną modyfikację pokroju kryształów gipsu dwuwodnego. W wyniku procesu karbonatyzacji kryształy gipsu dwuwodnego pokryte są warstewką $CaCO_3$, która ogranicza ich bezpośredni kontakt z wodą.

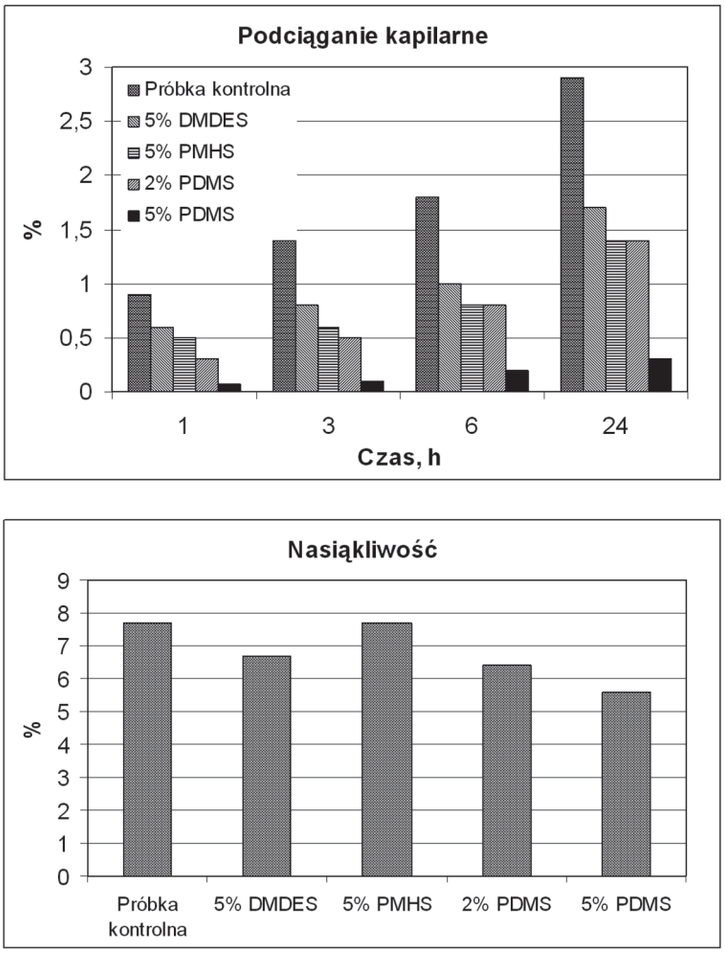
Obniżenie nasiąkliwości, podciągania kapilarnego oraz odporności na zamrażanie i rozmrażania zostały potwierdzone przez wielkość porowatości (tablica 2), z której wynika, że badana domieszka hydrofobizująca powoduje zmniejszenie porowatości otwartej i przesunięcie zakresu porów dominujących w kierunku porów mniejszych.

Z przeprowadzonych obserwacji pod mikroskopem skaningowym mikrostruktury stwardniałych zaczynów gipsowych z domieszką MESI w ilości 3, 5 i 10 % w porównaniu z mikrostrukturą stwardniałego zaczynu bez domieszek wynika, że MESI powoduje zmianę pokroju kryształów $CaSO_4 \times 2H_2O$ to the control mortars. At the same time the better freeze – thaw resistance in the mortar with 0.2% PMHS was attained due to the modification of pore size distribution (Fig. 5).

