

# VLIV ROZDĚLENÍ VELIKOSTÍ ČÁSTIC MgO NA VLASTNOSTI HOŘEČNATÉ MALTOVINY

FRANTIŠEK ŠKVÁRA, MILENA FIALKOVÁ

Společná laboratoř pro chemii a technologii silikátů ČSAV a VŠCHT,  
166 28 Praha, Suchbátarova 5

Došlo 11. 7. 1974

*Optimální granulometrické složení MgO pro přípravu hořečnaté maltoviny s ohledem na reologické vlastnosti suspenze MgO v roztoku MgCl<sub>2</sub>, průběh tuhnutí a pevnost po zatuhnutí je dáno směsí dvou úzkých frakcí v poměru 50—75 % obj. hrubé a 50—25 % obj. jemné frakce. Střední velikost částic MgO ve frakci hrubé musí být nejméně 3—5 × větší, než je velikost částic MgO ve frakci jemné. Optimální granulometrické složení MgO dovoluje zvýšit objemový podíl MgO při dobré zpracovatelnosti suspenze hořečnaté maltoviny až na 65 % obj. a zvýšit poměr MgO : MgCl<sub>2</sub> na 10 : 1 i vyšší. Tím lze zvýšit pevnosti hořečnaté maltoviny po zatuhnutí.*

## ÚVOD

Hořečnatá (též Sorelova) maltovina je pojivo, které se vyznačuje řadou výhodných vlastností, zejména vysokou pevností v krátké době po zatuhnutí (90 % 28denní pevnosti dosahuje již po 7 dnech), dále možností míchat ji s velkým množstvím plniv. Nevýhodou této maltoviny je však malá stálost vůči vodě a CO<sub>2</sub>.

Podstatou tuhnutí hořečnaté maltoviny je reakce MgO s MgCl<sub>2</sub> za přítomnosti vody, kdy vznikají zásadité hořečnaté chloridy. Identifikací produktů při tuhnutí hořečnaté maltoviny se zabývala řada autorů [1]–[6]. Jako první produkt reakce vzniká [6] 5 MgO · MgCl<sub>2</sub> · 13 H<sub>2</sub>O (5-oxichlorid). Tento oxichlorid není stálý, zvláště při nižších koncentracích MgCl<sub>2</sub> a nízkých poměrech MgO : MgCl<sub>2</sub>, a přechází na 3 MgO · MgCl<sub>2</sub> · 11 H<sub>2</sub>O (3-oxichlorid). Pevnost tuhnoucí struktury je určena množstvím oxichloridu. Přeměna 5-oxichloridu na 3-oxichlorid je doprovázena poklesem pevnosti a tento efekt se projevuje více v suspenzích s menším obsahem pojiva. Závislostí pevností zatuhlých suspenzí hořečnaté maltoviny ve vztahu k poměrům MgO : MgCl<sub>2</sub> se zabýval Šatava[1]. Nalezl, že při poměrech MgO : MgCl<sub>2</sub> nižších než 1,5 : 1 se tvoří 3-oxichlorid, při vyšších pak 5-oxichlorid. Při vyšších poměrech než 2,5 : 1 se tvoří též Mg(OH)<sub>2</sub>. Vznik hydroxidu je doprovázen také vzrůstem pevnosti. Maximálních pevností bylo dosaženo při poměrech MgO : MgCl<sub>2</sub> 3 : 1 až 5 : 1. Vyšší poměry MgO : MgCl<sub>2</sub> a vyšší koncentrace suspenzí nebylo možné dosáhnout pro špatné reologické vlastnosti suspenzí.

Z předcházejících prací [7], [8] vyplývá, že reologické vlastnosti suspenzí lze ovlivnit granulometrickým složením pevné fáze. Při určitém optimálním složení pevné fáze (směsí dvou nebo více úzkých frakcí) dosahuje viskozita suspenzí minimálních hodnot. Velikost částic v jedné frakci musí být nejméně 3—5 × větší než velikost částic ve frakci druhé. Snížení zdánlivé viskozity umožňuje pak přípravu suspenzí o dobré zpracovatelnosti při vysokém obsahu pevné fáze (až do 75 % obj. pevné fáze). Tyto závěry byly získány pro mate-

riály, jejichž částice byly nepórovitými monokrystaly (sádrovec,  $\alpha$ -sádra). K přípravě hořečnaté maltoviny se však používá především MgO získaného rozkladem  $MgCO_3$ . Částice tohoto MgO jsou pórovité pseudomorfózy po krystalech  $MgCO_3$ . Reologické a další vlastnosti hořečnaté maltoviny jsou pak ovlivňovány nejen velikostí, ale i charakterem částic MgO. Proto v dalším studiu byly použity vzorky MgO s částicemi různého charakteru. Byl použit MgO jako pseudomorfóza po  $MgCO_3$  a MgO tavený.

V této práci byla soustředěna pozornost na studium rozdělení velikostí částic MgO na vlastnosti hořečnaté maltoviny. Nebyly studovány produkty hydratačních reakcí.

#### EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro přípravu suspenzí hořečnaté maltoviny byly použity vzorky MgO:

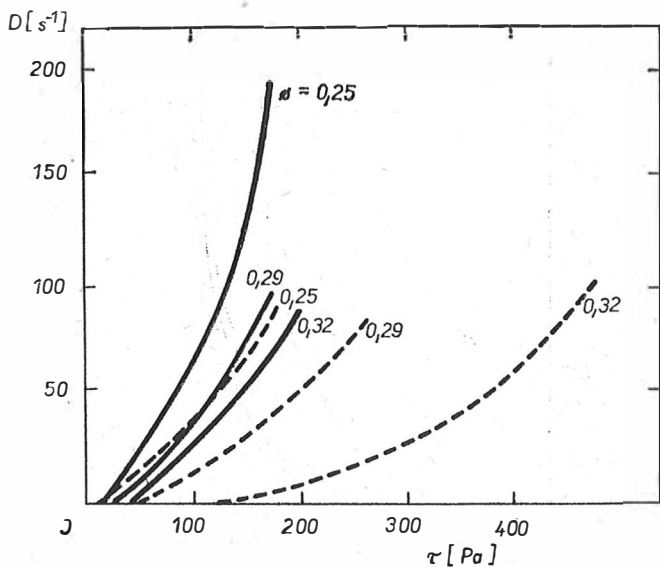
1. MgO (pórovitý), připraven vyžiháním  $MgCO_3$  vysráženého z roztoků solí hořečnatých. Velikost agregátů (pseudomorfóz) 0,5—5  $\mu\text{m}$ , měrný povrch 23,4  $\text{m}^2/\text{g}$ .
2. MgO (pórovitý), připravený vyžiháním krystalického  $MgCO_3$ . Velikost agregátů (pseudomorfóz) 5—13  $\mu\text{m}$ , měrný povrch 25,3  $\text{m}^2/\text{g}$ .
3. MgO (částečně slinutý), připravený částečným slinutím pseudomorfóz MgO. Velikost částic 17—24  $\mu\text{m}$ , měrný povrch 0,57  $\text{m}^2/\text{g}$ .
4. MgO (tavený), periklas. Velikost částic 100—200  $\mu\text{m}$ . Velikost částic (agregátů) byla stanovena mikroskopicky nebo sedimentačně na sedimentačních vahách Sartorius. Velikost částic MgO uvedených v popisu vzorků je interval velikostí, ve kterém bylo 95 % částic ve vzorku.

Reologické vlastnosti suspenzí hořečnaté maltoviny byly měřeny na rotačním viskozimetru s koaxiálními válci. Jako hlavní reologický parametr byla zvolena ustálená hodnota zdánlivé viskozity suspenze při daném rychlostním gradientu. Rychlost tuhnutí suspenze byla sledována kuželovým plastometrem, jímž byla měřena časová závislost hloubky vpichu rýhovaného kužele do suspenze při konstantním zatížení. Průběh tuhnutí byl sledován do doby, kdy konzistence suspenze byla ještě měřitelná, tj. suspenze byla ještě formovatelná. Pevnost zatuhlých suspenzí byla určena na válečcích o průřezu  $0,56 \times 1,5$  cm jako pevnost v tlaku. Při měření pevností byly suspenze hořečnaté maltoviny ponechány nejprve 24 hodin ve formě a vyjmutá tělíska pak byla přechovávána v zabroušených nádobkách. Tuhnoucí i zatuhlé suspenze byly ponechány v atmosféře definované vlhkosti. Sledovány byly pevnosti po 2 a 7 dnech od smíchání suspenze.

Pro experimentální studium bylo využito poznatků získaných na modelových systémech a na  $\alpha$ -sádrě [7], [8]. Pro dosažení optimálních reologických a mechanických vlastností (po zatuhnutí) suspenzí bylo nutné připravit pevnou fázi (maltovinu) ve formě směsi dvou úzkých frakcí. Velikost částic v hrubé frakci musela být 3—5 $\times$  větší než velikost částic ve frakci jemné. Vzhledem k rozdílu velikostí částic použitých vzorků MgO lze tyto vzorky považovat navzájem za úzké frakce MgO. Vzorek 1 lze považovat za jemnou frakci a vzorky 2 a 3 za frakce hrubé. Příprava jemných podílů z použitých vzorků MgO byla velmi obtížná. Suché i mokré mletí nevedlo k přípravě definovaného produktu, neboť se při mletí vytvářely agregáty částic MgO. Proto byl v další práci použit MgO vzorek 1 jako jemná frakce a MgO vzorky 2 a 3 jako frakce hrubé. Použité vzorky MgO splňují, jako frakce, rovněž

podmínku rozdílu středních velikostí částic. Vzorek MgO 4 byl použit pouze k reologickým měřením, ostatní experimenty nebyly s tímto vzorkem prováděny pro jeho velmi špatné reologické vlastnosti.

