

628.162.7: 624.138.24

Pôsobenie mäkkej agresívnej vody na injekčné clony

(3 obr. a 3 tab. v texte)

BLAŽEJ TYLEČEK*

Влияние мягких агрессивных вод на инъекционные экраны

В статье решается вопрос о коррозии инъекционных экранов мягкими агрессивными водами. В первой части приводятся условия коррозии инъекционных экранов а в другой части лабораторные испытания, которые имели определить устойчивость отдельных инъекционных материалов. Результаты испытаний показывают, что в среде мягких вод самые устойчивые цементы шлакопортландские, или же цементо-глинистые.

The effects of aggressive soft waters on grouting

The paper deals with the problem of the corrosion of grouting by aggressive waters. In the first part the conditions of the corrosion of grouting are discussed and in the following part the laboratory tests the aim of which was to determine the resistance of the individual injection material. The results of the tests indicate that most resistant in the environment of soft waters is the trosko-portland cement or a cement-clay mixture.

Pri inžinierskogeologickom prieskume pre vodné diela a pri sanačných prácach rozličného druhu sú časté prípady, keď sa na lokalitách vyskytuje agresívna voda. Je prirodzené, že jednou z úloh inžinierskeho prieskumu je navrhnuť opatrenia, ktoré by v dostatočnej miere chránili základové konštrukcie proti jej účinkom. Ide najmä o prípady, keď sa navrhuje zmes na konštrukciu injekčných clôn, a prípady, keď sa robia tamponáže a sanačné práce v kúpeľoch. V doterajšej praxi sa pri výskyte agresívnej vody aplikovala ČSN 73 2020 Vodostavebné betóny, resp. ČSN 73 1001 tab. 22 Základová pôda pod plošnými základmi. Tieto normy však pri návrhu opatrení proti korózii betónu berú do úvahy iné podmienky, aké sa vyskytujú pri pôsobení agresívnej vody na injekčnú zmes alebo injekčný kameň. Dôvody, pre ktoré nie je vhodné aplikovať pri voľbe ochrany injekčnej clony pred agresívnou vodou uvedené normy, sú:

- a) rozdielnosť v použitých materiáloch, b) rozdielna konzistencia zmesi,
- c) rozdielne podmienky korózie.

Hlavnými zložkami betónu sú cement a štrkopiesok. Aj keď agresívna voda zrná štrkopiesku prakticky nekoroduje, jeho zrnitosť ovplyvňuje fyzikálne vlastnosti betónu, čo veľmi vplýva na koróziu betónu (J. Š t o r k 1965, J. J a m-

* Ing. Blažej Tyleček, IGHP, n. p., závod Žilina, Rajecká cesta, 010 51 Žilina.

bor 1953). Injekčné zmesi neobsahujú štrkopiesok, ich hlavnou surovinou je cement, do ktorého sa podľa okolností pridáva popolček, íl, resp. ďalšie prísady. Pri tamponážnych zmesiach sa do cementu pridáva aj piesok.

Mechanické vlastnosti betónu silne ovplyvňuje východiskové množstvo vody v zmesi. Najmenšie množstvo vody je podmienené spracovateľnosťou betónovej zmesi a pohybuje sa od $w = 0,3$. Injekčné zmesi naopak zvyčajne obsahujú prebytok vody (maximálny vodný koeficient, ktorý sa v injektáži používa, je $w = 10$), ktorá má najmä transportný účel. Istá časť tejto vody sa v puklinách odfiltruje, vzniká injekčný kameň, ktorého fyzikálne vlastnosti sú odlišné od vlastností stvrdnutého betónu. Na zlepšenie fyzikálnych vlastností betónovej zmesi (spracovateľnosť) a stvrdnutého betónu (priepustnosť) sa v ostatnom čase používajú rozličné prísady (plastifikátory, prevzdušňovacie prísady). Pri injekčných zmesiach sa takéto prísady nepoužívajú, lebo sú podľa našich skúseností účinné len pri nízkom obsahu vody.

