

IZOLAČNÍ ŽÁROBETONY V PECÍCH NA VÝPAL KERAMIKY

Ing. Nad'a Pávková

Průmyslová keramika, spol. s r.o. Rájec-Jestřebí

Ing. Josef Formánek

PKI Teplotechna spol. s r.o. Brno

Ing. Jaroslav Kalina

PKI Teplotechna spol. s r.o. Brno

Abstract

Lecture is focused on assortment of insulating castables, which are applicable for ceramic kilns, considering their raw material base and physical and mechanical properties. Potential parameter dispersion in situ is thoroughly considered in relation to castable mixture processing and installation. Lining design policy is discussed presenting examples of the most common applications.

1.Úvod

Izolační žárobetony jsou jednou z možností, jak provádět izolace tepelných agregátů. Tyto žaromonolity jsou tvořeny lehčenými plnivými a pojeny hydraulickou vazbou na bázi CA cementů.

Výhody:

- dostupnost
- rychlost
- snadnost instalace
- nízká cena

Nevýhody:

- velké množství vody v konstrukci, kterou je nutno vysušit

Členění:

Tepelně izolační žárobetony

snížují tepelné ztráty, mají nízkou odolnost proti náhlým změnám teplot a tečení, nízkou mechanickou pevnost, nízké tepelné vodivosti./1/

používaná kameniva:

perlit
vermikulit

Obě kameniva jsou vulkanického původu, mají totožnou oblast použití, vznikají expandováním těžené suroviny při teplotě 900-1000°C, jsou netoxické, mají neutrální pH, stejnou sypanou hmotnost./2/

Tab.1 Fyzikálně-mechanické vlastnosti

	zrnitost mm	SH kg/m ³	TV (W/m.K)	ŽV °C	tvrdost dle Mohse	mineralogické složení
Perlit	0,1-2	120	0,08	1090	5,5-7	amorfní alumosilikát
Vermikulit	1-2	120	0,07	1100	1,5-3	kryst.magnezium alumosilikát

Tab.2 Chemické složení (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O+Na ₂ O
Perlit	min.66	max.18	5	max.3	min.6,6	8
Vermikulit	35-41	6-9,5	21,5-25,5	2-6	6-9,5	4-7

Ačkoliv jsou jejich fyzikálně-mechanické parametry velmi podobné, uzavřené póry perlitu zajišťují celkově lepší tepelnou vodivost než vermikulitu. Ložiska perlitu jsou četnější, ve směsi tolik neabsorbuje vodu jako vermikulit, který touto vlastností rychle zhoršuje dlouhodobější zpracovatelnost směsi. Vermikulitová zrna svým tvarem hůř odolávají mechanickému poškození během zpracování směsi./3/

Konstrukčně-izolační žárobetony

Používají se pro pracovní i nosnou část vyzdívky, mají vyšší tepelnou vodivost, vyšší pevnosti v tlaku.

používaná kameniva:

- kamenivo z expandovaných jílu: (LIAPOR / LECA / HAYDITE)
- lehčený šamot
- kuličkový korund (KKW)
- lehčený kalcium hexaluminát (SLA-92)

Tab.3 Fyzikálně-mechanické vlastnosti

	zrnitost mm	SH (kg.m ⁻³)	TV (W/m.K)	žárovzdornost °C	mineralog. složení
LIAPOR	1-4	500	0,1 (500°C)	1050	
Lehčený šamot	2-4	730	0,3 (500°C)	1650-1670	mullit, amorfní fáze
KKW	1-3	680	0,5 (600°C)	>1880	α-Al ₂ O ₃
SLA-92	1-3	610	0,25 (600°C)		CA ₆ ,CA ₂ ,α-Al ₂ O ₃

Tab.4 Chemické složení (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O+Na ₂ O
LIAPOR	35-41	6-9,5	21,5-25,5	2-6	6-9,5	4-7
Lehčený šamot	53-56	37-40	0,5	0,3	3,8-4,4	1,4-1,8
KKW	0,8	98,8	0,08	0,03	0,04	0,09
SLA-92	0,07	91		8,5	0,04	0,4

Samozřejmě se i v této skupině se používá v menším množství perlit i vermikulit.

