

Přednáška

PŮSOBÍ VŽDY SÁDROVEC NEBO LIGNINSULFONAN JAKO ZPOMALOVAČ TUHNUTÍ CEMENTOVÝCH KAŠÍ?

FRANTIŠEK ŠKVÁRA, KAREL KOLÁŘ¹, ZDENĚK ZADÁK²

Společná laboratoř pro chemii a technologii silikátů ČSAV a VŠCHT, Suchbátarova 5, 166 28 Praha 6

¹ Katedra stavebních hmot fakulty stavební ČVUT Thákurova 7, 166 27 Praha 6

² VCHZ Synthesia n. p., Kolín

Došlo 1. 12. 1980

Kaše připravené z čistého umělého slínku z některých čs. cementáren tuhnou za nepřítomnosti sádrovce až po několika hodinách. Přídavek sádrovce působí u těchto slínek spíše jako urychlovač tuhnutí. Tento jev je pravděpodobně způsoben nízkou koncentrací alkalických síranů v těchto slínkách spolu s mírně sníženým obsahem C₃A. Vliv přídavku ligninsulfonanu na hydrataci kaší z mletého slínku z řady čs. cementáren se projevuje urychlujícím způsobem, a to především v krátkém počátku tuhnutí (řádově minuty). Nepřítomnost sádrovce v systému mletý slínek—ligninsulfonan—H₂O se projevuje v dobré zpracovatelnosti kaší i při nízkém vodním součiniteli. V tomto systému lze dosáhnout vysokých krátkodobých i dlouhodobých pevností (přes 100 MPa).

ÚVOD

Umletý cementářský slínek (používaný pro výrobu portlandského cementu) po smíšení s vodou, jak vyplývá z mnohaletých zkušeností, vytváří směs, která velmi rychle zatuhává se současným rychlým vývojem tepla. Toto předčasné zatuhávání je odstraněno semiláním slínku současně se sádrovcem, jak se provádí již od přelomu tohoto století [1], [2]. Regulační účinek sádrovce se podle dnešních názorů projevuje v reakci sádrovce převážně s alumináty a aluminoferity na sulfoalumináty. Podobně je považován rozpustný ligninsulfonan (obecně soli kyseliny ligninsulfonové) za zpomalovač tuhnutí portlandského cementu. Kromě toho mají ligninsulfonany výrazné plastifikační účinky a jsou proto řazeny mezi plastifikátory s retardačními účinky [3].

Naše výzkumy prováděné s vlivem přísad na hydrataci umletých slínek z některých čs. cementáren vedly k některým výsledkům, které jsou předmětem tohoto sdělení.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY A JEJICH DISKUSE

Z běžné produkce některých čs. cementáren byly odebrány vzorky slínek (chemické složení viz. tab. I). Po uskladnění (3 až 6 měsíců) v uzavřených PĚC pytlích byly umlety za nepřítomnosti sádrovce a jiných přísad v laboratorním kulovém mlýnu na měrný povrch 250—560 m²/kg. Pro umletí na měrný povrch cca 700 m²/kg byl použit ligninsulfonan sodný (0,75 % hmotn.) jako mlečí přísada. Z umletých slínek s měrným povrchem 250—560 m²/kg byly připraveny kaše s normální konzistencí

a stanoven počátek tuhnutí ve smyslu ČSN 72 2112. Kaše byly připraveny jak bez přídavku sádrovice, tak i s přídavkem 5 % hmotn. čistého sádrovice umletého na měrný povrch 350 m²/kg. Počátek tuhnutí těchto kaší je uveden v tab. II. Z jemně mletého slínku z cementárny Prachovice (300 m²/kg) byla dále připravena malta (1 : 3, $w = 0,5$). Tato malta, podobně jako kaše připravená z téhož slínku (viz tab. II), neměla krátkou dobu zpracovatelnosti. Počátek tuhnutí této malty byl až po 5 hodinách. Počátek tuhnutí kaší z čistého umletého slínku byl stanoven u vzorků slínků z cementárny Prachovice odebraného v letech 1973 [24], 1974 a 1975, z cementárny Maloměřice 1975 (ověřeno také Horským [4] v roce 1978), z cementárny Hranice 1975, 1978 (ověřeno také Loncovou [5] 1980), z cementárny Ladce 1973.