Aj podmienky, za ktorých pôsobí korózia na betón a injekčné zmesi, sú odlišné. Agresívna voda pôsobí na betón spravidla až po jeho stvrdnutí. Ak je voda veľmi agresívna, možno betón chrániť izoláciou (asfaltové izolácie, obklady a pod.). Naproti tomu sa injekčná zmes čiastočne už v tekutom stave dostáva do styku s agresívnou vodou a mieša sa s ňou. Injekčný kameň proti pôsobeniu agresívnej vody sekundárne chrániť nemožno. Z uvedeného vychodí, že nie je vhodné aplikovať ČSN 73 2020 a 73 1001 v prípadoch, keď má zodpovedný pracovník navrhnúť do agresívneho prostredia vhodné injekčné hmoty. V praxi sa v takom prípade zvyčajne volia prísnejšie kritériá. Preto sme v IGHP riešili výskumnú úlohu, ktorá mala objasniť niektoré problémy súvisiace s koróziou injekčných clôn.

Agresívne vody, ktoré pôsobia na injekčné clony, možno rozdeliť na: a) kyslé vody (ukazovateľ pH), b) síranové vody, c) mäkké („hladové“) vody a d) vody s agresívnym CO_2 .

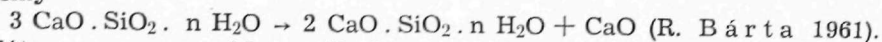
V tomto príspevku hodnotíme len účinky mäkkej vody na injekčnú clonu.

Mäkká agresívna voda

Na betón je agresívna nielen voda obsahujúca soli, lež aj málo mineralizovaná voda. Ide jednak o povrchovú vodu, ale aj o podzemnú vodu veľmi plytkého obehu, a to najmä takú, ktorá svoj chemizmus formuje v silikátových horninách.

Agresívne pôsobenie takýchto vôd na injekčné zmesi spočíva v rozpúšťaní a neskôr vo vylúhovaní voľného Ca(OH)_2 . Vylúhovanie hydroxidu vápenatého v prvej fáze styku vody s hydratovaným cementom postupuje veľmi rýchlo, neskôr sa však spomaľuje. V prvej fáze sa vylúhuje voľný Ca(OH)_2 , ktorý vznikol pri hydratacii slinkových minerálov, v ďalšej sa do vodného prostredia uvoľňuje Ca(OH)_2 , ktorý sa odštiepuje z hydratovaných slinkových minerálov. Výskumy ukázali, že voľný hydroxid vápenatý, ktorého je podľa druhu cementu okolo 10–14 % (J. Biczok 1960), sa z cementového kameňa vylúhuje vo veľmi krátkom čase. Rýchlosť jeho vylúhovania je podstatne ovplyvnená rýchlosťou difúzie Ca(OH)_2 na povrch cementového kameňa. Ak sa v cementovom kameni následkom vylúhovania zníži množstvo voľného Ca(OH)_2 , rozložia sa aj ostatné produkty hydratacie slinkových minerálov, ktoré sú sta-

bilné len pri istej koncentrácii CaO. Tak napr. ak je v roztoku nižšia koncentrácia CaO ako 1,1 g/l, nastáva rozklad trikalciom silikátu (C_3S) podľa schémy



Túto zmenu sprevádza zníženie pevnosti betónu. Pri stálom vylúhovaní hydroxidu vápenatého môže pri opätovnom pôsobení mäkkej vody na čerstvý, nedostatočne stvrdnutý injekčný kameň nastať ďalší rozklad zhydrátovaných komponentov, a to hydrosilikátov, hydroaluminátov a hydrosféritov, a to až na gél kyseliny kremičitej, hydroxidu hlinitého, hydroxidu železitého a roztoku hydroxidu vápenatého. Je zrejmé, že sa tým pôvodné vlastnosti cementového kameňa (pevnosť, hutnosť) úplne menia.