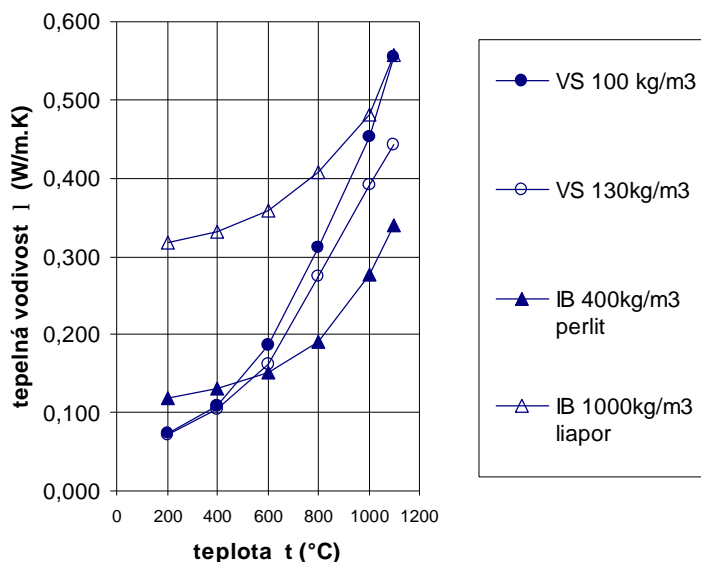
Srovnání tepelných vodivostí izolačních žárobetonů a keramických vláken je na obr.1.

2.Použití izolačních žárobetonů v keramických pecích

Z hlediska objemu a četnosti použití izolačních žárobetonů ve vyzdívkách keramických pecí jsou na prvním místě tunelové pece pro výpal červených cihel a střešních tašek. U jedné pece se obvykle jedná o 100 až 250 tun izolačních žárobetonů. Typické konstrukční řešení vyzdívky tělesa cihlářské tunelové pece je vidět na obr.2. Šířka pecního kanálu může dosahovat až 9m.

Izolační žárobetony jsou používány pro vícevrstvé izolační konstrukce obvykle v kombinaci s keramickými a minerálními vlákny.

Závislost tepelné vodivosti na teplotě



Obr.1 Příklad tepelných vodivostí izolačních žárobetonů (IB) s různými surovinami ve srovnání se standardně používanými vláknitými materiály (VS).

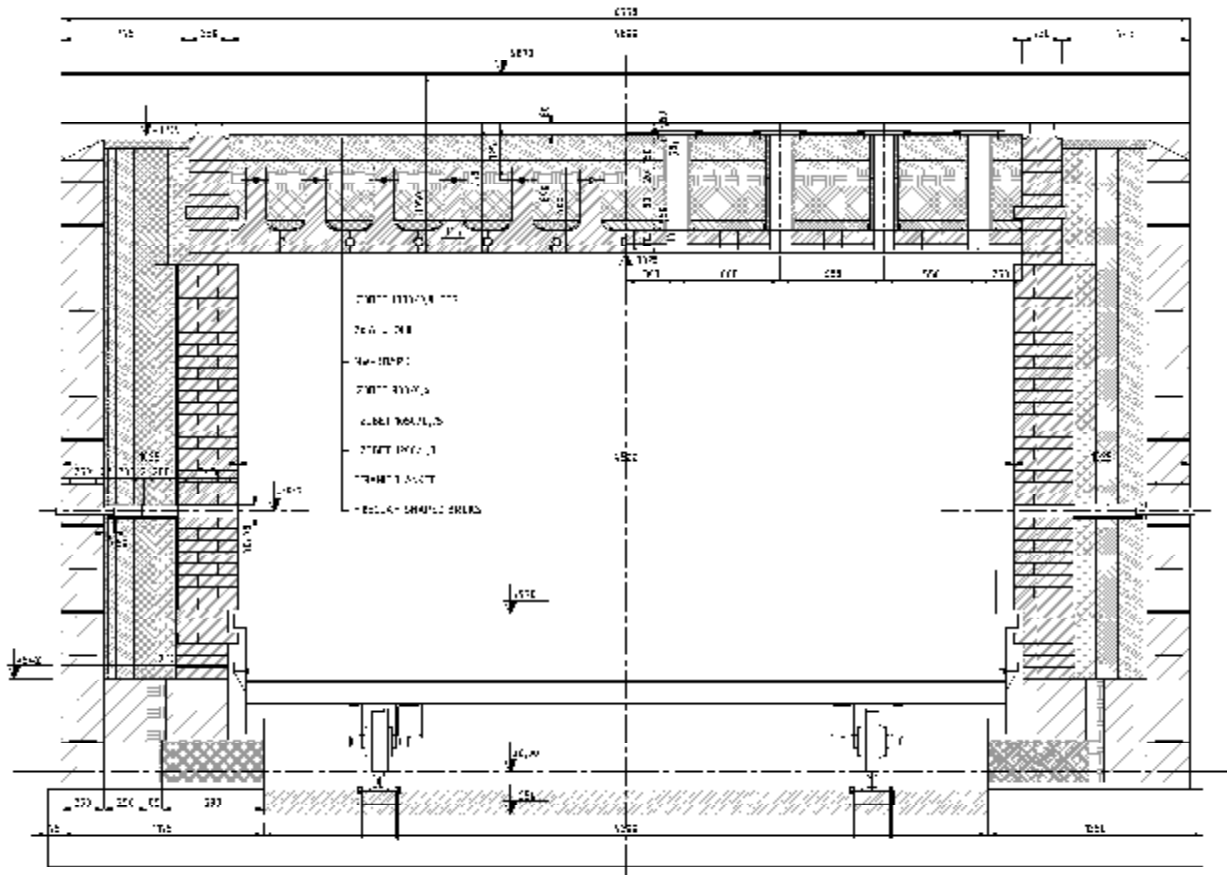
Při navrhování vícevrstvé izolační konstrukce je nutno optimalizovat skladbu vrstev v jednotlivých pásmech pece, tak aby byla splněna tato kritéria:

