

Majitel:

České lupkové závody a.s.

Pecínov 1171

271 01 Nové Strašecí

IČ: 26423367

DIČ:CZ26423367

Zapsaná v OR u MS Praha, oddíl B, vložka 6958

Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s.

Hněvkovského 30/65

617 00 Brno

IČ: 26232511

DIČ: CZ26232511

Zapsaná v OR u Krajského soudu v Brně, oddíl B, vložka 3470

Univerzita Pardubice

Veřejná vysoká škola zřízená zákonem

Studentská 95

532 10 Pardubice

IČ: 00216275

DIČ: CZ00216275

Původce:

Ing. Dana Kubátová, Ph.D., Hybešova 800/25, 682 01 Vyškov

Ing. René Čechmánek, Svitavské nábřeží 920/31, 614 00 Brno

Ing. Pavel Roubíček, Heřmanova 41, 170 00 Praha 7

Bc. Linda Cinibulková, K Horce 396, 273 08 Pchery

Ing. Karol Bayer, Petra Bezruče 90, 570 01 Litomyšl

Ing. Renata Tišlová, Ph.D., Korouhev, 569 93 Korouhev

Anorganické geopolymerní pojivo pro doplňování betonového podkladu pro interiérové použití

Oblast techniky

Technické řešení se týká návrhu dvousložkového pojiva pro obnovu a doplnění betonových podkladů architektury 1. pol. 20. století do interiérových podmínek.

Dosavadní stav techniky

Pohledové omítky vytvářely významnou část architektury 1. pol. 20. století, jejichž estetického účinku bylo dosahováno úpravou povrchu, probarvením nebo využitím různorodých složek kameniva, které ovlivnily svojí barvou nebo strukturou finální vzhled omítky. Pojivem tohoto typu omítek byl nejčastěji portlandský cement, v dané době moderní stavební materiál, který hrál důležitou roli při zpracování omítek i jejich finální úpravě a kromě estetických vlastností zásadním způsobem determinoval fyzikálně-mechanické vlastnosti omítek (např. vysokou pevnost vytvrzených omítek) a odolnost vůči degradaci.

Cementem pojené pohledové omítky byly zpracovávány širokou škálou technologických a řemeslných postupů. Omítky byly utvářeny tak, aby působily svojí vlastní barvou a strukturou dosaženou kombinací složení (pigmenty, barevné kamenivo, vápenec, slída, jiné drcené horniny, barevná skla) a způsobem opracování (vymývání povrchu, opracování škrabkami, pemrlicí či jinými kamenickými nástroji). Na našem území jsou charakteristické strukturní omítky stříkané, rýhované (česané) nebo škrábané, pro něž se někdy užívá termín brizolit, omítky drťové (s mletými kamennými drtěmi ze žuly, syenitu, porfýru, vápence, atd.), omítky hlazené, probarvené a omítky napodobující kámen, obvykle žulu, pro něž se užívají názvy různé, jako teraco, teracová omítka, umělý kámen, kamenná omítka, pemrlovaný beton či kamenina.

Pro obnovu omítek architektury 1. poloviny 20. století se v současnosti zpravidla užívají opravné materiály, které v mnoha ohledech nezohledňují specifické, výše zmíněné vlastnosti omítek. Vzhledem ke komplikovanému složení historických malt z tohoto období (složení pojiva, vlastnosti plniva, variabilita příměsí, aj.) i neznalosti technologických přístupů při jejich zpracování a aplikaci (např. stratigrafie vrstev, zpracování malt, finální zpracování povrchu) je v praxi často volen zjednodušující přístup založený na užití prefabrikovaných maltových směsí, které mají zpravidla odlišné složení i vlastnosti od původních omítek.

Navrhované technické řešení spočívá ve vytvoření vhodného opravného materiálu, který splňuje specifika doplňovaných historických podkladů z hlediska vzhledu i zpracovatelských a materiálových vlastností. Materiálové vlastnosti vyvinuté opravné směsi byly navrženy na základě podrobného studia vlastností vzorků historických malt. Zpracovatelské i finální vlastnosti byly ověřeny navazujícími praktickými aplikacemi a zkouškami.

Podstata technického řešení

Opravnou směs tvoří dvousložkové pojivo, jehož suchá a kapalná složka se mísí v přesném poměru. Suché složky tvoří směs metakaolinu, odpadních anorganických surovin, minoritní příměs tvoří vápenný hydrát. Kapalnou složkou je alkalický aktivátor.

