



ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202813
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 17/00

(22) Přihlášeno 13 11 78
(21) (PV 7395-78)

(40) Zveřejněno 30 05 80

(45) Vydáno 15 03 82

(75)

Autor vynálezu

DOHNÁLEK JIŘÍ ing. CSc. a BALEK VLADIMÍR RNDr. CSc., PRAHA

(54) Způsob zjišťování stupně narušení struktury stavebních materiálů

Vynález se týká způsobu zjišťování stupně narušení struktury stavebních materiálů, jako cementového kamene, malt a betonů.

Nutnost experimentálního ověřování stupně narušení struktury stavebních materiálů je stále naléhavější. U všech dynamicky i jinak namáhaných betonových konstrukcí je třeba sledovat šíření mikrotrhlin ve struktuře materiálu, neboť rychlost jejich rozvoje v závislosti na parametrech zatížení limituje v řadě případů trvanlivost konstrukčních prvků. V této souvislosti se intenzivně v zahraničí i u nás studují jevy doprovázející málocyklickou i vícecyklickou únavu. Dosud se pro tyto účely používá několika metod. Metodou tensometrickou se měří podélná a příčná přetvoření zkoušeného tělesa, z kterých se vyčísluje celková změna objemu vznikající působením vnějšího zatížení. Metoda je zdoluhavá, neboť příprava těles včetně lepení tensometrů vyžaduje značné množství času. Kromě toho lze takto sledovat pouze deformace dokonale vysušených vzorků, což omezuje využitelnost tohoto způsobu. Ze získaných výsledků lze pak získat jen hrubou představu o šíření mikrotrhlin, jak uvádějí Červenka V. a Špatla Z.: Porušování betonu při krátkodobém zatížení jednoosým tlakem a metody jeho sledování ve Sborníku z konference „Životnost nosných konstrukcí betonových staveb a panelových domů“, Brno ČSVTS, 1975, S. 111—114.

Další metoda sleduje rozvoj mikrotrhlin pomocí změn rychlosti šíření ultrazvukového vlně-

ní. Pomocí ultrazvukové aparatury je prostřednictvím budiče vyslán nepřetržitý sled impulsů a zároveň je měřena doba jejich průchodu prozvočovaným tělesem. Vznikající mikrotrhliny přerušují akustické kontakty, kterými se vlnění šíří a doba průchodu signálů se zvětšuje. Nevýhodou metody je její malá citlivost, neboť měřenou charakteristiku, čas průchodu, ovlivňuje celá řada faktorů a to různě v závislosti na charakteru struktury betonu i podmínkách uspořádání zkoušky. Porušování struktury lze tedy touto metodou sledovat jen v určitých případech a výsledky mají spíše informativní charakter, viz Berg. O. Ja: Vysokoporučný beton, Moskva, Strojizdat, 1971, 207 s.

Porušování struktury betonu lze také sledovat metodou akustické emise, která je založena na registraci zvuku vznikajícího šířením trhlin. Metoda je velmi citlivá na okolní šumy a vyžaduje takové uspořádání experimentu, při kterém jsou eliminovány i malé zdroje zvukového vlnění (Grešnikov, V. A. — Drobot, Su. B.: Akustičeskaja emisija. Izdatelstvo standartov, Moskva, 1976, 271 s.).

Všechny zmíněné metody vzhledem k své malé přesnosti mají při studiu porušování struktury betonu pouze informativní charakter.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob zjišťování stupně narušení struktury stavebních materiálů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se do vzorku stavebního materiálu zavádou radioaktivní izotopy, výhodně ²²⁸Th/²²⁴Ra

vzorek se definovaným způsobem strukturně naruší, například mechanicky nebo tepelně, vzorek se přivede do styku s interním plynem o konstantním průtoku, výhodně dusíkem, načež se zjišťuje množství uvolněného radonu v odváděném interním plynu.

Včlenění radioaktivních izotopů do vzorku může být provedeno několika způsoby a to jednak ponořením vysušených vzorků na 24 hodin do vodního roztoku obsahujícího radioaktivní izotopy $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}$ v množství např. 20 microcurie na 1 ml roztoku. Jinou možností je včlenění radioaktivních izotopů do struktury vzorku prostřednictvím záměsové vody, do níž se přidá stopové množství radioaktivních izotopů s výhodou $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}$. V obou případech vzniká z izotopů radioaktivním odpadem radioaktivní inertní plyn. Včlenění inertního plynu může být modifikováno také tak, že se vzorek umístí do silnostěnné kyvety o objemu 100 cm³, načež se do prostoru kyvety přivede radioaktivní plyn např. krypton⁸⁵ a z tlakové lahve se přivede plyn, například dusík o tlaku 100 atm. Vzorek se ponechá v kyvetě po dobu 24 hodin při teplotě 20 °C ± 2 °C.