- tepelné ztráty vyzdívkou nepřekročí zadanou hodnotu – u dnešních tunelových pecí pro výpal cihel bývá požadováno například maximálně 250 W/m² u bočních stěn a 350 W/m² u stropů
- teplota na rozhraní jednotlivých vrstev nepřekročí teplotu použití jednotlivých materiálů, přičemž je nutno počítat s určitou bezpečnostní rezervou
- co nejnižší pořizovací náklady

Izolační žárobetony je výhodné navrhovat tam, kde provedení izolace z izolačních cihel by bylo komplikované – např. nepravidelné vrstvy, členěné, s otvory, ve stěnách kolem labyrintu, na dorovnání úskoků zdiva, zejména ale ve stropích.

Stropy jsou rovné zavěšené konstrukce a izolační betony jsou zde zatíženy pouze vlastní hmotností a hmotností izolace nad nimi. Jednotlivé vrstvy od tloušťky 50 do 150-200 mm, člení se do pracovních polí mezi kterými se provádí zalomené spáry. Pod objemovou hmotností cca 600 kg/m³ není členění do pracovních polí zapotřebí – provádějí se jen pracovní spáry při přerušení montáže. Vnější uzavírací vrstva se často provádí s přidavkem ocelových vláken aby se omezil vznik trhlin.

Ustupuje se od používání žárobetonů – hutných i izolačních – pro vyzdívky pecních vozů. Většinou jde jen o spodní vyrovnávací vrstvy, vlastní vyzdívka je kombinací pálených tvarovek a vláken spolu s lehčenými zasypy.



Obr.č.2 Řez tunelovou pecí pro výpal červených cihel a střešních tašek

3.Problematika mísení a instalace

Nejvhodnější způsob mísení izolačních žárobetonů je ručně, ale vzhledem k možnostem a objemu míchaného materiálu se používají mísiče s nuceným oběhem lopatek. Pro izolační žárobetony s objemovou hmotností pod 800 kg/m^3 je vhodné použít normální stavební gravitační míchačky a hlídat možné odmísení – event.přidat vodu .

- čas mísení ovlivní výsledné parametry žárobetonu

Dlouhé mísení a jeho intenzita,(především u materiálů připravených z perlitu a vermikulitu) rozbije lehké částice, materiál bude hutnější, s horšími výslednými parametry.

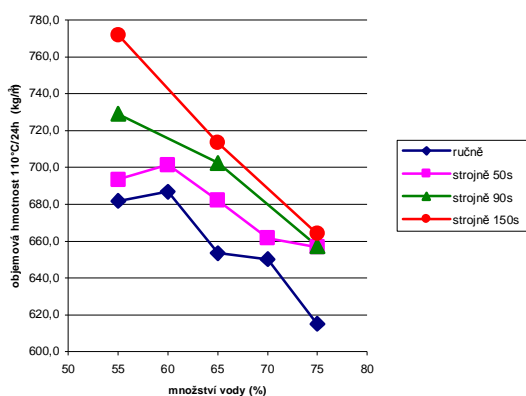
- instalace by měla proběhnout do 20-30 minut od zamíchání směsi

(materiál ponechaný ve vědrech nebo ve žlabcích může vyvinout "falešné" tuhnutí, což může zhoršit konzistenci směsi a tak i způsob ukládání materiálu).

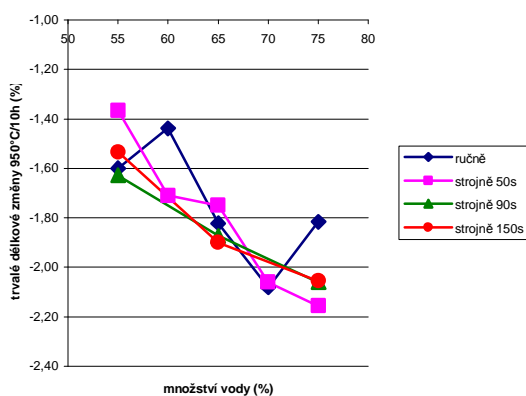
Vliv množství rozdělovací vody a způsobu zpracování na výsledné parametry žárobetonu je zobrazen na obr. 3-6.

