

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260577

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 04 09 86

(21) PV 6423-86.I

(51) Int. Cl.⁴

C 09 K 17/00,

E 02 D 3/12

(41) Zveřejněno 16 05 88

(45) Vydáno 15 06 89

(75)

Autor vynálezu

NEJEZCHLEB MOJMÍR ing. CSc., VEJCHODA JAROMÍR doc. ing. CSc.,

MATUŠINA JAN prof. ing. DrSc., BRNO

(54) Směs pro stabilizaci zemin na bázi rychlovazného cementu

Navržená stabilizace zemin spadá do oblasti inženýrského stavitelství a je využitelná zejména v silničním, letištním a železničním stavitelství i v oblasti vojenské. Dosavadní běžně používané prostředky pro stabilizaci zemin omezují rozsah použitelných zemin převážně na zeminy nesoudržné, případně směsi zemin nesoudržných a soudržných a jsou charakteristické pomalým nárůstem pevností a nízkými hodnotami dosažených pevností stabilizace. Podstatou řešení je návrh směsi pro stabilizaci zemin, obsahující rychlovazný cement prostý sádrovce, s měrným povrchem větším než $600 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$, v množství do 15 t hmotnosti stabilizované suché zeminy a přísady regulace tuhnutí, vytvářející ve spojení se zeminou a vodou strukturu pevné hmoty. Navržená směs rozšiřuje využitelnost místních materiálů pro stabilizace o jemnozrnné soudržné zeminy (prachovité hlíny). Stabilizace zemin navrženou směsí dosahují vysoké pevnosti v krátkém čase a jsou odolné proti působení vody a mrazu.

Vynález se týká stabilizace soudržných zemin (zejména prachovitých) a nesoudržných zemin (zejména jemnozrnných písků) rychlovazným pojivem na bázi silikátů bezsádrovcového typu.

Ve světě i u nás jsou dlouhodobě hledány různé stabilizátory, zaručující rychlý nárůst pevností zemin, do kterých jsou přimíseny anebo pevnost výrazně zvětšující, s cílem získat vrstvu vyšší únosnosti a odolnosti než je prostá neupravená zemina. Zkoušena byla celá řada látek, a to na bázi chemikálií, např. různé pryskyřice, vodní sklo, hydrofobní látky - metylsilanolát sodný a draselný, akrylát vápenatý, atd., a na bázi speciálních přípravků, např. zahraniční látky Soil Consolid RPS, Soil Conservex, RRP, atd., jejichž chemické složení není známo. Tyto prostředky jsou vesměs drahé a jejich účinky nejsou vždy uspokojivé, proto se používají pouze výjimečně a do široké stavební praxe nepronikly. (Špůrek J., Silniční stavitelství II, stavba silnic a dálnic, SNTL Praha, 1980., Žalský V., Chemické zpevňování a úpravy vlastností zemin, Vojenské stavby Praha, 1980).

Ke stabilizaci určitých druhů zemin se běžně používá cement a vápno. V ČSSR platí ON 73 6181 "Stabilizace zemin" a ON 73 6186 "Zpevňování zemin cementem", které stanovují podmínky pro přípravu, provádění, přejímání a zkoušení zemin stabilizovaných a zpevněných cementem. Podle těchto norem je nutno používat sádrovcové cementy portlandské a struskoportlandské, ve smyslu ON 73 6186 pak pro soudržné zeminy tyto cementy třídy 325 a 400, a to ve většině případů v kombinaci s vápnem.

Podle ON 73 6181 je možno stabilizovat pouze určité druhy zemin, zejména zeminy s převahou písčité frakce, s obsahem zrn menších než 0,063 mm nejvíce 50 %, s největším zrnem 45 mm, číslem plasticity $I_p \leq 17$ % a ekvivalentem písku $EP \geq 15$. Požadovaná pevnost cementové stabilizace v tlaku podle této normy musí být po sedmi dnech 2,5 MPa až 3,5 MPa pro zeminy z oboru zrnitosti I a 1,5 MPa až 2,5 MPa pro zeminy z oboru zrnitosti II.

Podle ON 73 6186 je možno cementem zpevňovat širší škálu zemin. Zeminy soudržné jsou však označovány jako podmíněčně vhodné (prachovité a jílovité hlíny, písčité a prachovité jíly) a k jejich zpevnění je nejprve nutno použít vápno a potom nejdříve po osmi hodinách cement. Tyto zeminy mají obsah jílovitých částic menší než 40 %, největší hodnotu meze tekutosti $w_L = 50$ % a největší hodnotu čísla plasticity $I_p = 27$ %. Požadovaná pevnost v tlaku zpevněné zeminy podle této normy musí být po sedmi dnech 1,0 MPa a po zmrazovací zkoušce 1,2 MPa. Nárůst pevností je v obou uvedených případech dlouhodobý.