Suspenze hořečnaté maltoviny byly připravovány tak, že do roztoku  $MgCl_2$  o určité koncentraci byla vsypána jemná frakce a po rozmíchání hrubá frakce MgO. Suspenze byly odvzdušňovány. Suspenze, u nichž docházelo k rychlé sedimentaci, byly z dalšího měření vyloučeny. Koncentrace suspenzí je uváděna jako objemový podíl MgO ( $\Phi$ ), při daném poměru  $MgO : MgCl_2$ . Při experimentech byl zachováván poměr  $MgO : MgCl_2$  4 : 1, aby byl zachován stejný produkt tuhnutí. U suspenzí s vyšším objemovým obsahem MgO než  $\Phi = 0,32$ , který odpovídá nasycenému roztoku  $MgCl_2$ , byl pak zvýšen poměr  $MgO : MgCl_2$  na poměr 5 : 1 až 13 : 1.

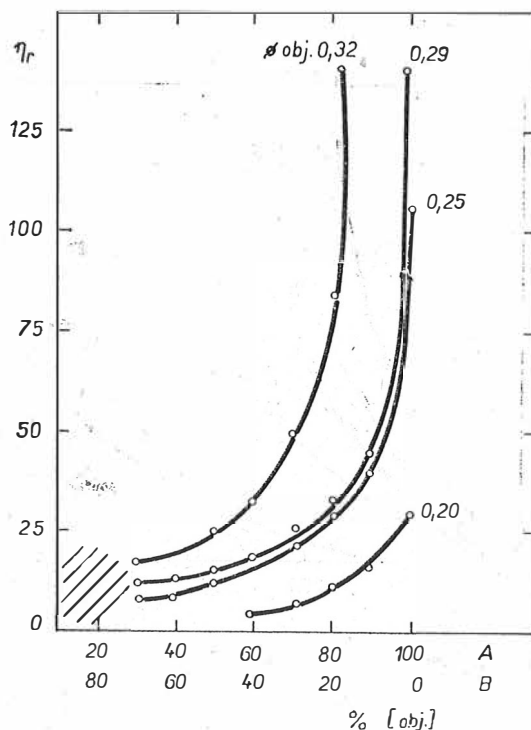


Obr. 1. Reologické křivky suspenzí hořečnaté maltoviny s různým objemovým podílem  $\Phi$  MgO při poměru jemné a hrubé frakce MgO 1 : 1 (křivka — směs MgO vzorků 1 + 3, ... směs MgO vzorků 1 + 2).

#### VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

Ze studia reologických vlastností suspenzí hořečnaté maltoviny vyplývá, že tyto suspenze vykazují silný neneutonský charakter. Mez toku suspenzí se zvyšuje s roztoucím podílem MgO a liší se značně pro suspenze připravené ze směsí MgO vzorků 1 + 3 a vzorků 1 + 2 (obr. 1). Na obr. 2 je pak znázorněna závislost relativní viskozity na granulometrickém složení MgO při různém objemovém podílu pevné fáze v suspenzi pro směsi MgO vzorků 1 + 2. Na obr. 3 je znázorněna analogická závislost relativní viskozity na granulometrickém složení pro směsi MgO vzorků 1 + 3. Oblast s vysokým obsahem hrubé frakce (MgO vzorek 3) nebyla měřitelná pro silnou sedimentaci nebo silnou dilatanci suspenzí. Ze srovnání obr. 2 a 3 vyplývá, že viskozita suspenzí hořečnaté maltoviny vzrůstá s rostoucím obsahem jemné frakce MgO (vzorek 1)

a u stabilních (rychle nesedimentujících) suspenzí se objevuje viskozitní minimum. Toto minimum se objevuje při obsahu 25—50 % obj. jemné frakce (MgO vzorku 1) a 75—50 % obj. hrubé frakce (vzorku MgO 2 nebo 3). Absolutní hodnota minima viskozity stoupá s rostoucím obsahem pevné fáze v suspenzi. Tento výsledek je ve shodě s předpokládanými teoretickými [7] výsledky a experimentálními výsledky pro suspenze sádrovce a  $\alpha$ -sádry [8]. Rozdíly v reologickém chování suspenzí směsí MgO vzorků 1 + 2 a 1 + 3 jsou způsobeny různým charakterem částic použitých jako hrubé frakce. MgO vzorek 3, který má menší specifický povrch, vytváří suspenze které mají sklon k nestabilitě.