Vylúhovanie hydroxidu vápenatého z cementu, resp. injekčnej clony, závisí od: a) tvrdosti vody, b) rýchlosti prúdenia vody, c) množstva a tlaku vody, d) druhu cementu, e) priepustnosti injekčnej clony.

Tvrdosť vody závisí od množstva iónov vápnika a horčíka, resp. ich solí. V prírodnej vode sa vyskytujú najmä vápenaté a horečnaté soli hydrouhličitanov, síranov a v menšom množstve aj chloridov. Hydrouhličitan vápnika a horčíka tvoria tzv. karbonátovú tvrdosť. Ak je nižšia ako 6°nem , podľa ČSN 73 1001 označuje vodu agresívnu na betón. Z doterajšieho výkladu vychodí, že nie je správne určovať hranicu korozívneho účinku vody len podľa karbonátovej tvrdosti. Agresívnosť vody podstatne závisí aj od množstva vody, ktoré je v styku s injekčnou clonou, od rýchlosti prúdenia, resp. od vplyvov, ktoré podmieňujú odolnosť injekčnej clony. Tieto faktory berie čiastočne do úvahy aj ČSN 73 1001, v ktorej je pojem agresívnosti vody podmienený nielen karbonátovou tvrdosťou, ale aj množstvom vody, ktorá je v styku so základovými konštrukciami, a druhom použitého cementu (portlandský, troskoportlandský). Podľa J. Jambora (1953) aj voda s vyššou karbonátovou tvrdosťou ako 6°nem môže pôsobiť agresívne na betón, a tým aj na injekčnú clonu. Naproti tomu I. Biczók (1960) tvrdí, že ak má voda vyššiu celkovú tvrdosť ako 24°nem (súčet karbonátovej a stálej tvrdosti), už nie je agresívna.

Na odolnosť injekčných clón voči vylúhujúcim účinkom mäkkej vody má veľký vplyv druh použitého cementu. Pri cemente, ktorý pri hydratácii uvoľňuje väčšie množstvo vápna, je väčšia možnosť vylúhovania. V stuhnutom injekčnom kameni sa vytvárajú väčšie póry, a tak sa uľahčuje prestup ďalšej vylúhujúcej vody do cementového kameňa. Preto na použitie do mäkkej vody nie je vhodný cement s vysokým obsahom trikalciom silikátu (C_3S) a trikalciom aluminátu (C_3A). Vhodnejší je cement s vyšším obsahom dikalcium silikátu (C_2S), ktorý pri hydratácii uvoľňuje menšie množstvo vápnika. Do mäkkej vody sú osobitne vhodné zmesné cementy — troskové, popolčekové, lebo troska alebo popolček v nich viazu hydroxid vápenatý (uvoľnený pri hydratácii cementu) na komplexné zlúčeniny, ktoré sú proti vylúhovaniu odolnejšie ako $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Podstatný vplyv na odolnosť voči mäkkej vode má aj vodotesnosť injekčnej clony. Ak sa vytvorí vodotesná injekčná clona, preniká agresívna voda do telesa len v malom množstve, rozpúšťa voľné vápno a to pomaly difunduje k povrchu injekčnej clony, odkiaľ ho odplavuje ďalšia náporová voda. Keďže voda, ktorá prenikla do vodotesného injekčného telesa, sa nemôže rýchlo vymieňať, ostáva koncentračný spád roztoku hydroxidu vápenatého v týchto póroch pomerne malý, a preto je aj rýchlosť difúzie nepatrná. V dôsledku

malej rozpustnosti hydroxidu vápenatého a malej difúzie jeho roztoku na povrch betónu je postup korózie pomalý. Postup vylúhovania spomaľuje gél kyseliny kremičitej, hydroxidu hlinitého, resp. samého Ca(OH)_2 , ktorý sa môže vyzrážať v póroch injekčného telesa, a tým zamedziť ďalšie vylúhovanie vápna. Ak nie je injekčná clona dosť vodotesná, môže agresívna voda ľahko preniknúť do zainjektovanej horniny, a tak pôsobiť na väčšiu vnútornú plochu. Roztok hydroxidu vápenatého, ktorý sa utvorí v kapilárach cementového kameňa, môže pomerne ľahko vytláčať nová nenasýtená náporová voda. Preto vylúhovanie prebieha oveľa rýchlejšie ako pri vodotesnej injekčnej clone, v ktorej sa pohyb vápnika uskutočňuje len difúziou, a preto podstatne pomalšie.