Nevýhody dosavadních způsobů stabilizace a zpevňování zemin, popsanych ve výše citovaných normách ON 73 6181 a ON 73 6186, spočívají zejména v:

- omezeném rozsahu vhodných použitelných zemin, daných mezními čarami zrnitosti,
- nutnosti předchozí aplikace vápna u soudržných zemin a nejdříve po osmi hodinách pak použití cementu, což značně prodlužuje dobu provádění, vyžaduje dvojí pojivo a dvojí mísení směsí,
- pomalém nárůstu pevností a jejich nízkými absolutními hodnotami, navíc dosaženými až po sedmi dnech.

Podstatou vynálezu je návrh směsi, umožňující stabilizaci zemin při odstranění výše uvedených nevýhod dosavadních známých a zavedených způsobů.

Podle vynálezu je ke stabilizaci zemin použita směs, obsahující rychlovazný cement prostý sádrovce, s měrným povrchem větším než $600 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$, v množství do 15 % hmotnosti stabilizované suché zeminy a dále uvedené látky, vždy v množství do 3 % hmotnosti rychlovazného cementu:

- rozpustný devivát ligninu (ligninsulfonanu) anebo rozpustný sulfonovaný polyfenolát,
- uhličitán a/nebo hydrogenuhlíčitán a/nebo hydroxid, křemičitán alkalického kovu,
- popřípadě alkalické soli organických hydroxykyselin anebo další látky pro zpomalování tuhnutí cementových malt, např. vínan sodnodraselný a látky na bázi sulfitových výluhů.

Směs (pojivo) ke stabilizaci se připraví prostým smísením uvedených látek. Mísení zeminy se směsí (pojivem) a vodou je možno provádět buď na místě (v trase) nebo v mísicím centru. Použité množství vody musí zajistit dosažení přibližně optimální vlhkosti stabilizace a závisí na druhu použité zeminy a její přirozené vlhkosti.

Vysoká jemnost mletí pojiva umožňuje obalení jemných zrn zeminy a vytváří tak strukturu betonu (kamenivo + pojivo), jejímž výsledkem je značné zvýšení pevnosti. Vysokých pevností je dále dosaženo relativně velmi rychle. Příčinou tohoto jevu jsou procesy ve směsi zemina + pojivo + přísady. Písady mají funkci regulátorů tuhnutí a umožňují zpracování a uložení směsi. Potom je možno stabilizaci zemin podle vynálezu v podstatě provádět stejným zařízením a technologickým postupem jak jsou uvedeny v ON 73 6181 a ON 73 6186.

Použití směsi pro stabilizaci podle vynálezu má ve srovnání se stávajícími zavedenými pojivy pro stabilizaci a zpevňování zemin řadu výhod a přináší nové a vyšší účinky.

Vynález umožňuje rozšíření využitelnosti soudržných zemin o prachovité hlíny pro stabilizaci, a to bez předchozí aplikace vápna. Tyto zeminy se v přírodě a na stavbách často vyskytují, v přirozené podobě jsou velmi citlivé na vodu, jsou rozbředavé, se zvyšující se vlhkostí jejich pevnost (únosnost) prudce klesá. Podle ON 73 6181 je cementem portlandským a struskoportlandským stabilizovat nelze, podle ON 73 6186 je ke zpevnění tohoto druhu zemin nutno použít nejprve vápno a potom, nejdříve za osm hodin, cement, přičemž nárůst pevností je dlouhodobý a dosažené pevnosti jsou nízké. Navržená směs podle vynálezu stabilizaci těchto zemin umožňuje, navíc odstraňuje dvojí druh pojiva (vápno, cement) a dvojí mísení a zkracuje tak dobu potřebnou k provedení stabilizace.

Dalšími významnými přínosy navržené směsi pro stabilizaci zemin jsou rychlé nárůsty stabilizace, dosažení vysokých pevností, odolnost proti působení vody a proti účinkům mrazu.

Navrženou směsí je možno stabilizovat i další druhy zemin v případě, kdy je požadováno dosažení výše uvedených vlastností nebo stabilizace běžnými pojivy je málo účinná.

Výhodou předloženého vynálezu, významnou pro zavedení v praxi, je dostupnost navržené směsi (pojiva) v ČSSR a běžná technologie provádění stabilizace ve smyslu platných norem.