6. Effect of silicon – organic compounds on the properties of hardened gypsum pastes

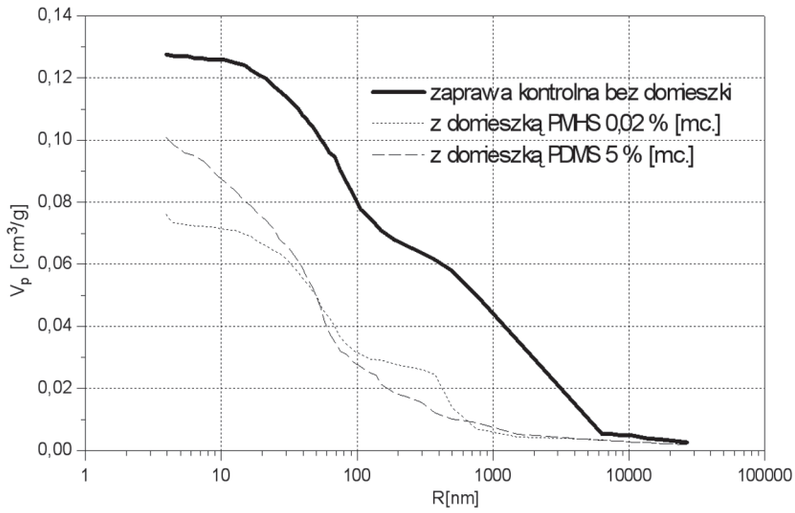
The effect of hydrophobic admixtures on the properties of gypsum pastes was evaluated basing on the softening factor at compression and bending. This method was taken into account because in such a way the strength decrease at full soaking with water is characterized in relation to the strength value at dry state. The results are presented in Fig. 6. One can see that the pastes with 3% MESI reveal the softening factor on the level 0.8 (compressive strength); it means that the reduction of strength is not high when the sample is soaked with water.

As one can find in Fig. 7 the hydrophobic admixture improves the absorbability of hardened gypsum pastes and augments the strength of fully soaked sample, while the corresponding value at dry state is lower than the value for reference material. The capillary suction is substantially hampered. The pastes with MESI reveal



Rys. 4. Nasiąkliwość i podciąganie kapilarne zapraw z domieszkami związków krzemoorganicznych

Fig. 4. Absorbability and capillary suction of mortars with the silicon – organic admixtures



Rys. 5. Rozkład wielkości porów w zaprawach po 28 dniach dojrzewania w wodzie

Fig. 5. Pore size distribution on the 28-day mortars cured in water

w stwardniałym zaczynie (rysunek 9). W porównaniu z zaczynem bez domieszki, kryształy te są większe i lepiej wykształcone.

7. Podsumowanie

Wprowadzenie badanych domieszek do mieszaniny zaczynów i zapraw gipsowych i cementowych wraz z wodą zarobową w ilości 0,2 – 10% masy spoiwa ma duży wpływ na zwiększenie zwartości stwardniałych zapraw.

Szczególnie korzystny wpływ na mikrostrukturę zaczynów i zapraw cementowych uzyskano w wyniku zastosowania polidwumetylosiloksanu. W wyniku dodatku tej domieszki otrzymano zaprawy o bardzo małej zwilżalności powierzchniowej i bardzo niskim podciąganiu kapilarnym wody. Zaprawy te wykazały zmniejszoną nasiąkliwość i zwiększoną odporność na zamrażanie i rozmrażanie.

Zastosowanie roztworu żywicy metylosilikonowej powoduje zmniejszenie nasiąkliwości i zwiększenie wytrzymałości w stanie pełnego zawilgocenia stwardniałych zaczynów gipsowych, przy zachowaniu korzystnych właściwości fizycznych w stanie suchym.