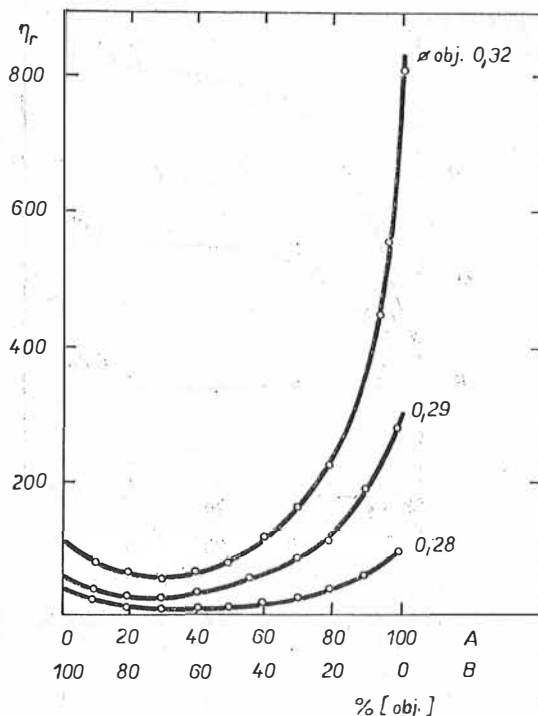


Obr. 2. Závislost relativní viskozity hořečnaté maltoviny na objemovém podílu  $\Phi$  MgO při různém poměru jemné a hrubé frakce MgO (směs MgO vzorků 1 + 3). Vyčárkovaná oblast je oblast silné dilatance suspenzí.

Na obr. 4 a 5 jsou znázorněny závislosti pevností v tlaku (po dvou dnech) při různém poměru hrubé a jemné frakce (pro směsi MgO vzorků 1 + 2 a 1 + 3). Z uvedených výsledků vyplývá, že se vzrůstajícím podílem pevné fáze MgO vzrůstá pevnost zatuhlých hmot. Z obrázků je zřejmá závislost pevností na druhu MgO použitého jako hrubé frakce. Maximálních pevností bylo dosaženo při použití MgO vzorku 2. V obou případech stoupá pevnost se zvyšujícím se obsahem MgO ve směsi frakcí, který má vyšší měrný povrch.

Snížení zdánlivé viskozity v důsledku optimálního granulometrického složení MgO umožnilo přípravu suspenzí hořečnaté maltoviny s vyšším obsahem

pevné fáze než  $\Phi = 0,32$ , tedy obsahu MgO odpovídajícímu poměru MgO : MgCl<sub>2</sub> 4 : 1 a nasycenému roztoku MgCl<sub>2</sub>. Pro tyto vyšší objemové podíly MgO v suspenzi hořčnaté maltoviny jsou uvedeny v tabulkách I a II hodnoty pevností a relativních viskozit pro směsi hrubé a jemné frakce MgO (směsi vzorků MgO 1 + 2 a 1 + 3). Suspenze, v nichž byla pevná fáze složena pouze ze samotných frakcí MgO (vzorky 1,2,3), nebylo možné připravit s vyšším obsahem pevné fáze v důsledku silné dilatance. Tím nebylo možné zvýšit poměr MgO : MgCl<sub>2</sub> nad 4 : 1 a zvýšit objemový podíl MgO nad obsah  $\Phi = 0,32$ . S MgO použitými v této práci, jako hrubé a jemné frakce MgO, bylo možné dosáhnout poměru MgO : MgCl<sub>2</sub> 10 : 1 až 13 : 1 a objemových podílů MgO v suspenzi až  $\Phi = 0,60$ .

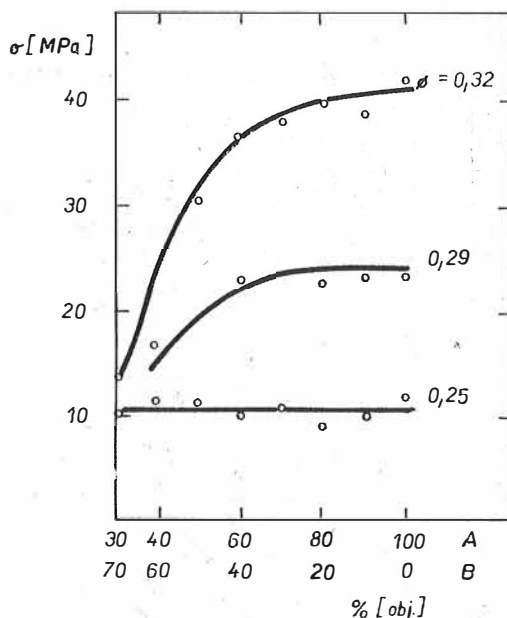


Obr. 3. Závislost relativní viskozity hořčnaté maltoviny na objemovém podílu  $\Phi$  MgO při poměru jemné (A) a hrubé (B) frakce MgO (směs MgO vzorků 1 + 2).

Optimalizované granulometrické složení pevné fáze umožňuje tedy přípravu hořčnaté maltoviny s vysokým obsahem pevné fáze. Tento princip lze použít i pro přípravu pojiva na bázi hořčnaté maltoviny s maximálním obsahem plnidel. V takovém případě by bylo nutné použít jemný MgO jako jemnou frakci a jako hrubou frakci plnivo. V tomto případě musí být splněna podmínka rozdílu velikostí částic ve frakcích. Jestliže použijeme jako plniva MgO o větší velikosti částic, pak se tento MgO zčásti uplatní jako plnivo reaktivní podílí se na vzrůstu pevnosti zatuhlé maltoviny.