Podstatou technického řešení je dvousložkové anorganické pojivo, jehož hlavní komponentou je geopolymerní složka na bázi metakaolinu a strusky (88-94 hm.%). Dále je v pojivové směsi obsažen odpadní produkt s vysokým podílem metakaolinu v množství (4-11 hm. %) a vápenný hydrát (1-2 hm. %). Suchá složka pojiva je aktivována alkalickým aktivátorem na bázi draselného vodního skla v hmotnostním poměru 5:4. Geopolymerní pojivo lze mísit s různými plnivý a kamenivý. Doporučené orientační dávkování pro směs s maltovým pískem je 1:3 dílů hmotnosti.

Nespornou výhodou tohoto materiálu, oproti běžně používaným tradičním materiálům, je nižší uhlíková stopa při jeho výrobě. V případě geopolymerních se vznik emisí CO₂ snižuje o více než 50 % ve srovnání s pojivý na bázi cementu. Dále pak dojde k úspoře nákladů při použití odpadní suroviny jako náhrady vstupních surovin. Dalšími výhodami pojiva jsou zejména kratší doba zpracovatelnosti oproti klasickým cementovým pojivům a oproti betonu méně náročné technologické nároky na podmínky tvrdnutí pojiva.

Vzhledem ke složení a nutnosti přídavku alkalického aktivátoru v mírném přebytku lze pojivo doporučit pouze do interiérových podmínek se stabilními teplotními a vlhkostními podmínkami.

Příklady uskutečnění technického řešení

Pro přípravu doplňovacího materiálu byla zhotoveny suché směsi, jejichž složení je uvedeno v tabulce č. 1. Jako plnivo byl použit maltový písek z lokality Tasovice (0-2 mm) mísený s pojivem v hmotnostním poměru 1:3 (suchá směs:písek). Po homogenizaci bylo ke směsi přidáno draselné vodní sklo v hmotnostním poměru 5:4 (suchá složka pojiva:vodní sklo).

Tabulka 1: Příklad složení směsí s GP pojivem pro doplňovací materiál pro betonový podklad.

Surovina	1	2
Geopolymerní matrice	94	89
Vápenný hydrát	1	1
Odpad s obsahem metakaolinu	5	10

U vyrobených směsí byla provedena zkouška konzistence dle ČSN EN 1015-3 a stanovena doba tuhnutí dle ČSN EN 1015-9 viz tabulka č. 2. Dále byly připraveny vzorky ve tvaru zkušebních trámčů o rozměru 40x40x160 mm a pro zkoušky přídržnosti byla na betonový obrubník nanášena rovnoměrná vrstva směsi. Po konečném vyžrání a vytvrzení vzorků při teplotě 20°C a vlhkosti 95 % byly po 28 a 90 dnech zjištěny následující parametry viz tabulka č. 3. Naměřené parametry byly porovnávány s výsledky na referenčním vzorku. Referenční vzorek je standardní směs složená z portlandského cementu CEM 42,5R a maltového písku ($D < 2$ mm) mísené v poměru 1:3 hmotnostně. Vlastnosti směsi jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka 2: Výsledky stanovení konzistence doby zpracovatelnosti.

Parametr/receptura	1	2
Konzistence (mm)	140	150
Doba tuhnutí (min)	98	93

Tabulka 3: Vybrané fyzikálně mechanické parametry směsí s geopolymerním pojivem a referenční směsi s cementovým pojivem.

Parametr/receptura	1	2	1	2	Referenční vzorek
Doba zrání	28 dní		90 dní		90 dní
Objemová hmotnost (kg/m ³) ČSN EN 1015-10	2138	2154	2131	2137	1931
Celková nasákavost vodou (hm. %) ČSN EN 1015-10	10,4	9,6	10,5	9,6	10,9
Pevnost v tahu za ohybu (MPa) ČSN EN 1015-11	7,3	6,6	7,1	8,1	11,3
Pevnost v tlaku (MPa) ČSN EN 1015-11	51,2	49,3	61,4	65,2	57,9
Modul pružnosti (GPa) ČSN EN 14146	11,2	10,8	15,6	15,4	23,9
Přídržnost na betonovém podkladu (MPa) ČSN EN 1015-12	1,1	0,9	1,0	0,9	0,8

NÁROKY NA OCHRANU

1. Anorganické dvousložkové geopolymerní pojivo pro doplňování betonového podkladu pro interiérové použití **vyznačující se tím**, že obsahuje geopolymerní složku na bázi metakaolinu a strusky (88-94 hm. %), vápenný hydrát (1-2 hm. %) a odpad na bázi metakaolinu (4-11 hm. %).