Tablica 2 / Table 2

POROWATOŚĆ OTWARTA I ZAKRES PORÓW DOMINUJĄCYCH W STWARDNIAŁYCH ZACZYNACH GIPSOWYCH

OPEN POROSITY AND DIAMETERS OF DOMINATING PORE FRACTIONS IN THE HARDENED GYPSUM PASTES

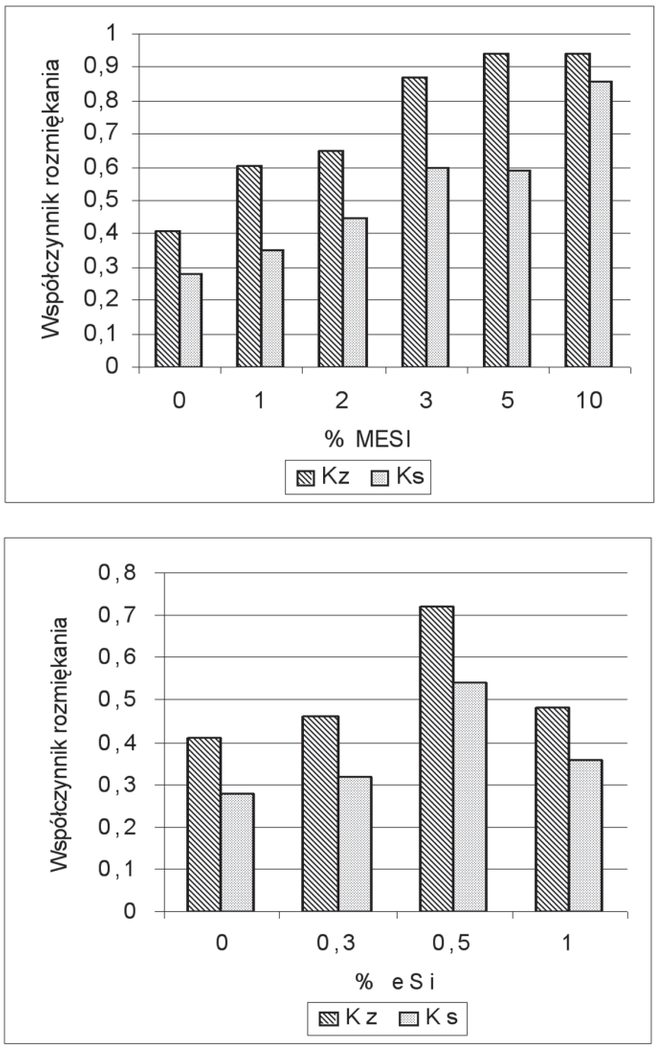
Skład próbki	Gęstość pozorna kg/m³	Porowatość otwarta cm³/g	Zakres porów dominujących nm
Próba kontrolna gipsu	1200	0,42	1000 - 3000
Gips modyfikowany 3% MESI	1200	0,39	710 - 1150

very good hydrophobic behaviour (Fig. 7); the water drop put on the surface of reference sample infiltrates inside the material.

The changes observed in the presence of modified PHSO emulsion are similar (7, 8).

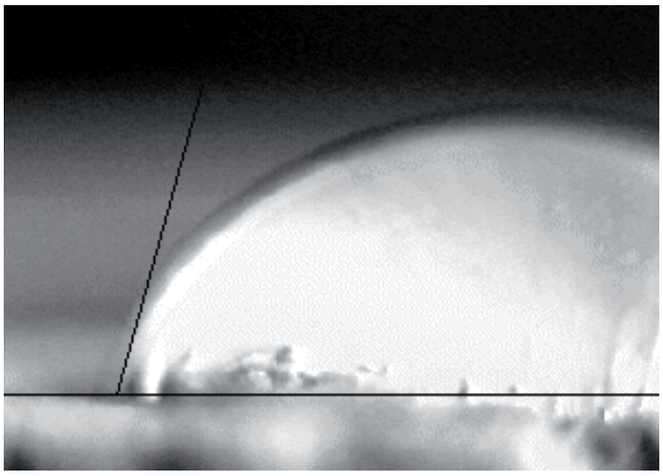
Further experiments were carried out without hydrated lime because the results showed that the basic changes were only the consequence of silicon admixture - MESI used.

The addition of hydrated lime, as the resistance of hardened gypsum pastes to water attack is considered, affects beneficially the morphology of gypsum dihydrate crystals. Subsequently, these crystals are covered with the $CaCO_3$ layer in the carbonation process and therefore their direct contact with water is hindered.