Z uvedených výsledků dále vyplývá, že kromě celkového obsahu MgO

v suspenzi a granulometrického složení MgO hraje roli také charakter částic MgO. Rozdílný charakter částic použitých vzorků MgO se výrazně projevuje na časových závislostech tuhnutí hořečnaté maltoviny. Suspenze hořečnaté maltoviny tuhnou nejrychleji při použití MgO vzorku 2 (obr. 6). Tento vliv se projevuje i těch případech, kdy je MgO vzorek 2 použit jako hrubá frakce ve směsi frakcí (obr. 7). Nejpomaleji tuhnou suspenze hořečnaté maltoviny při použití MgO vzorku 3 (obr. 6 a 8). Nejméně reaktivní při tuhnutí hořečnaté maltoviny byl tedy MgO s velkými, silně slinutými částicemi, kdežto MgO s částicemi o prakticky stejné velikosti, ale silně pórovitými byl nejvíce reaktivní. Tento MgO byl reaktivnější než MgO s částicemi o menší velikosti.



Obr. 4. Závislost pevnosti v tlaku (po dvou dnech) hořečnaté maltoviny na objemovém podílu  $\Phi$  MgO při různém poměru jemné (A) a hrubé (B) frakce MgO (směs vzorků MgO vzorků 1 + 3).

Tabulka I

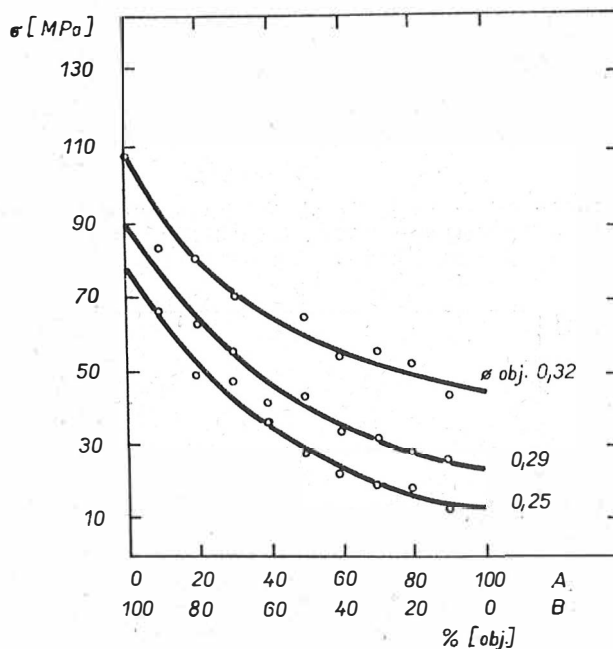
Směsi vzorků MgO 1 a 2 v poměru 1 : 1

Poměr MgO : MgCl <sub>2</sub>	$\sigma$ 7denní pevnost v tlaku [MPa]	$\eta$ Relativní viskozita	$\Phi$ Objemový podíl MgO
5,5 : 1	151,5	871,8	0,42
5 : 1	139,0	592,9	0,38
4,5 : 1	136,0	287,7	0,36
4 : 1	72,4	82,8	0,32
4 : 1 (samotný vzorek 2 MgO)	106,9	139,2	0,32
4 : 1 (samotný vzorek 1 MgO)	75,4	810,7	0,32

Tabulka II

Směsi vzorků MgO 1 a 3 v poměru 1 : 1

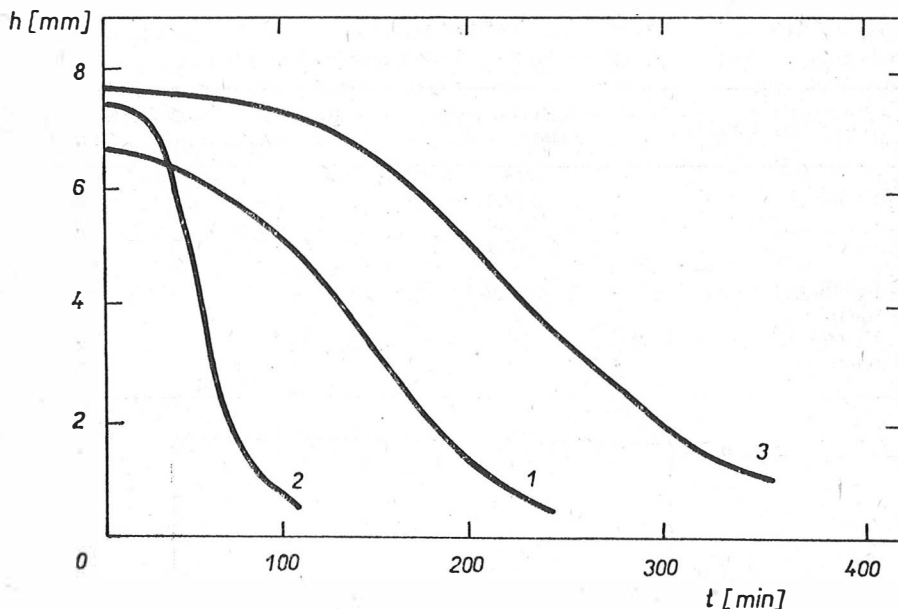
Poměr MgO : MgCl <sub>2</sub>	$\sigma$ 7denní pevnost v tlaku [MPa]	$\eta$ Relativní viskozita	$\Phi$ Objemový podíl MgO
10 : 1	146,6	873,6	0,55
6 : 1	122,0	125,5	0,44
5 : 1	94,4	74,9	0,38
4 : 1	31,5	24,1	0,32
4 : 1 (samotný vzorek 3 MgO)	25,0	—	0,32
4 : 1 (samotný vzorek 1 MgO)	75,4	810,7	0,32