Výskumná úloha mala tieto ciele:

1. Vyskúšať odolnosť injekčných zmesí proti pôsobeniu mäkkej agresívnej vody, a to ako cementových, tak aj cementovo-popolčkových a cementovo-ílových.

2. Navrhnuť rýchlu skúšobnú metódu, podľa ktorej by sa v priebehu dvoch až troch mesiacov mohli určiť vhodné injekčné hmoty do agresívnej mäkkej vody. Táto požiadavka vyplývala z toho, že pri klasických skúškach odolnosti (trámce sa máčajú v agresívnej vode) možno výsledky aplikovať až po niekoľkých rokoch.

Metodika skúšania korózie spôsobenej mäkkou agresívnou vodou

Na skúšanie korózie sme ako základné suroviny použili tieto druhy cementu: 1. troskovo-portlandský cement 350 z Lietavskej Lúčky, 2. jednozložkový portlandský cement zo Štramberka, 3. síranovzdorný cement z Prachovic.

Okrem cementových zmesí sme skúšali aj kombináciu cement — íl a cement — popolček. Popolček vyhovujúci ČSN 72 2060 (popolček na stavebné účely) bol z tepelnej elektrárne v Zemianskych Kostoľanoch a miešal sa s cementom v pomere 75 d. cementu a 25 d. popolčeka.

Íl, ktorý sme používali do injekčných zmesí, bol z lokality Michalovce a Lastovce. Íl z Michaloviec v prevažnej miere obsahuje kremeň (45 %), z ílových minerálov prevláda illit s prímiesou montmorillonitu a kaolinitu. Íl z Lastoviec obsahuje hlavne montmorillonit. Podľa výsledkov predbežných skúšok sme miešali cement s ílom v pomere 70 : 30.

Odolnosť injekčných zmesí proti účinkom mäkkej vody sa skúšala tromi spôsobmi: 1. uložením trámcov do mäkkej vody v laboratóriách (na skúšanie sa použil vodný koeficient východiskovej suspenzie $w = 0,5$, $w = 1$, $w = 4$), 2. zrýchlenými metódami, 3. dlhodobým uložením v prírodnej agresívnej vode.

Každá z uvedených metód má prednosti i nevýhody. Pri uložení trámcov do agresívnej vody v laboratóriu sa skúša nielen chemická odolnosť použitých surovín, ale aj vplyv fyzikálnych vlastností skúšaných trámcov. Nevýhodou však je, že korózia pôsobí pomaly a výsledky sa ukazujú až po mnohých rokoch.

Zrýchlené metódy, ktoré sa používajú všeobecne, poskytujú informácie o odolnosti skúšaných hmôt v relatívne krátkom čase. Pri pôsobení mäkkej vody sa sleduje najmä množstvo Ca(OH)_2 , ktoré sa uvoľní v priebehu skúšok. Podľa množstva vylúhovaného vápna sa robí uzáver o odolnosti jednotlivých hmôt proti účinkom agresívnej vody. Pri týchto skúškach sa fyzikálne vlastnosti skúšobných telies proti účinku agresívnej vody nerešpektujú.

Skúšky v prírodných podmienkach majú prednosť v tom, že vzorky ustavične omýva nová agresívna voda, ktorá môže vylúhované zlúčeniny odplavovať. Pri terénnych skúškach sa používajú aj trámce a tak sa, prirodzene, skúša aj vplyv fyzikálnych vlastností cementového kameňa na odolnosť proti agresivite. Nevýhodou skúšok v prírodných podmienkach je, že prírodná voda často obsahuje zlúčeniny železa, ktoré upchávajú póry skúšaných telies.