Rys. 6. Wpływ domieszek krzemoorganicznych na współczynnik rozmiękania przy zginaniu K_z i ściskaniu K_s stwardniałych zaczynów z gipsu ze stałym dodatkiem wapna w ilości 2%

Fig. 6. Effect of silicon – organic compounds on the softening factor at bending K_z and compression K_s for hardened gypsum pastes with 2% hydrated lime addition



Rys. 7. Kąt zwilżania wodą zaczynu gipsowego z domieszką MESIw ilości 3 %, wynoszący 75°

Fig. 7. Wetting angle of gypsum with 3% MESI admixture is 75°

Korzystny wpływ domieszki roztworu żywicy metylosilikonowej na właściwości stwardniałych zaczynów gipsowych związany jest ze zmniejszeniem porowatości oraz ze zmianą kształtu i wielkości kryształów $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Przypuszczalnie żywica matylosilokonowa ulega adsorpcji na powierzchni kryształów, uniemożliwiając ich bezpośredni kontakt z wodą.

Literatura / References

1. A. Piątkowski, Wpływ dodatku lateksu polioctanu winylu na niektóre własności zapraw cementowych, nr 12, s. 351-355, Cement Wapno Gips (1970).

2. A. Piątkowski, Własności zapraw cementowych zawierających dodatki lateksów żywic syntetycznych, nr 2, s. 55-58, Cement Wapno Gips (1969).

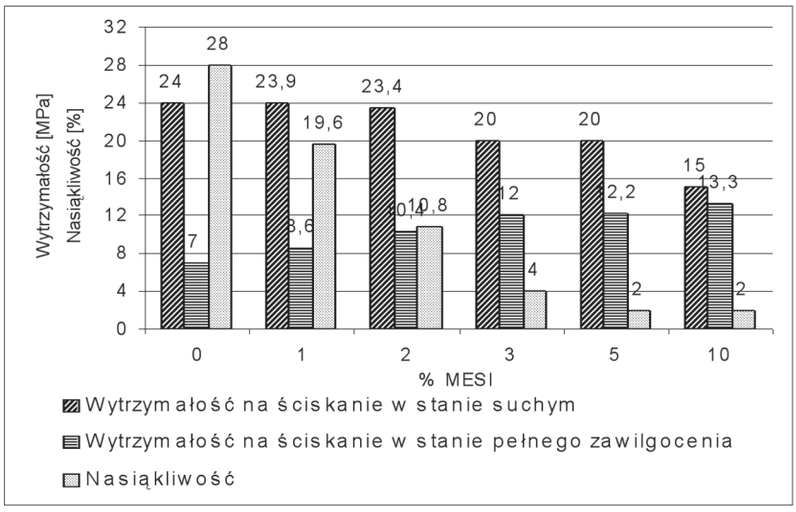
3. H. Pierzchała, Wpływ emulsji polioctanu winylu na wiązanie cementów portlandzkich, nr 10, s. 204-209, Cement Wapno Gips (1963).

The data relating to the reduction of absorbability, capillary suction and freeze – thaw resistance are well compatible with the porosity (Table 2). One can notice that the hydrophobic admixture lowers the open porosity and shifts the pore size distribution toward the domination of smaller pores.

The examinations under the scanning electron microscope reveal that at the presence of MESI added as 3, 5 and 10%, the microstructure of $CaSO_4 \times 2H_2O$ crystals in the hardened gypsum pastes is modified (Fig. 9). These crystals are large and well developed as compared to the product formed without admixture.