Tabulka I
Chemické složení slínků (% hmotn.)

Slínek	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Na ₂ O + K ₂ O
Prachovice	21,3	63,8	5,6	4,2	3,3	0,21	0,87
Hranice	20,0	62,2	5,8	3,7	2,9	0,17	0,81
Maloměřice	20,6	63,5	4,7	4,5	2,9	0,16	0,91
Ladce	23,6	62,2	7,1	2,3	2,4	0,1	0,8
Lochkov	21,4	65,1	5,7	2,4	1,9	1,05	0,85

Tabulka II
Počátek tuhnutí kaší umletých slínků

Slínek	Měrný povrch (m ² /kg)	Bez přídavku	Přídavek 5 % sádrovice
Prachovice	300	12 hodin	11 hodin
	340	7 hodin	—
	560	4 hodiny	—
Maloměřice	280	11 hodin	9 hodin
Hranice	400	4,5 hodiny	2,7 hodiny
Ladce	360	9 hodin	8 hodin
Lochkov	250	6 minut	10 hodin

Údaje v tabulce I a II se vztahují ke slínku s prvním datem odběru. Počátky tuhnutí kaší z mletého slínku (bez sádrovice) s dalšími daty odběru se prakticky kryly s údaji získanými u slínků z prvního odběru.

Z umletých slínků byly dále připraveny kaše se stejnou vizuální zpracovatelností s přídavkem těchto derivátů ligninu: ligninsulfonan sodný (Ligrasol, Ružomberok) dále značený jako NaLig, ligninsulfonan vápenatý (laboratorní příprava) — CaLig, ligninsulfonan chromitý (laboratorní příprava) — CrLig, sulfátový lignin (Indulin AT, Westvaco USA) — SLig, sodná sůl sulfonovaného ligninu (Polyfon H, Westvaco USA) — NaSLig. Tyto deriváty byly prakticky čisté, s minimálním obsahem doprovodných organických látek (méně než 0,1 % monosacharidů). U těchto kaší byl sledován počátek tuhnutí, který zde splýval prakticky s dobou tuhnutí (ve smyslu

ČSN 72 2112). Vzhledem ke krátkosti počátku tuhnutí nebylo možné provést exaktní měření zpracovatelnosti kaší např. měřením viskozity. Kaše po stránce zpracovatelnosti lze charakterizovat jako kaše volně tekoucí pouze účinkem gravitace. Výsledky jsou uvedeny v tab. III a IV, kde přídatky jsou vztaženy na hmotnost cementu. Vliv přídatku ligninsulfonátu sodného na urychlení počátku tuhnutí kaší čistého umletého slínku byl zjištěn nejen u slínků uvedených v tab. I, ale i u dalších slínků z cementárny Štramberk a Mokrá.

V dalších experimentech byly z umletých slínků z cementárny Hranice (s měrným povrchem 400 a 720 m²/kg) a z cementárny Štramberk (700 m²/kg) připraveny za přídatku ligninsulfonátu sodného kaše s $w = 0,30$ se stejnou vizuální konsistencí jako u kaší uvedených v tab. III a IV. Po zatuhnutí (3–7 minut) byla stanovena v různých časových intervalech pevnost v tlaku na tělískách 2 × 2 × 2 cm (tab. V). Tělíska byla po zatuhnutí uložena 24 hodin v nasycené vodní páře a do 28. dne ve vodě. Po 28. dni byla uložena na vzduchu při 35–45 % rel. vlhkosti při 20 °C. Pevnost v tlaku byla stanovována ihned po vyjmutí z úložného prostoru. Přídatek sádrovce k těmto kaším v množství 5 % hmotn. cementu znamenal výrazné zhor-

Tabulka III

Počátek tuhnutí kaší z mletého slínku.
Prachovice za přídatku 0,75 % hmotn.
ligninsulfonátu sodného

Měrný povrch slínku (m ² /kg)	w	Počátek tuhnutí (min)
200	0,35	38
270	0,30	26
300	0,35	5
560	0,30	4
720*)	0,30	3

*) slínek mlet s 0,75 % ligninsulfonátu sodného

Tabulka IV

Počátek tuhnutí kaší z mletého slínku.
Hranice s měrným povrchem 400 m²/kg
za přídatku derivátů ligninu