Hodnotenie experimentálnych prác

Súčasne so skúškami na pevnosť v tlaku a v ťahu za ohybu sme v istom čase uloženia vzoriek v mäkkej vode sledovali nasiakavosť, pórovitosť a stupeň hutnosti (ČSN 73 1315 a 73 1316). Chceli sme zistiť, ako sa mení štruktúra skúšobnej vzorky pod vplyvom vylúhovania $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Nezistili sme však nijakú závislosť medzi zmenami pevnosti v tlaku a v ťahu za ohybu a fyzikálnymi vlastnosťami injekčného kameňa.

Výsledky skúšok pevnosti v tlaku a v ťahu za ohybu ukázali (tab. 1), že z cementov je pri nízkych vodných koeficientoch ($w = 0,5$, a $w = 1$) najodolnejší síranovzdorný a troskoportlandský cement. Pri skúškach vzoriek s východiskovým vodným koeficientom $w = 4$ boli zmesi z portlandského a troskoportlandského cementu odolnejšie ako zmesi zo síranovzdorného cementu. Veľkú úlohu mohla zohrať aj hutnosť injekčného kameňa, ktorá je pri portlandskom cemente 0,444, pri troskoportlandskom 0,336 a pri síranovzdornom cemente len 0,2999 (východiskové $w = 4$).

Vplyv popolčeka na zvýšenie odolnosti proti mäkkej vode bolo možno pozorovať len pri portlandskom cemente (tab. 2). Zvýšenú odolnosť možno vysvetliť vznikom komplexných zlúčenín vápnika z voľného vápna hydratovaného cementu a hydraulických zlúčenín popolčeka. Naproti tomu prídanie popolčeka do troskoportlandského cementu znižuje odolnosť proti pôsobeniu mäkkej vody.

Zatiaľ čo sa kladný vplyv popolčeka na zvyšovanie odolnosti proti účinkom mäkkej vody viaže na druh cementu, il zvyšuje odolnosť takmer všetkých cemen-

Pevnosť cementových zmesí v tlaku a v ťahu za ohybu po 2 rokoch uloženia v destilovanej vode

Tab. 1

	Východiskový vodný koeficient					
	w = 4		w = 1		w = 0,5	
	tlak	ťah za ohybu	tlak	ťah za ohybu	tlak	ťah za ohybu
Portland. cement	88 %	82 %	70 %	73 %	65 %	93 %
Troskoportland. cement	81 %	81 %	76 %	57 %	111 %	96 %
Síranovzdorný cement	51 %	67 %	130 %	93 %	95 %	114 %

(Ako štandard sa použili vzorky uložené v normálnej vode.)

*Pevnosť cementovo-popolčkových zmesí v tlaku a v ťahu za ohybu
po 2 rokoch uloženia v destilovanej vode*

Tab. 2

	Východiskový vodný koeficient					
	w = 4		w = 1		w = 0,5	
	tlak	ťah za ohybu	tlak	ťah za ohybu	tlak	ťah za ohybu
Portland + popolček	99 ‰	61 ‰	61 ‰	107 ‰	79 ‰	96 ‰
Toskopoportland. + popolček	57 ‰	62 ‰	58 ‰	86 ‰	55 ‰	26 ‰

*Pevnosť cementovo-ílových zmesí v tlaku a v ťahu za ohybu
po 2 rokoch uloženia v destilovanej vode*

Tab. 3

	Východiskový vodný koeficient			
	w = 4		w = 1	
	tlak	ťah za ohybu	tlak	ťah za ohybu
Portland + NH íl	58 ‰	55 ‰	125 ‰	100 ‰
Portland + íl Lastovce	158 ‰	133 ‰	—	—
Troskopoportland + NH íl	90 ‰	97 ‰	113 ‰	63 ‰
Troskopoportland + Lastovce	214 ‰	109 ‰	—	—

tových zmesí (tab. 3). Zvýšenú odolnosť bolo badať v prípadoch, keď sa na prípravu zmesí použil montmorillonitický íl z Lastoviec, ako aj íl NH, ktorý v prevažnej miere obsahuje jemný kremeň. Na vysvetlenie zvýšenej odolnosti cementovo-ílových zmesí bude treba podrobne sledovať chemickú a inú štruktúru kameňa týchto zmesí, pretože tu môže mať istý význam aj tesniaci vplyv jemných častíc ílu.