Na připojeném obr. 1 je znázorněno omezení zrnitosti pro povšechné určení vhodnosti zemin a oblastí zrnitosti I a II nejvhodnějších zemin pro stabilizaci cementem podle ON 73 6181 a dále potom čára zrnitosti prachovité hlíny, která byla stabilizována směsí podle vynálezu a je popsána v následujícím příkladě. Z polohy této čáry zrnitosti je patrné podstatné rozšíření oblastí zemin vhodných ke stabilizaci až do zemin soudržných prachovitých. Použitá zemina je co do klasifikace a základních fyzikálních vlastností charakterizována touto čarou zrnitosti a mezemi tekutosti a plasticity.

Na obr. 2 je znázorněn nárůst pevností v tlaku na válečcích z prachovité hlíny stabilizované podle vynálezu, zjišťovaný po čtyřech hodinách, jednom, třech a sedmi dnech. Jak z tohoto obrázku vyplývá, nárůst pevností stabilizace podle vynálezu, vyjádřený graficky závislostí pevnost v tlaku - čas, významně převyšuje požadavky ON 73 6181 a ON 73 6186, a to jak z hlediska času, tak i absolutních hodnot dosažených pevností.

P ř í k l a d

- Stabilizace zeminy směsí podle vynálezu pozůstává z aplikace
- bezsádrcového rychlovažného cementu s měrným povrchem $600 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ v množství 12 % hmotnosti stabilizované suché zeminy a přísad - uhličitán sodný 1 %, rozpustný derivát ligninu (Ligrasol) 0,7 % a sulfitový výluh (Kortan) 0,5 % - vše z hmotnosti rychlovažného cementu, do
 - prachovité hlíny (spraše), klasifikované podle ČSN 72 1002, jejíž čára zrnitosti je

znázorněna na obr. 1, s mezí tekutosti $w_L = 36,8 \%$, mezí plasticity $w_p = 21,3 \%$ a číslem plasticity $I_p = 15,5 \%$,
- vody, s dávkováním 20 % hmotnosti suché zeminy.

Stabilizace byla připravena prostým smísením výše uvedených komponentů.

Laboratorní zkoušky stabilizace byly provedeny podle ON 73 6181. Směs byla zhutněna na objemovou hmotnost suchou $\rho_d = 1\,740 \text{ kg.m}^{-3}$. Pevnost v tlaku byla zkoušena po 4, 24, 72 a 168 hodinách vždy na třech válečcích s následujícími výsledky:

zkoušení po	4 h	průměrná pevnost v tlaku (MPa)	0,87
	24 h		2,48
	72 h		3,40
	168 h		4,93

Z dosažených výsledků je patrný rychlý nárůst pevností v tlaku s časem a rovněž dosažení vysokých hodnot pevností (viz obr. 2). Pevnost v tlaku, požadovaná podle ON 73 6181 po sedmi dnech, byla stabilizací podle vynálezu dosažena za 24 hodiny až 3 dny a po sedmi dnech byla 1,4 až 2,7krát větší než je požadavek citované normy. Pevnost v tlaku, požadovaná podle ON 73 6186 po sedmi dnech, byla směsí podle vynálezu dosažena již za cca 8 hodin a po sedmi dnech byla téměř 5krát větší, než pevnost požadovaná podle této normy, a to bez předchozí aplikace vápna, jak to tato norma pro použitý druh zeminy předepisuje.

Odolnost prachovité hlíny, stabilizované podle vynálezu proti účinkům střídavých změn vlhkosti, byla ověřena podle dřívější normy ČSN 73 6181 na šesti válečcích a po dvanáctinásobném cyklu nevykázaly vzorky žádný úbytek hmotnosti, ani se na nich neobjevily trhlinky.

Odolnost prachovité hlíny, stabilizované podle vynálezu proti účinkům mrazu, byla posuzována ve smyslu ON 73 6181 podle pevností v tlaku, stanovených na čtyřech válečcích, uložených 28 dní ve vlhkém prostředí a podrobených desetinasobnému cyklu zmrazování a rozmrazování, s následujícími výsledky:

Váleček číslo	Objemová hmotnost stabilizace po zmraz. a rozmraz. cyklech (kg.m^{-3})	Pevnost v tlaku stabilizace po zmraz. a rozmraz. cyklech (MPa)
1	2 020	8,10
2	2 020	10,10
3	2 060	5,70
4	2 060	6,25
průměr	2 040	7,54

Ve všech případech jsou zjištěné pevnosti v tlaku vyšší než požaduje ON 73 6181, a to 1,6 až 2,9krát (v průměru 2,1krát) pro stabilizaci I (požadavek normy je 3,5 MPa), resp. 2,7 až 4,8krát (v průměru 3,6krát) pro stabilizaci II (požadavek normy je 2,1 MPa).