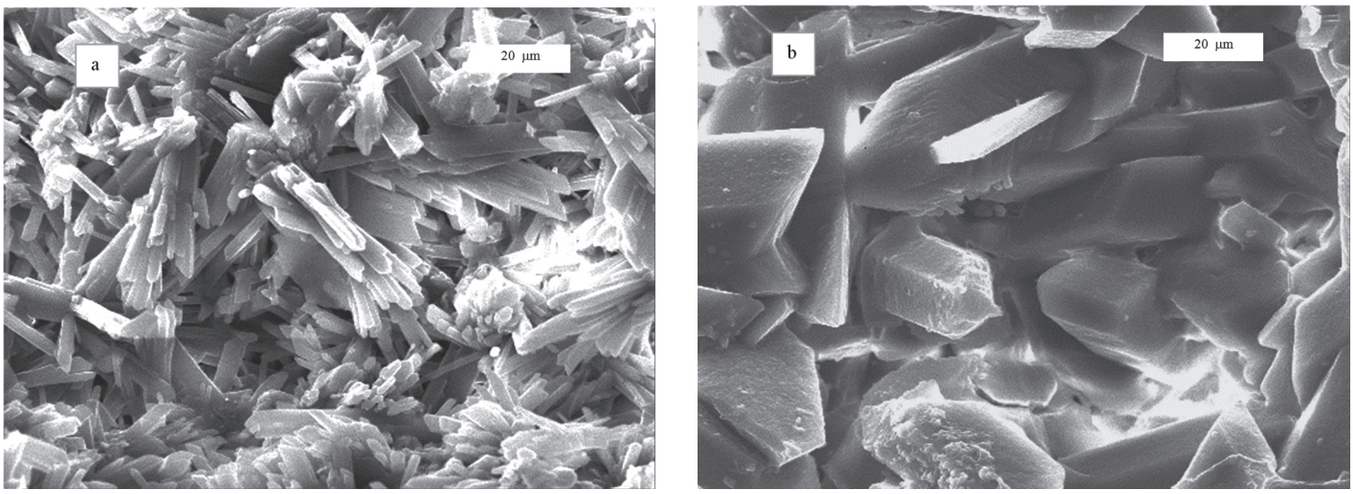
7. Summary

The silicon – organic admixtures introduced with the process water to the cement and gypsum pastes and mortars as 0.2 to 10% by



Rys. 8. Wpływ MESI na właściwości stwardniałych zaczynów z gipsu ze stałym dodatkiem wapna w ilości 2%

Fig. 8. Effect of MESI admixture on the properties of hardened gypsum plasters with 2% hydrated lime addition



Rys. 9. Obraz kryształów $CaSO_4 \times 2H_2O$ w stwardniałym zaczynie a) bez domieszek; b) z domieszką MESI w ilości 10 % (2000x)

Fig. 9. SEM. $CaSO_4 \times 2H_2O$ crystals in the hardened gypsum paste a) without admixture; b) with 10% MESI (2000x)

4. S. Peukert, M. Zdaniewicz, Wpływ wybranych związków krzemoorganicznych na właściwości zapraw i zaczynów cementowych, Prace IMMB, nr 25, 1999.

5. M. Zdaniewicz, Poprawa odporności zapraw na działanie czynników atmosferycznych oraz agresję siarczanową poprzez zastosowanie domieszek związków krzemoorganicznych. XII Konferencja Naukowo-Techniczna KONTRA'2000, Zakopane 2000.

6. S. Peukert, H. Szeląg, M. Zdaniewicz, Wybrane problemy wodoszczelności i odporności korozyjnej betonu, 20. Konferencja Naukowo-Techniczna "Jadwisin 2006", Beton i prefabrykacja, Serock, 17-19 maja 2006.

7. P. Pichniarczyk, Właściwości zaczynów z gipsu syntetycznego hydrofobizowanych silikonami. III Konferencja Naukowo-Techniczna MATBUD'2000, Kraków 2000.

8. P. Pichniarczyk, M. Zdaniewicz, G. Malata, The effect of organo-silicone compounds admixtures on the properties of concrete and gypsum products. II. International Scientific Conference. Quality and reliability in building industry, Levoca 2001.

9. M. Zdaniewicz, Wpływ domieszek związków krzemoorganicznych na właściwości zaczynów i zapraw cementowych, nr 5, str. 194, Cement Wapno Beton (2000).

mass of binder have a significant impact of the compactness of hardened materials.

The effect of polydimethylsiloxane on the microstructure is particularly advantageous. The mortars reveal very low surface ability to wetting and very low capillary suction. They show also reduced absorbability and better freeze – thaw resistance.

The solution of methyl silicone resin results in reduced absorbability and higher strength of gypsum pastes at full soaking with water, with simultaneously good physical parameters at dry state.

The beneficial effect of the solution of methyl silicone resin on the properties of hardened gypsum pastes is the consequence of lower porosity and change of the morphology and size of $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ crystals. Presumably the adsorption of admixture on the surface of gypsum crystals takes place and their contact with water is thus hampered.