Přínosem postupu podle vynálezu je jeho velká citlivost, což umožňuje sledovat porušování struktury již na ranných stádiích zatěžování, kdy vnější zatížení dosahuje jen 10 % až 30 % zatížení mezního.

Vynález je blíže objasněn v následujících příkladech provedení.

Příklad 1

Určení stupně narušení struktury cementového kamene při tlakovém zatížení.

Podle receptury zkoumaného materiálu se připraví 42,0 cm³ cementové kaše tak, že do 66,6 g cementu ve skleněné nádobce, která je umístěna v rukavicové skříni přidá 20,7 ml záměsové vody obsahující směs radioizotopů $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}$ o aktivitě 5 μ Curie na ml a vzniklá pasta se po dobu 5 minut homogenizuje. Z kaše se vyrobí v rozebíratelné formě 18 válcových tělísek, vibračně ztuhnutých. Po 24 hodinách se tato tělíska vyjmou z formy a umístí do prostředí s konstantní vlhkostí vzduchu 90 %, přičemž každé tělísko je uchováváno odděleně. Po 23 dnech se tělíska vyjmou z popsaného prostředí a postupně se tlakově zatíží v lísu tak, že vždy trojice tělísek se podrobí zatížení odpovídající 20 %, 40 %, 60 %, 80 % a 100 % zatížení mezního, které bylo určeno nezávisle na 18 neaktivních vzorcích stejných rozměrů a připravených stejným způsobem jako vzorky testované.

Vzorky s narušenou strukturou se postupně vloží do měřicí kyvety a přemístí do měřicího přístroje, ve kterém je vzorek omýván dusíkem o konstantním průtoku 40 ml a je měřeno po

dobu 15 minut množství uvolňovaného inertního radioaktivního plynu ze vzorku za jednotku času. Stupeň narušení se pak hodnotí jako poměr množství plynu uvolněného za jednotku času ze vzorku s narušenou a nenarušenou strukturou.

Uvedený pracovní postup podle vynálezu umožňuje významně zvýšit možnosti studia porušování struktury silikátových hmot a může najít uplatnění při testování vhodnosti materiálů pro různé náročné staticky i dynamicky namáhané konstrukční stavební prvky. Umožňuje tak zvolit nejvhodnější složení i zpracování malt a betonů, aby byla zajištěna co nejvyšší odolnost materiálu vůči různým typům vnějšího zatížení, především z hlediska šíření mikrotrhlín.

Příklad 2

Určení stupně narušení struktury cementového kamene působením střídavých kladných a záporných teplot.

Podle receptury zkoumaného materiálu se připraví 42,0 cm³ cementové kaše tak, že se k 66,6 g cementu ve skleněné nádobce, která je umístěna v rukavicové skříni přidá 20,7 ml záměsové vody obsahující směs radioizotopů $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}$ o aktivitě 5 μ Curie ml a vzniklá pasta se po dobu 5 minut homogenizuje. Z kaše se vyrobí v rozebíratelné formě 16 válcových tělísek, vibračně ztuhnutých. Po 24 hodinách se tato tělíska vyjmou z formy a umístí na dobu 24 dní do prostředí o relativní vlhkosti 90 %, načež se na 3 dny přeloží do vody. Následně se vzorky přemístí do zařízení, ve kterém se podrobí předepsanému počtu zmrazování a rozmrazování. Jeden zmrazovací cyklus se skládá ze 4 hodin zmrazování při teplotě -15 °C a 2 hodin rozmrazování v +20 °C teplé vodě. Vždy po 25 cyklech se vzorky vloží do měřicí kyvety, která se přemístí do měřicího zařízení, ve kterém je vzorek omýván dusíkem o konstantním průtoku 40 ml a je měřeno po dobu 15 minut množství uvolňovaného inertního plynu ze vzorku za jednotku času. Sledovaný parametr je pak definován jako poměr množství plynu uvolněného za jednotku času ze vzorku podrobeného příslušnému počtu zmrazovacích cyklů a ze vzorku nezamrazovaného. Průběh sledovaného parametru charakterizuje mrazuvzdornost testovaného materiálu.

Popsaný postup umožňuje operativně a nedestruktivně sledovat na relativně malých zkušebních vzorcích, jak probíhá narušování struktury cementového kamene, malt i betonů vlivem střídavých teplot. Hlavní předností popsaného postupu je jeho vysoká citlivost i k malým poruchám struktury. Postup může najít uplatnění při laboratorním testování mrazuvzdornosti stavebních hmot na bázi cementového pojiva.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob zjišťování stupně narušení struktury stavebních materiálů, jako cementového kamene, malt a betonů, vyznačený tím, že se do vzorku stavebního materiálu zavedou radioaktivní izotopy, výhodně $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}$, vzorek se definovaným způsobem strukturně naruší napří-

klad mechanicky nebo tepelně, poté se vzorek přivede do styku s inertním plynem o konstantním průtoku výhodně dusíkem, načež se zjišťuje množství uvolněného radonu v odváděném inertním plynu.