4. Ošetřování žárobetonových vrstev a jejich teplotce

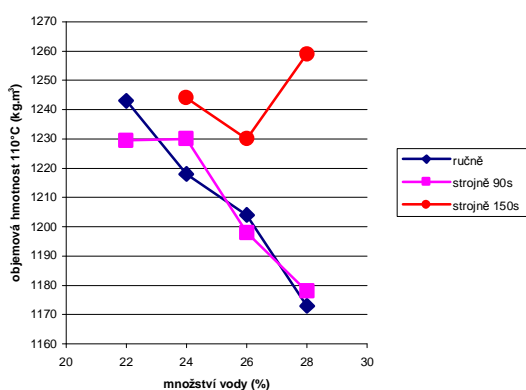
Beton po instalaci tuhne při okolní teplotě 15-25°C do 5-12 hodin. Povrch je nutné udržovat vlhký 24-48 hodin po zatvrdnutí. Během tvrdnutí by materiál neměl být porušen mrazem, vysokou teplotou (nad 50°C) a otřesy. Po vytvrdnutí je možno beton vystavit i teplotám pod 0°C – to se týká většinou jen výstavby nových pecí v zimním období.



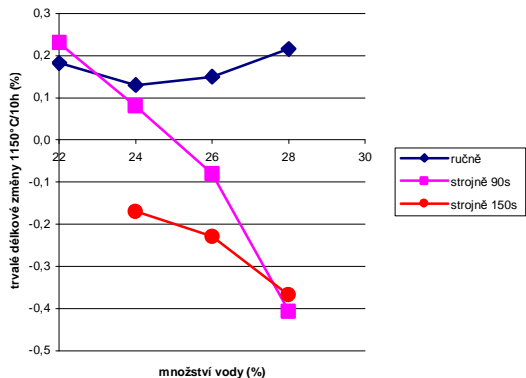
Obr. 3 Vliv množství rozdělovací vody a způsobu zpracování na objemovou hmotnost perlitového žárobetonu



Obr. 4 Vliv množství rozdělovací vody a způsobu zpracování na trvalé délkové změny perlitového žárobetonu



Obr. 5 Vliv množství rozdělovací vody a způsobu zpracování na objemovou hmotnost liaporového žárobetonu



Obr. 6 Vliv množství rozdělovací vody a způsobu zpracování na trvalé délkové změny liaporového žárobetonu

Sušení

Řízené vysoušení je nezbytné, aby nedošlo k poškození vyzdívky během úniku páry. Vysoušení může být provedeno před nebo během spouštění agregátu.

Rychlost vysoušení a temperování žárovzdorných izolačních vyzdívek je závislá na tloušťce vyzdívky, odpařovací ploše, rychlosti odvádění par, pórovitosti žárobetonu, umístění v konstrukci pece atd. U vyzdívek nových agregátů stanoví vysoušecí křivku projektant, při větších opravách by měl rovněž.

S ohledem na množství zabudované záměsové vody je nutno postupovat velmi opatrně – jde většinou o desítky tun vody, běžně 60-120 tun, kterou je nutno opatrně odstranit. Moderní pece jsou vybaveny ve stěnách a ve stropě souvislou plynotěsnou zábranou (AL-folie, teflonová (PTFE) folie nebo i plynotěsný kovový plášť), která je vhodná pro provoz pece, pro sušení však představuje nevhodnou překážku – vodu je potom nutno „odpařit“ do pracovního prostoru pece.

Sušení pece je spojeno s temperací vyzdívek a s nájezdem na pracovní teplotu. S ohledem na celkovou hmotnost vyzdívek – 1 až 2 tisíce tun, další 1 až 2 tisíce tun vyzdívky pecních vozů a cihel určených k výpalu, je tento proces poměrně pomalý – cca 20-50 dnů, takže je sušení vlastně vlivem dalších okolností velmi šetrné.

Použitá literatura:

- (1) J. Kutzendörfer, Z. Máša : Žárovzdorné tepelně izolační materiály (Informatorium Praha 1991)
- (2) Alison Burke : Leading lites , Ind.Minerals (8/2004), str. 46-51
- (3) Israel Lin: Perlite & vermiculite, crudely speaking the potential is good, Ind. Minerals(5/98), str. 55-59
- (4) Petzold, Ulbricht: Feuerbeton (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig Stuttgart 1994)