Přídatek	w	Počátek tuhnutí
1% CaLig	0,25	7 minut
1% NaLig	0,30	5 minut
0,75% CrLig	0,30	45 minut
1% SLig	0,25	15 minut
0,75% NaSLig	0,27	cca 7 dní

Tabulka V

Pevnosti v tlaku kaší $w = 0,30$ z umletého slínku za přídavku ligninsulfonátu sodného počátek tuhnutí 3—7 minut

Slínek	Měrný povrch slínku (m ² /kg)	% NaLig	10 min	Pevnost v tlaku (MPa)			
				24 h	7 dní	28 dní	180 dní
Hranice	400	0,75	1,0	2,5	50	90	91
Hranice	720	1,5	2,0	30	83	110	113
Štamberk	700	1,5	1,6	4,5	75	80	102

šení reologických vlastností, kdy se volně tekoucí kaše změnila v tuhou pastu

Údaje v tabulkách II až V jsou v rozporu se všeobecně tradovanými názory na vliv sádrovce a ligninsulfonátů. Překvapující je počátek tuhnutí kaše z umletých vzorků slínků z cementárny Prachovice, Maloměřice, Hranice a Ladeř, kde se přídavek sádrovce projevoval spíše urychlujícím způsobem. Podobné výsledky uvádějí Chatterji a Jeffery [6], kteří studovali hydrataci past ze směsi čistých umletých C_3S , C_3A a C_4AF . Nalezli, že tato pasta ze směsi čistých slínkových minerálů tuhne po 24 hodinách, zatímco po přídavku 6 % sádrovce bylo tuhnutí skončeno do 24 hodin. Podobně uvádí Yamaguchi [7], že kaše připravená z umletého slínku vypáleného z čistých složek (neobsahující Na_2O , K_2O , a SO_3) má delší počátek tuhnutí než táž kaše s přídavkem sádrovce. Přídavek sádrovce se projevil u těchto kaší výrazným zkrácením počátku tuhnutí. Yamaguchi [7] se dále zmiňuje o častém výskytu dlouhého počátku tuhnutí kaší ze slínků z japonských cementáren mletých bez přídavku sádrovce. Tyto slínky měly většinou nízký obsah aluminátů. Rovněž Hobbs [8] uvádí, že některé umleté slínky obsahující alumináty v nízké koncentraci po smíšení s vodou nevykazují schopnost rychlého tuhnutí („falešného tuhnutí“). Tento jev vysvětluje jako důsledek různé rychlosti chlazení slínku po výpalu. Rychlé chlazení slínku pravděpodobně vytváří méně reaktivní C_3A , a to podle Hobbse [8] způsobuje menší počáteční aktivitu slínku ve styku s vodou.

Ve své klasické práci uvádí Lerch [10], že slínek, který má nízký obsah C_3A a nízký obsah alkálií, po smíšení s vodou bez přídavku sádrovce tuhne pomalu. Lerch [10] dále vyvozuje, že „ C_4AF “ ve slínku tohoto typu hydratuje rychle na krystalické hydroalumináty a na amorfní hydroaluminofery. Tyto amorfní hydroaluminofery na povrchu částic slínku zabráňují další hydrataci slínku. Po přidání sádrovce se vytváří krystalický hydrát sulfoferitu vápenatého, který nebrání další hydrataci. Celkově je pak hydratace urychlena a sádrovce působí jako urychlovač tuhnutí u těchto slínků.

Rozdíly v počáteční reaktivitě slínků po styku s vodou mohou být spojeny s obsahem síranů a alkálií ve slínku. Pollitt a Brown [11] našli, že alkálie (Na , K) jsou ve slínku vázány převážně ve formě síranů (K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $3K_2SO_4$, $2CaSO_4 \cdot K_2SO_4$), které jsou obsaženy převážně v pórech slínku a jsou poslední fází při krystalizačních pochodech při vzniku slínku. V případě malého obsahu SO_3 je přebytek alkálií rozptýlen v C_3A (jako NC_8A_3) [11,] [12] v C_2S (jako $KC_{23}S_{12}$) [11,] [13] a ve feritech. Reaktivita slínku ve styku s vodou může souviset se způsobem vazby alkálií ve slínku. V případě vazby alkálií jako sírany je reaktivita slínku vyšší, neboť po styku s vodou se alkalické sírany rozpouštějí jako první. Alkálie vázané v jiné