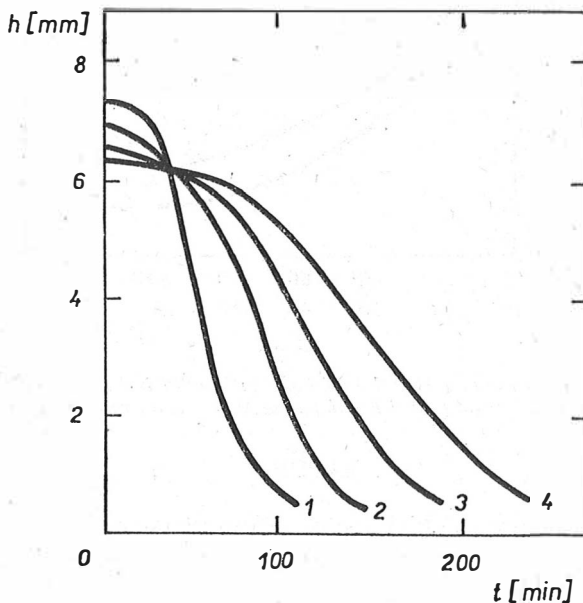
Obr. 5. Závislost pevnosti v tlaku (po dvou dnech) hořčnaté maltoviny na objemovém podílu  $\Phi$  MgO při různém poměru jemné (A) a hrubé frakce MgO (směs vzorků MgO 1 + 2).

### ZÁVĚR

Ze získaných výsledků vyplývá, že rozdělení velikostí částic MgO v suspenzích hořčnaté maltoviny má velký význam pro ovlivňování jejích technologických vlastností. Optimální granulometrické složení MgO, s ohledem na reologické vlastnosti suspenzí, pevnost po zatuhnutí a průběh tuhnutí, je dáno směsí dvou úzkých frakcí v poměru 50—75 % obj. hrubé frakce a 50—25 % obj. jemné frakce. Velikost částic ve frakci hrubé musí být nejméně 3—5× větší, než je velikost částic ve frakci jemné. Optimálním granulometrickým

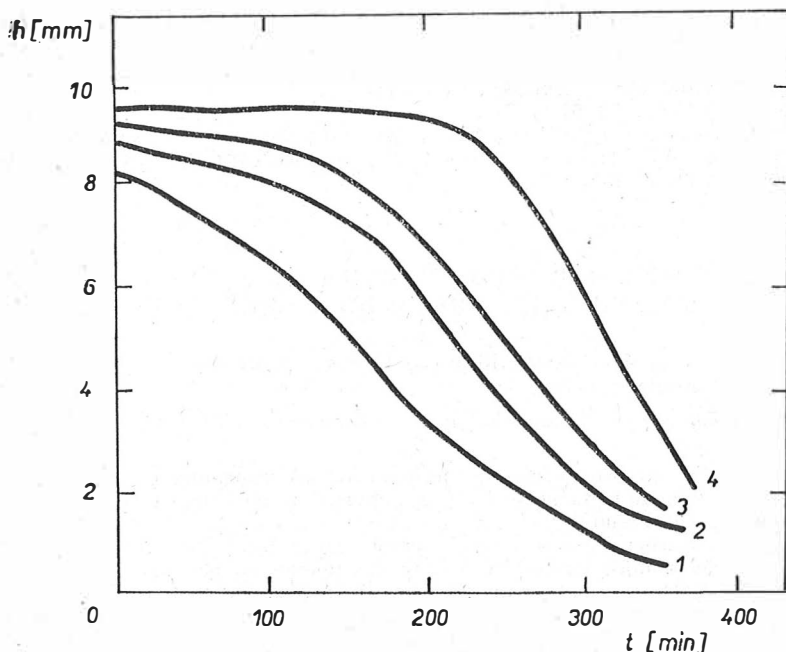


Obr. 6. Závislost hloubky vpichu kuželového plastometru do suspenze hořčnaté maltoviny na čase při objemovém podílu  $\text{MgO } \Phi = 0,32$  a poměru  $\text{MgO} : \text{MgCl}_2$  4 : 1 pro  $\text{MgO}$  vzorek 1 (křivka 1), vzorek 2 (2), vzorek 3 (3).



Obr. 7. Závislost hloubky vpichu kuželového plastometru do suspenze hořčnaté maltoviny na čase při objemovém podílu  $\text{MgO } \Phi = 0,32$  a poměru  $\text{MgO} : \text{MgCl}_2$  4 : 1 pro směsi  $\text{MgO}$  vzorků 1 + 2 (křivka 1), samotný vzorek 2, 2.. směs 30 % vzorek 1 + 70 % vzorek 2, 3.. 90 % vzorek 1 + 10 % vzorek 2, 3.. samotný vzorek 1).