Vynález je využitelný zejména v silničním, letištním a železničním stavitelství a při zakládání staveb. Význam má i v oblasti vojenské, zejména z hlediska časového faktoru rychlého nárůstu pevností.

Vynález neohrožuje a nenarušuje vodu a půdu a z hlediska ochrany životního prostředí je neškodný.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

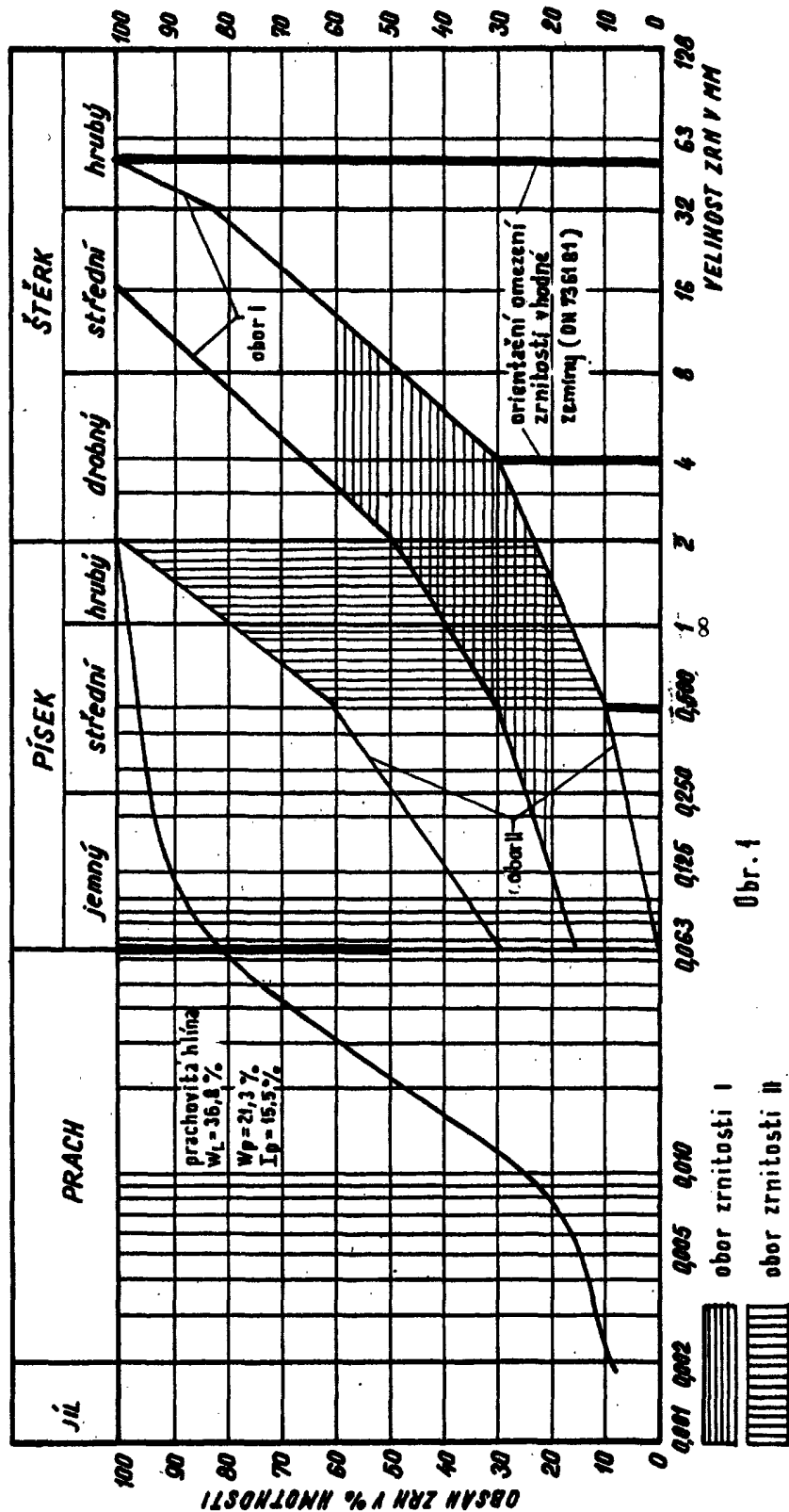
Směs pro stabilizaci zemin na bázi rychlovazného cementu bez sádrovce, vyznačující se tím, že obsahuje