formě, např. jako NC_8A_3 , se zřejmě dostávají do roztoku později, a proto se neprojevuje v takové míře jejich urychlující účinek. SO_3 obsažený ve slínku (převážně jak rozpustný alkalický síran) je mnohem efektivnější pro kontrolu reakce C_3A s vodou než SO_3 přidaný ve formě sádrovice, jak našli Smith a Matthews [14] při sledování vývoje hydratačního tepla kaší. Z jejich experimentů dále vyplývá, že zvyšování obsahu SO_3 ve slínku, zejména ve formě zbytku po výpalu jako alkalický síran, má za následek zvýšení rychlosti jeho hydratace.

Z našich výsledků s použitými slínky z čs. cementáren vyplývá, že některé tyto umleté slínky po smíšení s vodou mají počátek tuhnutí až po několika hodinách. Rozdíl v chemickém složení slínek je patrný zejména ve sníženém obsahu SO_3 a nestejném obsahu C_3A ve slínkách z cementárny Prachovice, Hranice, Maloměřice, Ladeř vsrovnání se vzorkem z cementárny Lochkov. Lze soudit, že vzorek Lochkov, velmi rychle tuhnoucí ve styku s vodou, obsahuje pravděpodobně více alkalických síranů (v důsledku vyššího obsahu SO_3) než ostatní použité slínky.

Obsah těchto síranů, vedle obsahu C_3A , může být příčinou jejich rozdílné aktivity po styku s vodou. K plnému objasnění by bylo potřeba získat více detailních informací o konkrétním režimu výroby použitých vzorků slínek.

Urychlující vliv malého množství ligninsulfonátu na tuhnutí kaší čistého mletého slínku našli Lukjanova, Segalová a Rebindér [15]. Uvádějí, že časový vývoj pevností kaše ($w = 0,25$) obsahující slínek (s měrným povrchem $500 \text{ m}^2/\text{kg}$) a ligninsulfonát vápenatý je rychlejší než u kaší neobsahující ligninsulfonát. Kaše samotného slínku (tuhnoucí asi po 20 minutách) dosáhla po 1 hodině pevnosti $0,3 - 1 \text{ MPa}$, zatímco táž kaše s přísadkou $0,2 - 1 \%$ ligninsulfonátu vápenatého (tuhnoucí prakticky okamžitě) dosáhla pevnosti 3 MPa za 20 minut. Při vyšší koncentraci ligninsulfonátu dochází pak k silnému zpomalení hydratace. Podobné závislosti byly nalezeny také při hydrataci C_3A za přítomnosti ligninsulfonátu (Solovjeva [16]). Vliv urychlujícího vlivu ligninsulfonátu je zřejmě v ovlivnění reaktivity C_3A v procesu hydratace. Na druhé straně adsorpce ligninsulfonátu vyvolává zpomalení hydratace C_3A a pevnost vznikající struktury se dále snižuje blokováním míst možných kontaktů. Konečný efekt je dán součtem těchto protikladných dějů [15], [16]. Ligninsulfonát blokuje dále při hydrataci C_3A přechod hexagonální fáze C_4AH_n a C_2AH_n na kubický C_3AH_6 (Abujeva a Lukjanova [17], Ramachandran a Feldman [18]). Hydroalumináty C_4AH_n a C_2AH_n vznikají v kaších C_3A za přítomnosti ligninsulfonátu ve vysoké disperzní formě a zvyšují počáteční pevnosti těchto kaší. Nejvyšších pevností bylo dosaženo tehdy, jestliže kaše C_3A za přísadku ligninsulfonátu neobsahovala prakticky žádný C_3AH_6 vedle fáze C_4AH_n a C_2AH_n .

Urychlující vliv ligninsulfonátu sodného na hydrataci C_4AF popsali Collepari a další [21]. Při nízké koncentraci ligninsulfonátu ($0,625 \%$) působil ligninsulfonát jako urychlovač, zatímco při vyšší koncentraci ($2,5 \%$) způsobil zpoždění hydratace. Při vyšší koncentraci ligninsulfonátu je vytváření kubické formy hydrátů $\text{C}_3(\text{A},\text{F})\text{H}_6$ blokováno a vytvářejí se především hexagonální formy $\text{C}_4(\text{A},\text{F})\text{H}_n$. Při nižší koncentraci ligninsulfonátu nedochází ke změně typu hydratačních produktů v počátcích hydratace a během 1 až 7 dnů dochází ke značné přeměně hexagonálních hydrátů na kubické.