Pri rýchloskúškach sme sledovali množstvo vylúhovaného vápna z hydratovaných injekčných hmôt a zistili sme nasledujúce závislosti (obr. 1—3):

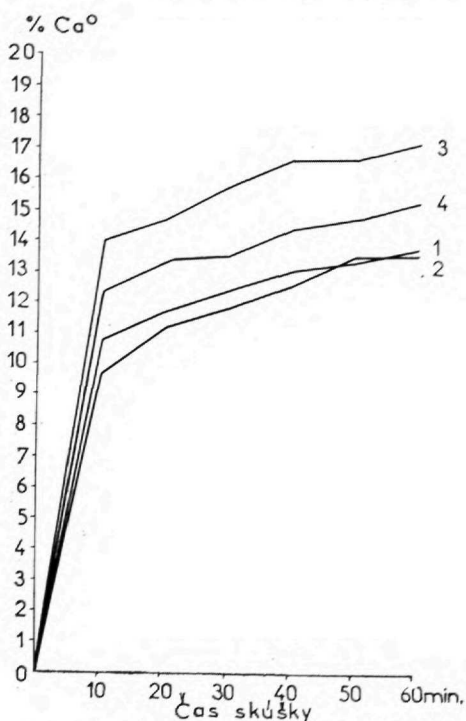
1. Zo samotných hydratovaných cementov sa najviac vápnika uvoľňuje z jednozložkového portlandského cementu; z troskopoportlandského a síranovzdorného cementu sa uvoľňuje menej vápna, čo dokazuje väčšiu odolnosť proti pôsobeniu mäkkej vody.

2. Pri portlandskom cemente s popolčekom a ílom je takéto poradie odolnosti: najodolnejší je sám cement (najmenšie množstvo vylúhovaného vápna) a zmes cement — popolček, menšiu odolnosť majú cementovo-ílové zmesi.

3. Pri troskopoportlandskom cemente sa najmenej vápnika uvoľňuje zo zmesi cement — íl, resp. cement — popolček. Zmes pripravená len zo samého cementu je menej odolná, uvoľňuje sa viac vápnika do roztoku.

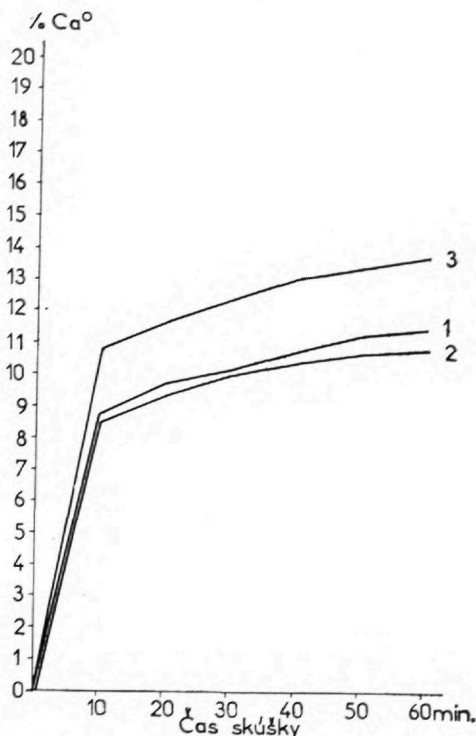
Aj keď výsledky skúšok odolnosti získané dvoma rozličnými metódami nemožno presne porovnať, predsa sa prejavuje istá zhoda. Pri zmesiach zo samého cementu sa v prostredí s mäkkou vodou ako najodolnejší ukazuje troskoportlandský a síranovzdorný cement. V prípade zmesí z troskoportlandského cementu a prísad sa ako najodolnejšie prejavujú cementovo-ílové zmesi. Cementové a cementovo-popolčkové zmesi sú menej odolné. Pri zmesiach z portlandského cementu sa výsledky skúšok nezhodujú.

