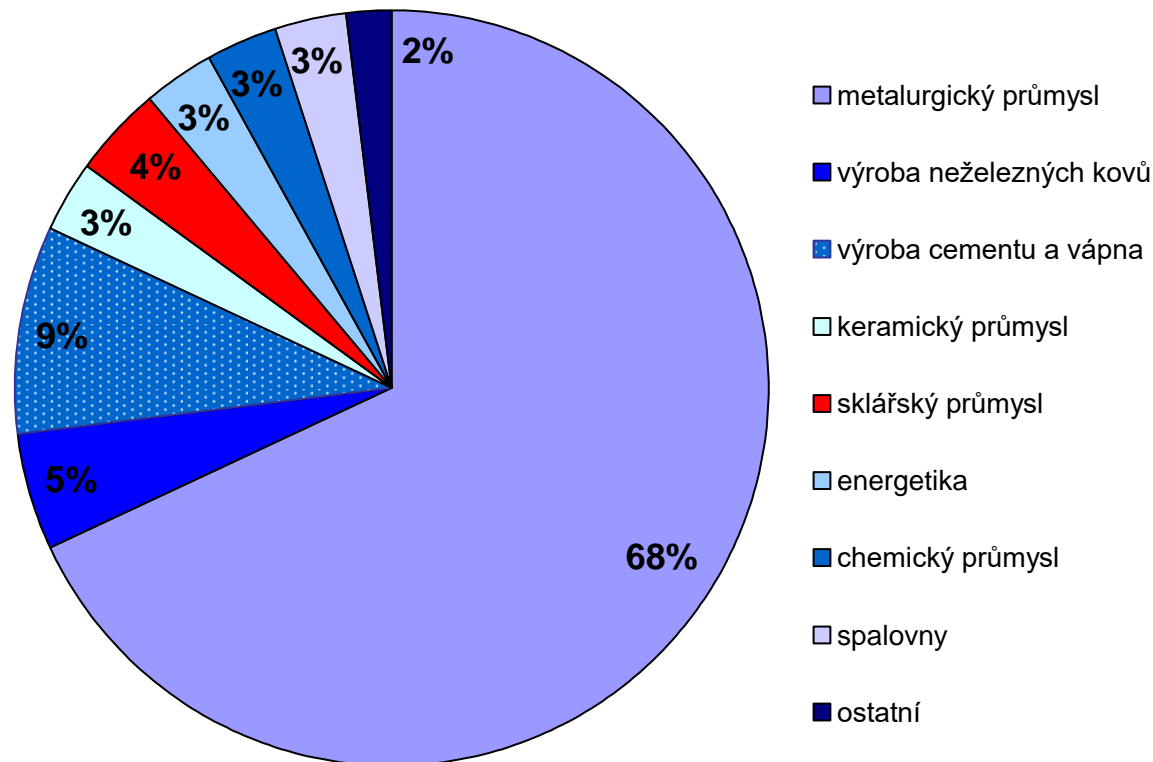
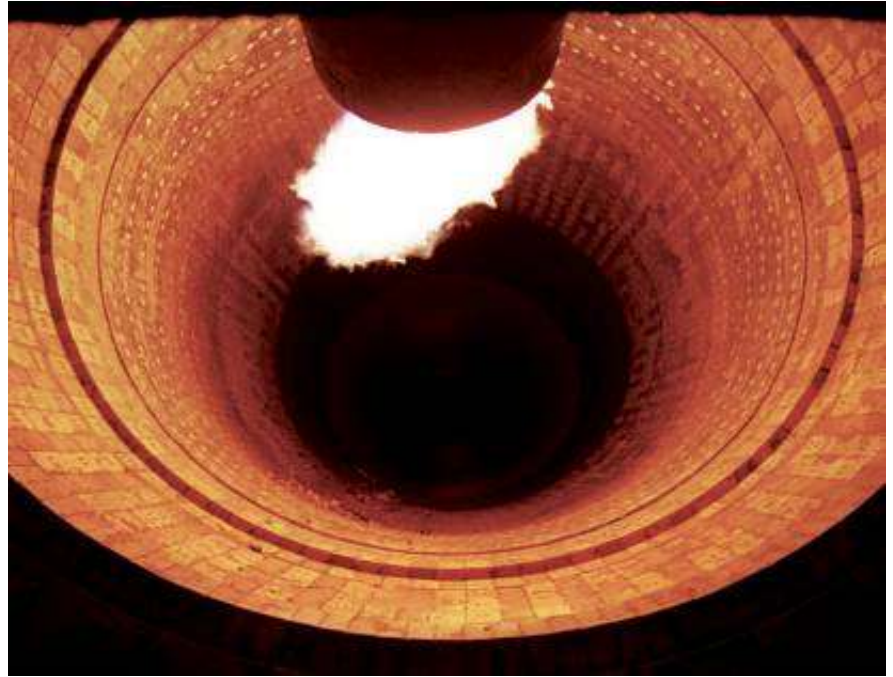


7. Žárovzdorné materiály

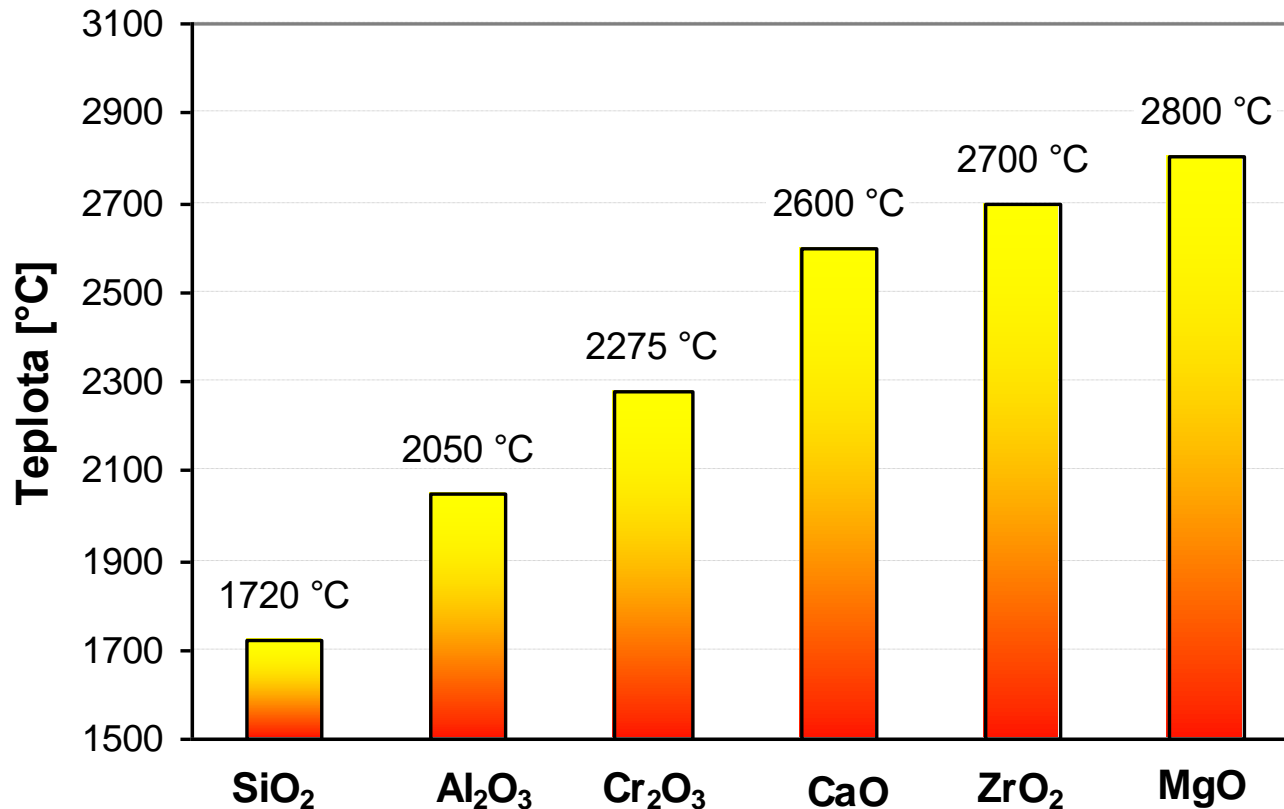
- Konstrukční materiál tepelných agregátů → odolnost proti vysoké teplotě, působení taveniny, korozním plynům, otěru tuhých látek, někdy i funkce tepelně-izolační.
