



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252551

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

C 04 B 38/04

(22) Přihlášeno 21 12 81

(21) PV 9562-81

(40) Zveřejněno 13 11 85

(45) Vydáno 15 03 88

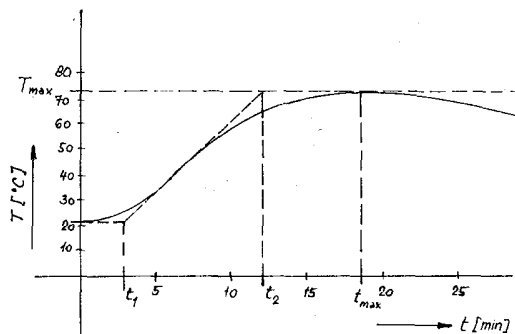
(75)

Autor vynálezu

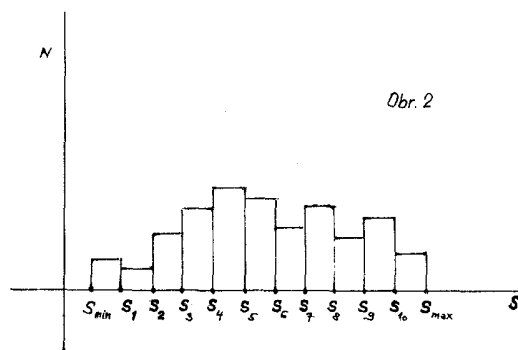
ŠARGON FRANTIŠEK ing. CSc., BRNO, FRTUSOVÁ SOŇA ing., BRATISLAVA,
ŠTÍPEK ČESTMÍR ing., PRAHA

(54) Způsob omezení vzniku mikrotrhlin a zlepšení rovnoměrnosti struktury pórobetonu

Řešení se týká zejména pórobetonu obsahujícího vápno jako aktivní pojivo. Účelem vynálezu je zlepšit rovnoměrnost struktury pórobetonu a omezit možnost vzniku mikrotrhlin a tím zvýšit jeho pevnost v tlaku a tepelně izolační vlastnosti. Tohoto účelu je dosaženo tím, že velikost a rozsah granulometrie hliníkové přísady dávkované do pórobetonové výrobní směsi se volí podle reaktivity použitého vápna.



Obr. 1



Obr. 2

Vynález se týká způsobu omezení vzniku mikrotrhlin a zlepšení rovnoměrnosti struktury pórobetonu obsahujícího vápno jako aktivní pojivo.

Pórobeton je umělý kámen obsahující póry o průměru až 4 mm, který je charakterizován svou objemovou hmotností, pevností v tlaku a tepelně izolačními vlastnostmi. Pevnost v tlaku se zvyšuje se vzrůstající objemovou hmotností a se zlepšující se rovnoměrností struktury pórobetonu, čili stejnoměrnou velikostí jednotlivých pórů. Celkový objem pórů pak nepřímo úměrně ovlivňuje objemovou hmotnost, avšak přímo úměrně s ním se zlepšuje tepelně izolační schopnost pórobetonu.

Proces nakypřování pórobetonu se doposud řídí jen množstvím hliníkové přísady, přihlíží se jen k jejímu měrnému povrchu. Tato hodnota však nic neříká o vlastní granulometrii, především pak o rovnoměrnosti velikosti částíček přidávaného hliníkového prášku. Nijak se nepřihlíží k velikosti a rozsahu použité granulometrické frakce. Takovýto technologický postup vyhovuje u výroby pórobetonu na bázi písek-cement, kde se v průběhu nakypřování hmoty její teploty výrazně nemění, avšak je zcela nevyhovující u technologií pracujících s páleným vápnem nebo jeho kombinací s cementem. Zde dochází k podstatnému zvýšení teploty v průběhu nakypřování a vlivem nesouladu mezi průběhem hašení vápna a průběhem vývoje plynů je narůstání pórobetonové hmoty provázáno vřením, případně sedáním hmoty, což se projevuje vznikem mikrotrhlin a nerovnoměrnou strukturou pórobetonu. Finální vlastnosti pórobetonových výrobků se zhoršují.

Uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem omezení vzniku mikrotrhlin a zlepšení rovnoměrnosti struktury podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že pro přípravu pórobetonové směsi se granulometrie hliníkové přísady volí podle kinetických vlastností použitého vápna, přičemž pro rychlá vápna se dává jemná úzká frakce, pro středně rychlá vápna se dává střední širší frakce a pro pomalá vápna se dává hrubá úzká frakce.

