

Sledování vlivu kvalitativních parametrů vápen na tvorbu výkvětů na povrchu hutných silikátových kompozitů

Jaromír Vojáček, Pavel Leber, Aleš Rubek

Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., Hněvkovského 65, 617 00 Brno

Abstrakt:

Příspěvek se zabývá problematikou simulace tvorby vápenných výkvětů v laboratorních podmínkách na povrchu hutných autoklávovaných silikátových kompozitů. Jedním z klíčových parametrů z hlediska náchylnosti kompozitů ke tvorbě vápenných výkvětů je mimo nasákavosti, pórovitosti kompozitů a podmínek hydrotermálního vytvrzování především kvalita jednotlivých vápen použitých při výrobě kompozitů. Postupně se ověřoval vliv velikosti zrn vápen, množství volného CaO a různých teplot laboratorního výpalu vápenců na tvorbu výkvětů.

1. Úvod

Z hlediska náchylnosti vápenopískových kompozitů ke tvorbě vápenných výkvětů je důležitá dokonalá hydratace vápna již v reaktoru před kompaktováním, včetně dostatečného odležení směsi před jejím vložením do autoklávu. Postupná hydratace vápna až v autoklávu způsobuje objemové změny, dojde k popraskání cihel a k následné tvorbě vápenných výkvětů. Vznikající hydroxid vápenatý je vyplavován prasklinami na povrch cihel, kde za přítomnosti CO₂ přechází na uhličitán vápenatý CaCO₃, který je konečnou formou vápenných výkvětů na vápenopískových cihlách. Značný vliv na výkvětovitost má tedy variabilita jednotlivých pálených vápen. Jako hlavní příčina variabilita páleného vápna, pomíneme-li výkyvy rychlosti a teploty výpalu, se nejpravděpodobněji jeví variabilita struktury a mineralogického složení vápence, tzn. nehomogenita vstupních složek v různém okamžiku výpalu. Různé šarže vápna mají pak již odlišné vlastnosti, jež se projeví objemovými změnami a výkvětovitostí na vápenopískových cihlách.

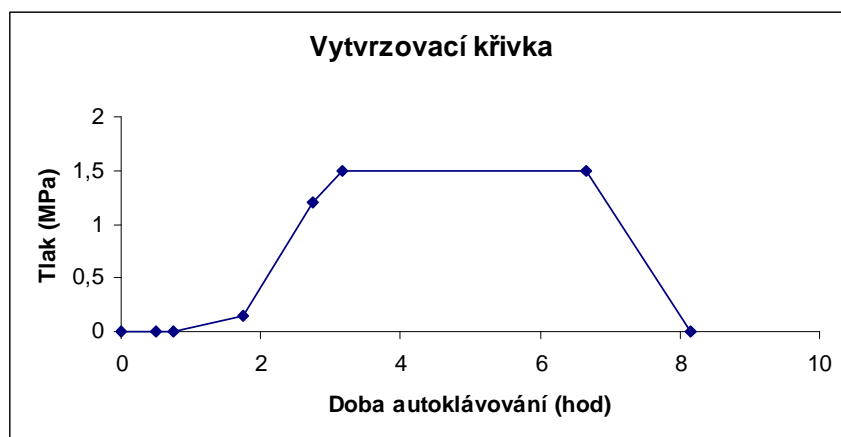
2. Postup prací

V rámci laboratorní simulace výkvětovitosti probíhaly zkoušky ověřování příčin výskytu vápenných výkvětů na povrchu kompozitů ve vazbě na kvalitativní parametry vápen. Postupně se ověřoval vliv velikosti zrn vápen, množství volného CaO a různých teplot laboratorního výpalu vápenců na tvorbu výkvětů.

Výroba vápenopískového kompozitu - vliv velikosti zrn vápna

V rámci prací probíhala laboratorní výroba vápenopískového kompozitu. Receptura směsi sestávala z 9 hmotnostních dílů písku Bzenec frakce 0-1 mm a 1 hmotnostního dílu komerčně dostupného vápna Carmeuse s velikostí zrn pod 0,09 mm a 0,09-0,2 mm. Na probarvení směsi byl použit pigment z důvodu zřetelnějšího sledování projevů výkvětovitosti. Z této směsi byla následně připravena zkušební tělíska, válečky o průměru cca 36 mm a výšky cca 37 mm, jež byly za definovaných podmínek hydrotermálně vytvrzeny v autoklávu. Křivku vytvrzování uvádí obrázek č. 1. Při přípravě tělísek byl použit kompaktovací tlak 25 kN, jenž cca odpovídá tlaku v provozu fy KM Beta. Vlhkost tělísek před vložením do autoklávu byla 4,6 až 6,4 %.

15. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky



Obr. č. 1 Křivka vytvrzování

Při výrobě kompozitů byla zjišťována objemová stálost a další vlastnosti, které jsou uvedeny v tabulce číslo 1.

Tabulka č. 1: Vlastnosti kompozitu: velikost zrn vápna pod 0,09 mm

kompozit	Objemová hmotnost před autokláv. (kg.m ⁻³)	Objemová hmotnost po autokláv. (kg.m ⁻³)	Roztažnost na šířku válečku (mm/m)	Roztažnost na výšku válečku (mm/m)	Nasákavost (% hm.)	Vlhkost směsi (%)
1,5h míchání	1821	1750	0,21	0,14	11,1	4,6
2h míchání	1887	1813	-0,14	0,14	11	6,4
2,5h míchání	1838	1769	0	0,007	11,7	5,3

U žádného vzorku kompozitu nebyla zjištěna po vytvrzení v autoklávu výrazná objemová nestálost, nebyly také zaznamenány stopy po výkvětech. U receptury s dobou míchání 1,5 h byly zaznamenány občasné mikrotrhlinky.

Tabulka č. 2: Vlastnosti kompozitu: velikost zrn vápna 0,09 až 0,2 mm

kompozit	Objemová hmotnost před autokláv. (kg.m ⁻³)	Objemová hmotnost po autokláv. (kg.m ⁻³)	Roztažnost na šířku válečku (mm/m)	Roztažnost na výšku válečku (mm/m)	Nasákavost (% hm.)	Vlhkost směsi (%)
2h míchání	1901	1825	-0,11	0,14	11,3	5,2
2,5h míchání	1858	1792	0,06	0,07	11,8	4,8

U žádného vzorku kompozitu nebyla zjištěna po vytvrzení v autoklávu výrazná objemová nestálost, nebyly také zaznamenány stopy po výkvětech.

Zkušební tělesa připravených kompozitů byla následně ponořena do destilované vody do hloubky cca 2 mm. Zde se informativně sledoval nárůst výkvětů. Zkušební tělesa byla po 7, 14 (28) dnech

15. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky

uložení – teplota cca 20 °C, relativní vlhkost 40 % – vyjmuta ze zkušebního prostoru a vysušena při laboratorních podmínkách. Poté se vizuálně hodnotil nárůst výkvětů, jenž udávají tabulky číslo 3 a 4.

Tabulka č. 3: Tvorba výkvětů po 7 a 14 dnech uložení : velikost zrn vápna pod 0,09 mm

zkušební těleso	výkvět	
	7 dnů	14 dnů
míchání 1,5 h	NE	NE
míchání 2 h	NE	NE
míchání 2,5 h	NE	NE

Tabulka č. 4: Tvorba výkvětů po 7, 14 a 28 dnech uložení: velikost zrn vápna 0,09 až 0,2 mm

zkušební těleso	výkvět		
	7dnů	14 dnů	28 dnů
míchání 2 h	NE	NE	NE
míchání 2,5 h	NE	NE	NE

K nárůstu výkvětů na povrchu zkušebních těles nedošlo u žádného typu kompozitu. Neprokázal se tak negativní vliv 0,09-0,2mm zrn vápna na výkvětovost oproti vápnu s granulometrií pod 0,09 mm.