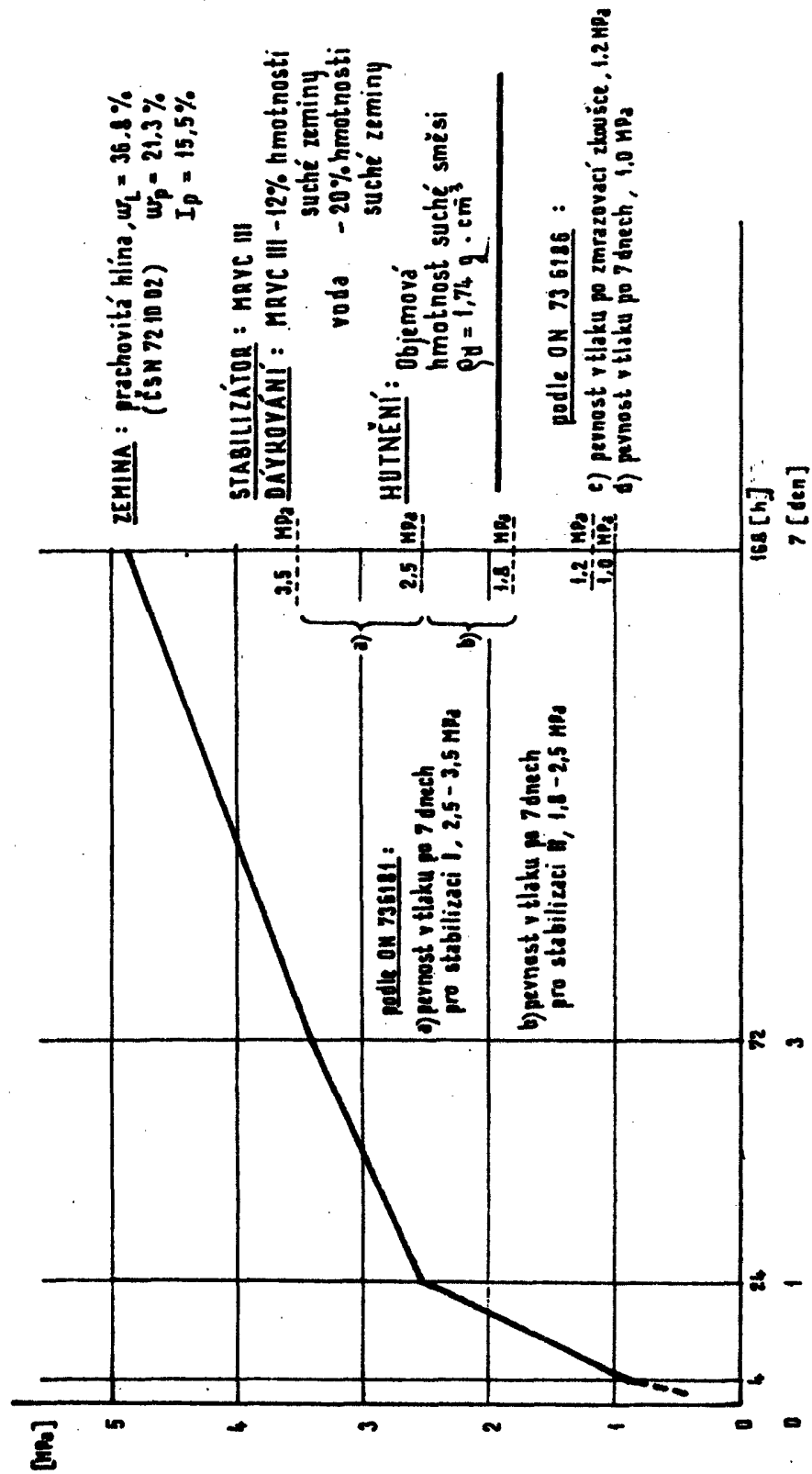
- rychlovazný cement prostý sádrovce, s měrným povrchem větším než $600 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$,
- rozpustný derivát ligninu jako je ligninsulfonan a/nebo rozpustný sulfonovaný polyfenolát, v množství do 3 % hmotnosti rychlovazného cementu,
- uhličitan a/nebo hydrogenuhličitan a/nebo hydroxid, křemičitan alkalického kovu, v množství do 3 % hmotnosti rychlovazného cementu,
- popřípadě alkalické soli organických hydroxykyselin a/nebo další látky pro zpomalování tuhnutí cementových malt, např. vínan sodnodraselný a odpady z papírenského průmyslu na bázi sulfitových výluhů, v množství do 3 % hmotnosti rychlovazného cementu.

2 výkresy

ČÁRA ZRNITOSTI, ČSN 72 1001

260577





Obr. 2.