Volbou granulometrie hliníkové přísady s ohledem na kinetické vlastnosti použitého vápna se vytváří jednotné podmínky pro nakypřování pórobetonové hmoty, neboť vývoj plynů, jak bude prokázáno dále, při rozpouštění hliníku i průběh hydratace vápna bude probíhat stejnou rychlostí a rovnoměrně. Výsledkem je pak rovnoměrná struktura pórobetonu, který vykazuje i větší pevnost při vysoké tepelně izolační schopnosti, čili při nízkém měrném ztrátovém teple.

Simulací výboje vodíku při rozpouštění hliníku v alkalickém prostředí bylo prokázáno, že proces tvorby pórů probíhá tak, že vzniklý vodík vytvoří základní objem póru, do kterého se odpařuje voda z pórobetonové směsi v okolí póru v závislosti na okamžité teplotě směsi. Objem pórů je tedy pro dané okamžité hodnoty plastické pevnosti a napětí pórobetonové směsi určen součtem hodnot parciálních tlaků vodíku a vodní páry při dané okamžité hodnotě teploty směsi. Pór bude zvětšovat svůj objem, pokud tlak v póru bude větší než plastická pevnost směsi a pokud nebude překročeno dovolené napětí směsi. Pokud k tomu dojde, pór praskne a vznikne trhlina, případně i přes několik pórů.

Každé hliníkové zrníčko tedy působí jako zárodek budoucího póru. Čím větší zrníčko, tím větší je zárodečný pór. Voda, odpařující se do zárodečných pórů, v důsledku zvyšování teploty směsi v průběhu nakypřování a tím i roustoucí tenze vodní páry, zvětšuje objem pórů. I když je uvnitř pórů různých objemů přibližně stejný tlak, jsou póry s menším objemem pevnější, poněvadž síla působící na jejich stěny je menší.

Z uvedeného vyplývá, že hliníková zrníčka stejné velikosti, neboli úzké granulometrie, dávají vzniknout zárodečné póry stejné velikosti a jejich další vývoj vlivem uvolňujícího se tepla z hydratujícího vápna je rovnoměrný, a stejný je i průběh nakypřování v celém objemu pórobetonové hmoty. Z malých zrníček pak vznikají malé zárodečné póry, které mohou rychle zvětšovat svůj objem, aniž by hrozilo nebezpečí, že dojde k jejich prasknutí a tím vznik trhlin. Naopak velkým zrníčkům hliníkové přísady odpovídající velké zárodečné póry je možno nechat narůstat jen pozvolna a po krátkou dobu tak, aby nedošlo k jejich porušení a tím vzniku trhlin.

Neméně důležitým parametrem je však rychlost zvyšování teploty nakypřované směsi, neboť s ní souvisí rychlost růstu jednotlivých pórů. Nesoulad mezi rychlostí vývoje vodíků při rozpouštění hliníku a rychlostí odpařování vody z pórobetonové směsi vlivem příliš rychlého nebo naopak příliš pomalého nárůstu teploty směsi, způsobeného rychlou nebo pomalou hydratací vápna rovněž vyvolá popraskání pórů a tím vznik mikrotrhlin. Kromě granulometrie hliníkové přísady je tedy třeba přihlížet i ke kinetickým vlastnostem používaného vápna.

Kinetické vlastnosti vápna se charakterizují průběhem jeho hydratační křivky, což je závislost teploty T ve $^{\circ}\text{C}$ na čase t v minutách při jeho hydrataci. Typická hydratační křivka vápna měřená v dewarově nádobě má průběh podle obr. 1. Křivku lze aproximovat, jak znázorněno čárkovaně, čímž jsou určeny hlavní kinetické parametry daného vápna: doba t_1 zpoždění hydratace, maximální hydratační teplota t_2 , efektivní doba t_0 hydratace. Tato efektivní doba hydratace je dána rozdílem $t_0 = t_2 - t_1$ a určuje tzv. rychlost vápna. Podle tohoto parametru rozdělujeme vápna na

rychlá, která mají t_0 menší než 5 minut,

středně rychlá, u nichž t_0 je v intervalu od 5 do 10 minut,

pomalá, kdy t_0 je v intervalu 10 až 20 minut.