Obr. 8. Závislost hloubky vpichu kuželového plastometru do suspenze hořčnaté maltoviny na čase při objemovém podílu MgO  $\Phi = 0,32$  a poměru MgO : MgCl<sub>2</sub> 4 : 1 pro směsi MgO vzorků 1 + 3 (křivka 1.. směs 90 % vzorek 1 + 10 % vzorek 3, 2.. 70 % vzorek 1 + 30 % vzorek 3, 3.. 60 % vzorek 1 + 40 % Vzorek 3, 4.. 40 % vzorek 1 + 60 % vzorek 3).

složením pevné fáze lze pak připravovat suspenze o minimální viskozitě a maximálním obsahu pevné fáze. Jako sekundární vliv zvýšení obsahu pevné fáze MgO v suspenzích hořčnaté maltoviny se projevuje zvýšení pevnosti po zatuhnutí. Dále je nutné brát zřetel na charakter částic použitého MgO. Z tohoto hlediska je nejvhodnější použití MgO s většími pórovitými částicemi o velikosti 10—50  $\mu\text{m}$ . Na základě výsledků této práce a předchozích výsledků získaných na  $\alpha$ -sádrě lze zobecnit, že rozdělení velikostí částic maltovin lze ovlivňovat jejich technologické vlastnosti. Studium prováděné na suspenzích hořčnaté maltoviny tvořilo určitý stupeň ve studiu vlivu rozdělení velikostí částic na technologické vlastnosti maltovin v postupu od  $\alpha$ -sádry k portlandskému cementu. U hořčnaté maltoviny se projevil, na rozdíl od  $\alpha$ -sádry, vliv dalších faktorů kromě rozdělení velikostí částic pevné fáze. Je to zejména tvar částic a jejich reaktivita při tuhnutí maltoviny. Tyto poznatky byly cenné při dalším studiu vlivu rozdělení velikostí částic na technologické vlastnosti portlandského cementu, které vedlo k návrhu [9], [10] na zlepšování technologických vlastností cementů.

#### Literatura

- [1] Šatava V.: Sborník VŠCHT Praha, III, 91 (1957).
- [2] Tooper B., Cartz L.: Nature 211, 64 (1966).
- [3] Smirnov B. I., Šegalova E. E., Solovjeva E. S.: Žurn. prikl. chimii 34, 2099 (1961).
- [4] Vyrodov I. P.: Žurn. prikl. chimii 40, 505 (1967).

- [5] Fedorov N. F., Sadkova N. S.: Izv. Akad. Nauk SSSR Neorg. mat. 2, 1124 (1966).  
 [6] Solovjeva E. S., Smirnov B. I., Segalova E. E., Rebinděr P. A.: Koll. žurn. 30, 757 (1968).  
 [7] Škvára F., Vančurová M.: Silikáty 17, 9 (1973).  
 [8] Škvára F.: Silikáty 18, 51 (1974).  
 [9] Škvára F., Šatava V.: Prášková směs pojiv, autorské osvědčení 159, 190.  
 [10] Halen M., Škvára F.: Prášková směs pojiv, zejména pro výrobu těžkých betonů, autorské osvědčení 158, 857.

## РАЗДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ MgO НА ОСНОВАНИИ СВОЙСТВ МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА

Франтишек Шквара, Милена Фялкова

Общая лаборатория химии и технологии силикатов ЧСАН и ХТН, Прага

В предлагаемой статье описываются результаты исследования влияния разделения размеров частиц MgO на реологические и механические свойства магнезиального вяжущего материала. На технологические свойства магнезиального вяжущего материала резкое влияние оказывает гранулометрический состав MgO. На кажущуюся вязкость суспензий магнезиального вяжущего материала можно на основании гранулометрического состава MgO оказывать влияние таким образом, что можно приготовить формуемые суспензии с высоким содержанием твердой фазы, а именно до отношения  $MgO : MgCl_2 = 10 : 1$  и выше. Оптимальным гранулометрическим составом MgO, с учетом хода застывания, реологических свойств и твердости после застывания, является смесь двух узких фракций в отношении 1 : 1. Большое влияние на ход застывания и твердость оказывает влияние реактивности частиц MgO.