Ramachandran a Feldman [19] (podobně jako dříve Segalová [20]) uvádějí, že zvýšená pevnost betonů z portlandského cementu s přísadkou ligninsulfonátu vápenatého je vyšší, než by odpovídalo snížení vodního součinitele. Podle jejich názoru je pravděpodobné, že vyšší pevnost je dána také vyšším měrným povrchem hydratačních produktů (především hydroaluminátů).

Z našich výsledků vyplývá urychlující vliv přísadku ligninsulfonátu sodného [23],

vápenatého a částečně chromitého v koncentracích 0,5–2% na hydrataci mletých slínek z řady čs. cementáren. Tento urychlující vliv se projevuje ve velmi krátkém počátku tuhnutí kaší (řádově minuty), kdy je také dosaženo pevnosti řádově 10⁹ MPa. Nejde tedy o „falešné tuhnutí“ ve smyslu definice ASTM, kdy lze po tomto „tuhnutí“ kaši opět rozmíchat. Urychlující vliv ligninsulfonanu se projevuje kvalitativně stejně v kaších bez ohledu na měrný povrch umletého slínku. Určitý rozdíl je v použití různých typů ligninsulfonátů nebo sulfonovaného ligninu, které byly podrobeny chemickým úpravám. Tyto rozdíly jsou pravděpodobně způsobeny adsorpcí ligninsulfonátů v různém stupni na povrchu slínkových minerálů, zejména C₃A.

Nepřítomnost sádrovce v kaši obsahující mletý slínek a ligninsulfonát způsobuje dobrou zpracovatelnost kaší o nižším vodním součiniteli, a to i při použití mletého slínku s vysokým měrným povrchem. Snížení vodního součinitele a zvýšení měrného povrchu mletého slínku umožňuje dosažení vysokých pevností (a to i krátkodobých), viz tab. V. Za zmínku stojí i to, že další přídatek [22], [23] do systému mletý slínek—ligninsulfonát—H₂O, např. uhličitanu nebo hydrogenuhličitanu, způsobí zejména prodloužení počátku tuhnutí, další snížení viskozity kaší a další zvýšení počátečních i dlouhodobých pevností.

Z Á V Ě R

Na otázku položenou v úvodu tohoto sdělení, „zda působí sádrovec nebo ligninsulfonát vždy jako zpomalovač tuhnutí cementových kaší“ je nutno odpovědět na základě dosavadních experimentů záporně. Tato odpověď je v rozporu se všeobecně uznávanými názory na hydrataci cementu. K plnému objasnění otázek spojených s vlivem sádrovce na mleté slínky ze všech čs. cementáren je nutno provést další systematický výzkum. Rovněž otázky působení derivátů ligninu vyžadují další experimenty. Tyto zajímavé otázky si podle našeho názoru zaslouží další vědeckou práci.