Výroba vápenopískového kompozitu - vliv obsahu volného CaO

Postup výroby kompozitů a hodnocení náchylnosti k výkvětovosti byl stejný jako v případě sledování vlivu velikosti zrn. Na přípravu kompozitů bylo použito vápno Carneuse s obsahem 85 % volného CaO. Vlastnosti kompozitu jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6. Tyto vlastnosti byly poté srovnány s kompozity z tabulky č. 1 (vápno Carneuse, frakce < 0,09 mm)

Tabulka č. 5: Vlastnosti kompozitu

kompozit	Objemová hmotnost před autokláv. (kg.m ⁻³)	Objemová hmotnost po autokláv. (kg.m ⁻³)	Roztažnost na šířku válečku (mm/m)	Roztažnost na výšku válečku (mm/m)	Nasákavost (% hm.)	Vlhkost směsi (%)
2h míchání	1878	1812	0,11	-0,08	11,0	5,3
2,5h míchání	1895	1832	0,08	0,07	11,2	4,9

15. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky

Tabulka č 6.: Tvorba výkvětů po 7, 14 a 28 dnech uložení

zkušební těleso	výkvět		
	7 dnů	14 dnů	28 dnů
míchání 2h	NE	NE	NE
míchání 2,5h	NE	NE	NE

K nárůstu výkvětů na povrchu zkušebních těles nedošlo u žádného typu kompozitu. Nebyl tak zjištěn rozdíl mezi vápnem s obsahem vol. CaO 85 % oproti vápnu s > 95 % CaO (vápno Carmeuse, velikost zrn < 0,09 mm, tabulka č. 1).

Výroba vápenopískového kompozitu - vliv teploty výpalu

Postup výroby kompozitů a hodnocení náchylnosti k výkvětovitosti byl stejný jako v případě sledování vlivu velikosti zrn. Na přípravu kompozitů bylo použito vápno Carmeuse z laboratorního výpalu při 950 °C a 1150 °C. Vlastnosti kompozitů udávají tabulky č. 7, 8 a 9.

Tabulka č. 7: Vlastnosti kompozitu, výpal vápence při 950 °C

kompozit	Objemová hmotnost před autokláv. (kg.m ⁻³)	Objemová hmotnost po autokláv. (kg.m ⁻³)	Roztažnost na šířku válečku (mm/m)	Roztažnost na výšku válečku (mm/m)	Nasákavost (% hm.)	Vlhkost směsi (%)
2h míchání	1888	1823	0,09	-0,07	11,5	5,2
2,5h míchání	1875	1811	0,11	0,04	11,2	5,4

Tabulka č 8.: Tvorba výkvětů po 7, 14 a 28 dnech uložení

zkušební těleso	výkvět		
	7dnů	14 dnů	28 dnů
míchání 2h	NE	NE	NE
míchání 2,5h	NE	NE	NE

K nárůstu výkvětů na povrchu zkušebních těles nedošlo u žádného typu kompozitu.

15. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
Ekologie a nové stavební hmoty a výrobky

Tabulka č. 9: Vlastnosti kompozitu, výpal vápence při 1150 °C

kompozit	Objemová hmotnost před autokláv. (kg.m ⁻³)	Objemová hmotnost po autokláv. (kg.m ⁻³)	Roztažnost na šířku válečku (mm/m)	Roztažnost na výšku válečku (mm/m)	Nasákavost (% hm.)	Vlhkost směsi (%)
2h míchání	1930	1747	16,2	19,6	11,1	5,5
2,5h míchání	1945	1758	15,5	19,0	11,3	5,0

Na vzorcích byly po vytvrzení v autoklávu zaznamenány nežádoucí mikrotrhlínky. Došlo též k výrazným objemovým změnám, jak je patrné z výše uvedené tabulky. Na zkušebních tělesech došlo také po autoklávování k pozorovatelné tvorbě výkvětů.

3. Závěr

V rámci ověřování příčin výskytu vápenných výkvětů na povrchu autoklávovaných hutných kompozitů ve vazbě na kvalitativní parametry vápen se postupně zkoumal vliv velikosti zrn vápen, množství volného CaO a různých teplot laboratorního výpalu vápenců. Tvorba výkvětů byla zaznamenána u kompozitů připravených z „tvrdě“ pálených vápen. Tato vápna vypálená při vyšších teplotách mají menší reaktivitu, jejich hydratace tak probíhá pomaleji než u měkce pálených vápen. V procesu hydrotermálního vytvrzování kompozitů tak došlo k jejich opožděné hydrataci a k následné tvorbě výkvětů. Současně s výkvětovitostí byly též jako důsledek opožděné hydratace pozorovány výrazné objemové změny.

Tento příspěvek byl vytvořen s podporou výzkumného centra MŠMT ČR č. 1M06005 – CIVAK.