Na skúšky vzoriek v prírodných podmienkach sme vybrali dve lokality, a to v Tatranskej Lomnici a v Starom Smokovci. Odlišujú sa od seba najmä obsahom voľného CO_2 (26,4—158 mg/l). Ide o vody s nízkou karbonátovou tvrdosťou (max. 3,36 °nem), veľmi slabo mineralizované (max. 181,1 mg/l). Vzorky uložené v týchto vodách stále omýva čerstvá agresívna voda, a to už počas troch rokov. Skúšky ešte nie sú ukončené.



Obr. 1. Porovnanie vylúhovaného CaO z cementov.
1 — síranovzdorný cement, 2 — troskoportlandský cement, 3 — portlandský cement.

Fig. 1. Comparison of leached out CaO from following cements:
1 — sulphate-resistant cement, 2 — troskoportland cement, 3 — portland cement

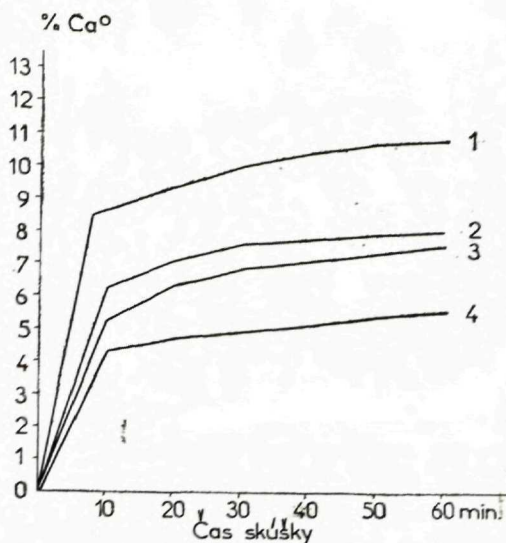


Obr. 2. Porovnanie vylúhovaného CaO zo zmesí pripravených z portlandského cementu.

1 — portlandský cement, 2 — cement + popolček, 3 — cement + NH íl, 4 — cement + íl Lastovce.

Fig. 2. Comparison of leached out CaO from mixtures of portland cement.

1 — portland cement, 2 — cement + ash, 3 — cement + NH clay, 4 — cement + Lastovce clay



Obr. 3. Porovnanie vylúhovaného CaO zo zmesí pripravených z troskoportlandského cementu.

1 — troskoportlandský cement, 2 — cement + popoľček, 3 — cement + NH íl, 4 — cement + íl Lastovce.

Fig. 3. Comparison of leached out CaO from mixtures prepared of troskoportland cement.

1 — troskoportlandský cement, 2 — cement + ash, 3 — cement + NH clay, 4 — cement + Lastovce clay

Záver

Výsledky skúšok ukazujú, že pri použití samého cementu je na prípravu injekčných zmesí v prostredí s mäkkou vodou vhodné používať troskoport-

landský cement. Prídavok popoľčeka je vhodný len v prípade, keď sa ako základná surovina použije jednozložkový portlandský cement. Skúšané íly zvyšovali odolnosť proti pôsobeniu mäkkej vody, ale použitie cementovo-ílových zmesí sa viaže na geologické vlastnosti hornín, resp. priepustnosť injektovaného prostredia. Pre vlastnú odolnosť injekčnej clony je však nevyhnutné, aby mala čo najmenšiu priepustnosť, aby agresívna voda mala iba minimálnu možnosť preniknúť cez teleso, a tak vylúhovať hydratačné splodiny. Výsledky skúšok, pri ktorých sa ukladajú trámce do destilovanej vody, sa prejavajú až po niekoľkých rokoch. Metóda, pri ktorej sa sleduje uvoľnený vápnik z hydratovaných injekčných hmôt, berie do úvahy len chemickú, ale nie fyzikálnu odolnosť hydratovaných hmôt. Na rýchlu orientáciu však táto metóda postačuje.