Literatura

- [1] Candlot M.: *Ciment et Chaux Hydrauliques*. Paris 1891.
- [2] Spalding F. P.: *Hydraulic cement*, 1. ed., J. Wiley and Sons, New York 1897.
- [3] Mielenz R. C.: *Proc. 5. Int. Symposium on Cements*, Tokyo 1968, principal paper, session IV-1, str. 1.
- [4] Horský J.: Diplomová práce VŠCHT, Praha 1978.
- [5] Loncová D.: Diplomová práce VŠCHT, Praha 1980.
- [6] Chatterji S., Jeffery J. W.: *J. Am. Ceram. Soc.* 46, 187 (1963).
- [7] Yamaguchi G., Takemoto K., Uchikawa H., Takagi S.: *Zement-Kalk-Gips* No. 10, 467 (1960).
- [8] Hobbs D. W.: *World Cement Technology* 8, 1 (1977).
- [9] Lea F. M.: *The chemistry of cement and technology of concrete* 3. ed., Edward Arnold Ltd. 1970.
- [10] Lerch W.: *Bull. Research Lab. Portland Cement Ass.*, No. 12, 41 (1946).
- [11] Pollitt H. W. W., Brown A. W.: *Proc. 5. Int. Symposium on Cements*, Tokyo 1968, Vol. I, str. 322.
- [12] Newkirk T. F.: *Proc. 4. Symposium on Cements*, London 1952, str. 151.
- [13] Taylor W. C.: *J. Res. NBS* 21, 315 (1938).
- [14] Smith M. A., Matthews J. D.: *Cem. Concr. Res.* 4, 45 (1974) a 4, 851 (1974).
- [15] Lukjanova O. I., Segalova E. E., Rebinděr P. A.: *Koll. Žurnal* 19, 82 (1957).
- [16] Solovjeva E. S.: *Koll. Žurnal* 33, 440 (1971).
- [17] Abujeva Z. A., Lukjanova O. I.: *Koll. Žurnal* 31, 315 (1969).
- [18] Ramachandran V. S., Feldman R. F.: *Mater. Constr.* 5, 67 (1972).
- [19] Ramachandran V. S., Feldman R. F.: *Cem. Technol.* 1971, 121.
- [20] Segalova E. E., Sarkisjan R. R., Rebinděr P. A.: *Koll. Žurnal* 20, 7 (1958).
- [21] Collepardi M., Monosi S., Moriconi G., Corradi M.: *Cem. Concr. Res.* 10, 455 (1980).

- [22] Škvára F., Kolář K., Novotný J., Zadák Z.: Cem. Concr. Res. **10**, 253 (1980).
[23] Kolář K., Škvára F., Novotný J., Zadák Z., Šatava V., Bažantová Z., Weiss V.: US Patent No. 4.168.985.
[24] Kolář K.: Výzkumná zpráva „Vliv jmenosti mletí slínku na vlastnosti cementového kamene“, Stavební ústav ČVUT Praha (1973).

ДЕЙСТВУЕТ ЛИ ГИПС ИЛИ ЛИГНИНСУЛЬФОНАТ
ВСЕГДА В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ ЗАСТЫВАНИЯ
ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА?

Франтиšek Шквара¹, Карел Колář², Зденек Задák³

¹Общая лаборатория химии и технологии силикатов ЧСАН И ХТН, Прага

²Кафедра строительных материалов строительного факультета, Прага

³VCHZ Синтезис нац. предп., Колін

Теста, приготовленные из чистого клинкера из некоторых чехословацких цементных заводов в отсутствие гипса застывают только через несколько часов. Добавка гипса у этих клинкеров действует прежде всего в качестве ускорителя застывания. Это явление правдоподобно вызывается низкой концентрацией щелочных сульфатов вместе умеренно пониженным содержанием C_3A . Добавка лигнинсульфоната оказывает ускоряющее влияние на гидратацию теста из молотого клинкера из ряда чехословацких цементных заводов, а именно в самом начале застывания (порядка мин.). Отсутствие гипса в системе молотый клинкер — лигнинсульфонат — H_2O проявляется в хорошей обрабатываемости теста даже при низком водном коэффициенте. В данной системе можно достигать высокой продолжительной и непродолжительной прочностей (свыше 100 МПа).

DO GYPSUM OR LIGNOSULPHONATE ALWAYS ACT AS SETTING
RETARDERS FOR CEMENT PASTES?

František Škvára¹, Karel Kolář², Zdeněk Zadák³

¹Joint Laboratory for the Chemistry and Technology of Silicate, Czechoslovak Academy of Sciences and Institute of Chemical Technology, Prague

²Department of Building Materials, Faculty of Civil Construction, Czech Technical University, Prague

³VCHZ Synthesia, National Corporation, Kolín

Pastes prepared from pure ground clinker from certain Czechoslovak Cement Works in the absence of gypsum, will set only after several hours. An addition of gypsum to these clinkers acts rather as a setting accelerator. This phenomenon is probably due to a low concentration of alkali sulphates together with a mildly reduced content of C_3A . The effect of a lignosulphonate addition on the hydration of pastes prepared from ground clinker from a number of Czechoslovak cement works is of accelerating type, in particular in the short phase of setting (of the order of minutes). The absence of gypsum in the system ground clinker-lignosulphonate- H_2O results in a better workability of the pastes even at a low water to cement ratio. In this system it is possible to attain high early as well as final strengths (exceeding 100 MPa).