- Рис. 1. Реологические кривые суспензий магнезиального вяжущего материала с разной объемной долей  $\phi$  MgO при отношении тонкой и грубой фракции MgO 1 : 1 (кривая — смесь MgO образцов 1 + 3, ... смесь MgO образцов 1 + 2).  
 Рис. 2. Зависимость относительной вязкости магнезиального вяжущего материала от объемной доли  $\phi$  MgO при разном отношении тонкой и грубой фракции MgO (смесь MgO образцов 1 + 3). Область со штрихами — область сильной дилатации суспензий.  
 Рис. 3. Зависимость относительной вязкости магнезиального вяжущего материала от объемной доли  $\phi$  MgO при отношении тонкой и грубой фракции MgO (смесь MgO образцов 1 + 2).  
 Рис. 4. Зависимость прочности при сжатии (после двух дней) магнезиального вяжущего материала от объемной доли  $\phi$  MgO при разном отношении тонкой и грубой фракции MgO (смесь образцов MgO 1 + 3).  
 Рис. 5. Зависимость прочности при сжатии (после двух дней) магнезиального вяжущего материала от объемной доли  $\phi$  MgO при разном отношении тонкой и грубой фракции MgO (смесь образцов MgO 1 + 2).  
 Рис. 6. Зависимость глубины накола конического пластометра в суспензию магнезиального вяжущего материала от времени при объемной доле MgO  $\phi = 0,32$  и отношении MgO :  $MgCl_2$  4 : 1 для MgO: образец 1 (кривая 1), образец 2 (2), образец 3 (3).  
 Рис. 7. Зависимость глубины накола конического пластометра в суспензию магнезиального вяжущего материала от времени при объемной доле MgO  $\phi = 0,32$  и отношении MgO :  $MgCl_2$  для смесей проб 1 + 2 (кривая 1 ... отдельная проба 2, кривая 2 ... смесь 30 % образец 1 + 70 % образец 2, кривая 3 ... смесь 90 % образец 1 + 10 % образец 2, кривая 4 ... отдельный образец 1).  
 Рис. 8. Зависимость глубины накола конического пластометра в суспензию магнезиального вяжущего материала от времени при объемной доле MgO  $\phi = 0,32$  и отношении MgO :  $MgCl_2$  4 : 1 для смесей MgO образцов 1 + 3 (кривая 1 ... смесь 90 % образец 1 + 40 % образец 3, кривая 2 ... смесь 70 % образец 1 + 30 % образец 3, кривая 3 ... смесь 60 % образец 1 + 40 % образец 3, кривая 4 ... смесь 40 % образец 1 + 60 % образец 3).

THE EFFECT OF MgO PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ON THE PROPERTIES  
OF MAGNESIUM CEMENT

František Škvára, Milena Fialková

*Joint Laboratory for Chemistry and Technology of Silicates, Czechoslovak Academy  
of Sciences and Institute of Chemical Technology, Prague*

The paper deals with the effects of MgO particle size distribution on rheological and mechanical properties of magnesium cement. Technological properties of magnesium cement are markedly affected by the granulometry of MgO. Apparent viscosity of magnesium cement suspensions can be influenced by MgO grain size distribution to such a degree that formable suspensions with a high content of solids can be formulated up to a MgO : MgCl<sub>2</sub> ratio of 10 : 1 and even higher. From the point of view of the course of hardening, rheological properties and final strength the optimum grain size distribution is that of two narrow fractions in 1 : 1 ratio. The courses of setting and strength are also considerably affected by the reactivity of MgO particles.

- Fig. 1. Rheological curves of magnesium cement suspensions with various volume proportions of MgO at a coarse to fines ratio of 1 : 1 for MgO (curve — a mixture of MgO samples 1 + 3, curve . . . . . a mixture of MgO samples 1 + 2).*
- Fig. 2. Relative viscosity of magnesium cement vs. volume proportion of MgO at various MgO fines to coarse ratios (a mixture of MgO samples 1 + 3). The dashed area represents a region of strong suspension dilatancy.*
- Fig. 3. Relative viscosity of magnesium cement vs. volume proportion at a fines (A) to coarse (B) fraction ratio for MgO (a mixture of MgO samples 1 + 2).*
- Fig. 4. Two-day compressive strength of magnesium cement vs. volume proportion of MgO at various fine (A) to coarse (B) fraction ratios (a mixture of MgO samples 1 + 3).*
- Fig. 5. Two-day compressive strength of magnesium cement vs. volume proportion of MgO at various fine (A) to coarse (B) fraction ratios (a mixture of MgO samples 1 + 2).*
- Fig. 6. Depth of conical plastometer penetration vs. time for magnesium cement suspensions at MgO volume proportion  $\Phi = 0.32$  and MgO : MgCl<sub>2</sub> ratio 4 : 1 for MgO sample 1 (curve 1), sample 2 (curve 2), sample 3 (curve 3).*
- Fig. 7. Depth of conical plastometer penetration vs. time for magnesium cement suspensions at MgO volume proportion  $\Phi = 0.32$  and MgO : MgCl<sub>2</sub> ratio 4 : 1 for a mixture of MgO samples 1 + 2 (curve 1 — sample 2 only, curve 2 — a mixture of 30 % sample 1 + 70 % sample 2, 3 — 90 % sample 1 + 10 % sample 2, 4 — sample 1 only)*
- Fig. 8. Depth of conical plastometer penetration vs. time for magnesium cement suspensions at MgO volume proportion = 0.32 and MgO : MgCl<sub>2</sub> ratio 4 : 1 for a mixture of MgO samples 1 + 3 (curve 1 — 90 % sample 1 + 10 % sample 3, curve 2 — 70 % sample 1 + 30 % sample 3, 3 — 60 % sample 1 + 40 % sample 3, 4 — 40 % sample 1 + 60 % sample 3).*