Korózia injekčných clón je komplikovaný a doteraz málo prebádaný problém. Pritom je zrejmé, že voľbou vhodných injekčných hmôt do agresívnej vody možno ušetriť mnohomiliónové hodnoty na rekonštrukciu injekčných clón pod priehradnými telesami. Je nevyhnutné, aby pracovníci navrhujúci konštrukciu injekčných clón poznali aj chemické zloženie podzemnej vody, ktorá bude v styku s injekčnou clonou, a vlastnosti injekčných hmôt vo vzťahu k agresivite vody. Len komplexné poznanie všetkých faktorov ovplyvňujúcich stabilitu injekčných clón môže priniesť efektívne výsledky.

Doručené 3. 3. 1975

Odporučil J. Plch

LITERATÚRA

- Bárta, R. 1961: Chemie a technológia cementu. 1. vyd. Praha, Nakladatelství Československé akademie věd, 1107 s.
 Biczók, I. 1960: Betonkorosion, Betonschutz, 1. Auflage, Budapest, Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, 396 s.
 Jambor, J. 1953: Chemické rozbory v stavebníctve. 1. vyd. Bratislava, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 569 s.

The effects of aggressive soft waters on grouting

BLAŽEJ TYLEČEK

One of the requirements that grouting should satisfy is its resistance to aggressive waters. For the construction of grouting it is therefore necessary to use such material which would resist the effects of aggressive waters. Presently there do not exist in this country any regulations determining the type of injection material that should be used in aggressive waters. For this reason, the IGHP Corporation at Žilina was entrusted with the research problem, the aim of which was to determine the effects of aggressive waters on individual injection materials. In the case of soft aggressive waters, the resistance of portland cement, troskoportland cement, and sulphate-resistant cement as well as mixtures of cement-clay and cement-ash were tested. Two methods were applied in the resistance tests. The prepared samples with a cement-water ratio $w = 4$, $w = 1$, $w = 0.5$ were put in distilled water and at a certain time interval were tested for compressive strength and tensile strength under bending. In the second cycle of tests the hydrated injection materials were ground to a certain fineness, and from the sample thus prepared the amount of CaO which leached out during the test was observed. The results of the tests indicate that the injecture mixtures consisting of troskoportland cement or of cement-clay mixtures are the most suitable material for the environment of soft aggressive waters.

Preložila E. Česánková

Pokračovanie zo str. 122

likátových horninách vzniklých jako pozdní magmatické diferenciáty stoupá v uvedených minerálech koncentrace zásaditých REE, kdežto v horninách metasomatického původu se uplatňují více REE kyselější povahy. V karbonátových horninách má zastoupení REE v uvedených nerostech opačnou tendenci.

Príspevek A. V. Zotova a L. V. Rusinova Zonálnost a para geneze okolorudných hornin na dvou japonských ložiskách typu Kuroko shrnuje výsledky mineralogického a paragenetického stu-

dia zonárné asociovaných nerostů provázejících kyzové zrudnění. Jde hlavně o hydrosolídy a smíšené minerály typu slída — montmorillonit, dále chlorit, albit, křemen aj. Ze studie vyplynuly důležité poznatky o sepětí zonálnosti s procesy kyselého vyluhování, závislého na teplotě a chemickém potenciálu H_2O . Byla prokázána stoupající hydratace hydrosolíd rostoucí se vzdáleností od rudních těles a skutečnost, že polytyp M 1 hydrosolíd je vázán na vnější zóny metasomatické kolony, kdežto polytyp $2M_1$ se vyskytuje především ve vnitřních zónách.