Vápna s efektivní dobou hydratace větší než 20 minut jsou již pro výrobu pórobetonu nevhodná. Hovoříme též o aktivitě vápna, což je kumulovaný parametr udávající souřadnici $T_{\max}/t_{\max}$ vrcholu hydratační křivky.

Granulometrii hliníkové přísady můžeme pak charakterizovat statistickou distribuční funkcí jejich částic, což je závislost počtu N částic na intervalu uvádajícímu rozměrové rozpětí částic, přičemž charakteristickým rozměrem částic může být jejich průměr nebo plocha povrchu. Typický průběh distribuční funkce je nakreslen na obr. 2. $S_{\max}$ udává maximální rozměr částic, $S_{\min}$ jejich minimální rozměr. Granulometrii dané hliníkové přísady můžeme označit jako

širokou, kdy jsou zastoupeny všechny velikostní frakce od $S_{\min}$ po $S_{\max}$, případně velký rozsah (S_1, S_8),

úzkou, kdy je zastoupena pouze frakce z určitého intervalu ($S_{\min}, S_1$), (S_1, S_2) apod.,

jemnou, kdy je zastoupena pouze nejjemnější frakce ($S_{\min}, S_1$),

hrubou, kdy je zastoupena pouze nejhrubší frakce ($S_{10}, S_{\max}$).

Použitím tohoto označení můžeme určitou granulometrii popsat šířkou intervalu a velikostí převážné většiny částic v něm obsažených.

Uvedené skutečnosti dokumentuje a vynález objasňuje následující příklad postupu při výrobě pórobetonu podle vynálezu.

Byla připravena výrobní pórobetonová směs, složená z vápna, elektrárenského popílku a cementu v poměru 18,4 : 68,2 : 13,4. Jako povrchově aktivní látka byl použit poron. Podle aktivity vápna byla volena zrnitost hliníkové přísady. Jednotlivé hodnoty spolu s naměřenými parametry hotového pórobetonu jsou uvedeny v následující tabulce.

	Al-přísada		voda	vápno	pevnost	objemová
	hmotnost	zrnitost	teplota	aktivita	v tlaku	hmotnost
	kg	% ⁺⁾	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}/\text{min}$	MPa	kg/m^3
1	2,1	2	28	48/2	3,74	490
2	2,2	6	30	52/4	3,62	525
3	2,4	11	33	56/10	3,49	510
4	2,6	18	36	64/12	3,53	484

⁺⁾ zůstatek v % na síti 0,063.

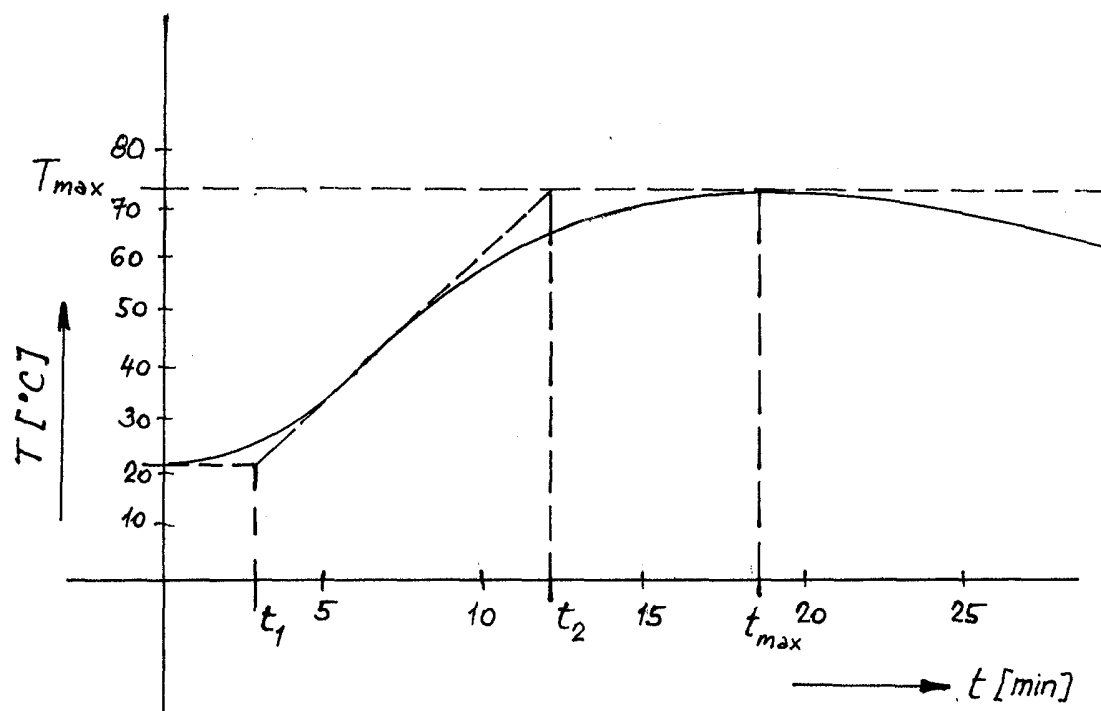
Ve všech těchto případech měl nárůst pórobetonové hmoty při nakypřování rovnoměrný průběh, přičemž se hmota vyznačovala naprostou stabilitou, bez náznaků vření nebo sedání. Při použití stejné hliníkové přísady jako v příkladě č. 4, pro vápno o aktivitě 64/4, došlo k poklesu

pevnosti hotového pórobetonu na hodnotu 1,78 MPa, neboť již došlo k popraskání pórů a tím ke vzniku trhlin.

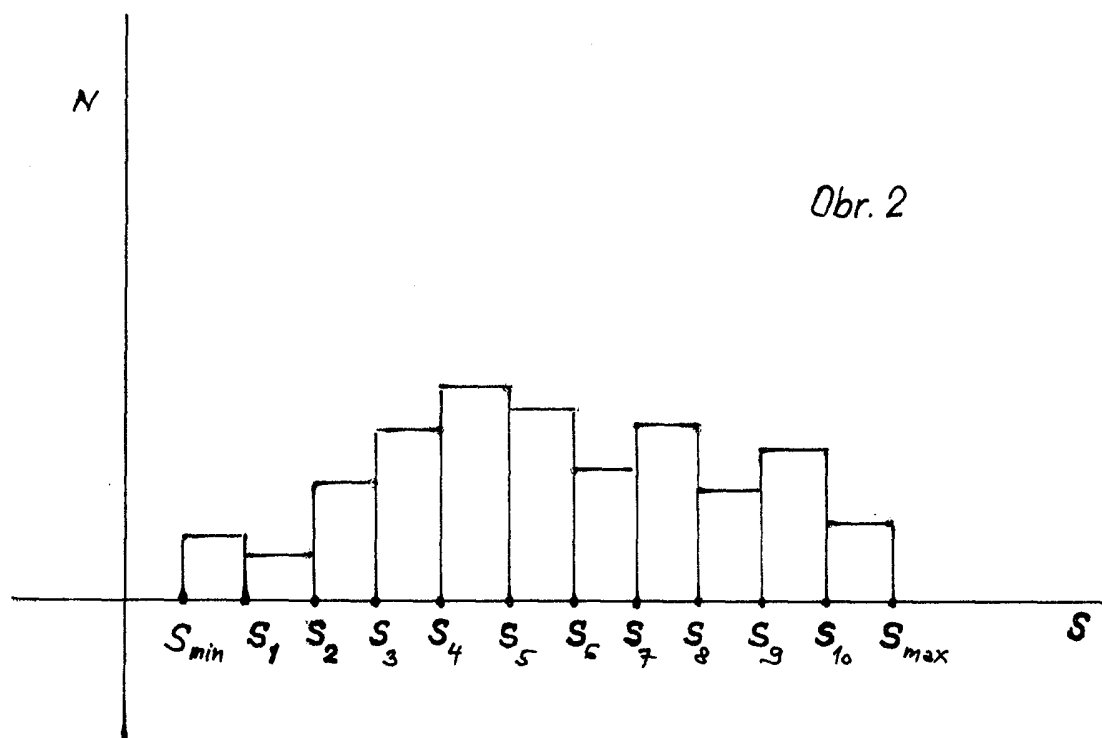
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob omezení vzniku mikrotrhlin a zlepšení rovnoměrnosti struktury pórobetonu obsahujícího vápno jako aktivní pojivo, vyznačující se tím, že pro přípravu pórobetonové směsi se granulometrie hliníkové přísady volí podle kinetických vlastností použitého vápna, přičemž pro rychlá vápna se dává jemná úzká frakce, pro středně rychlá vápna se dává střední širší frakce a pro pomalá vápna se dává hrubá úzká frakce.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2