- výroba cementu a vápna, oceli, keramických tvarových materiálů a neželezných kovů

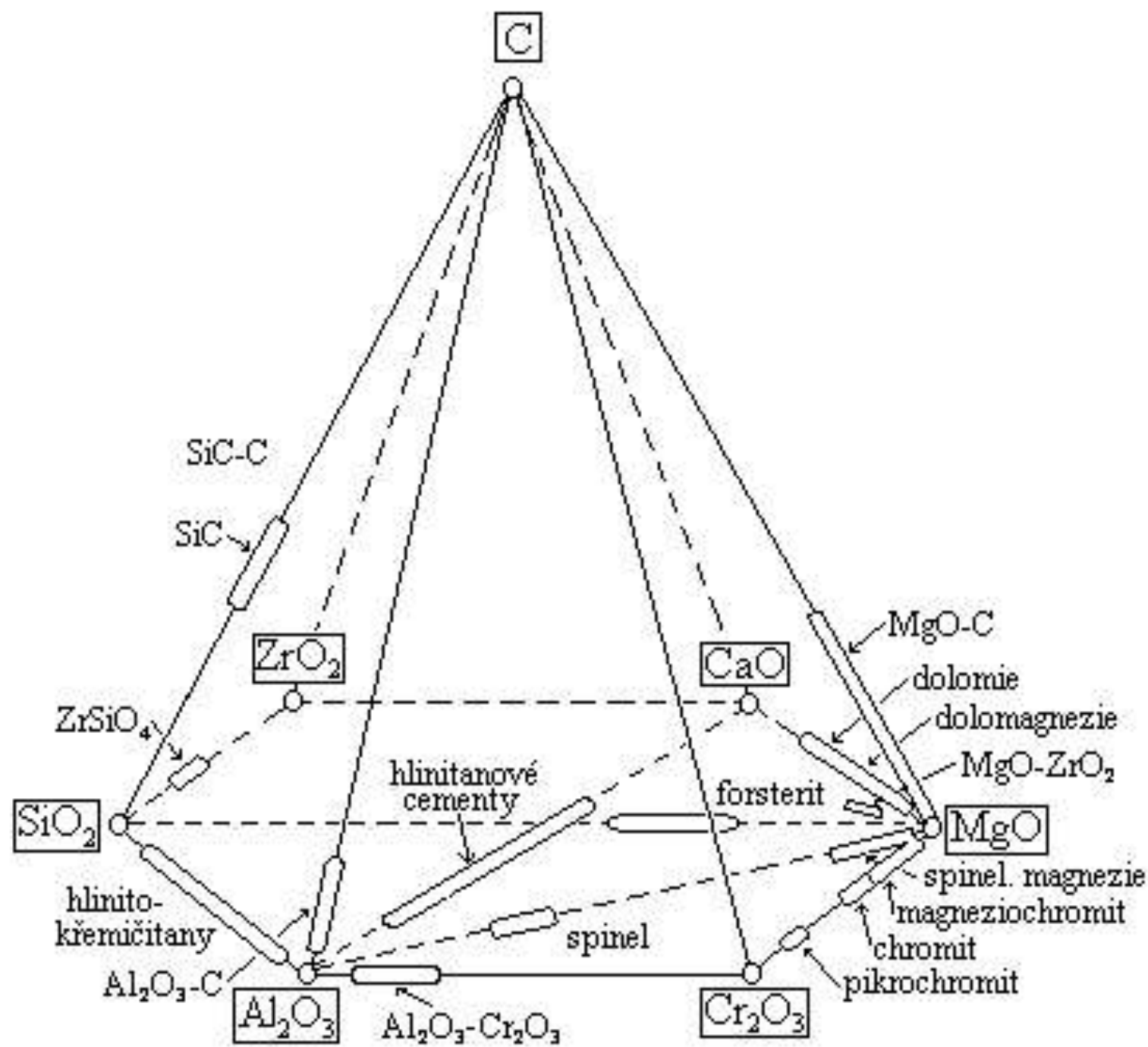




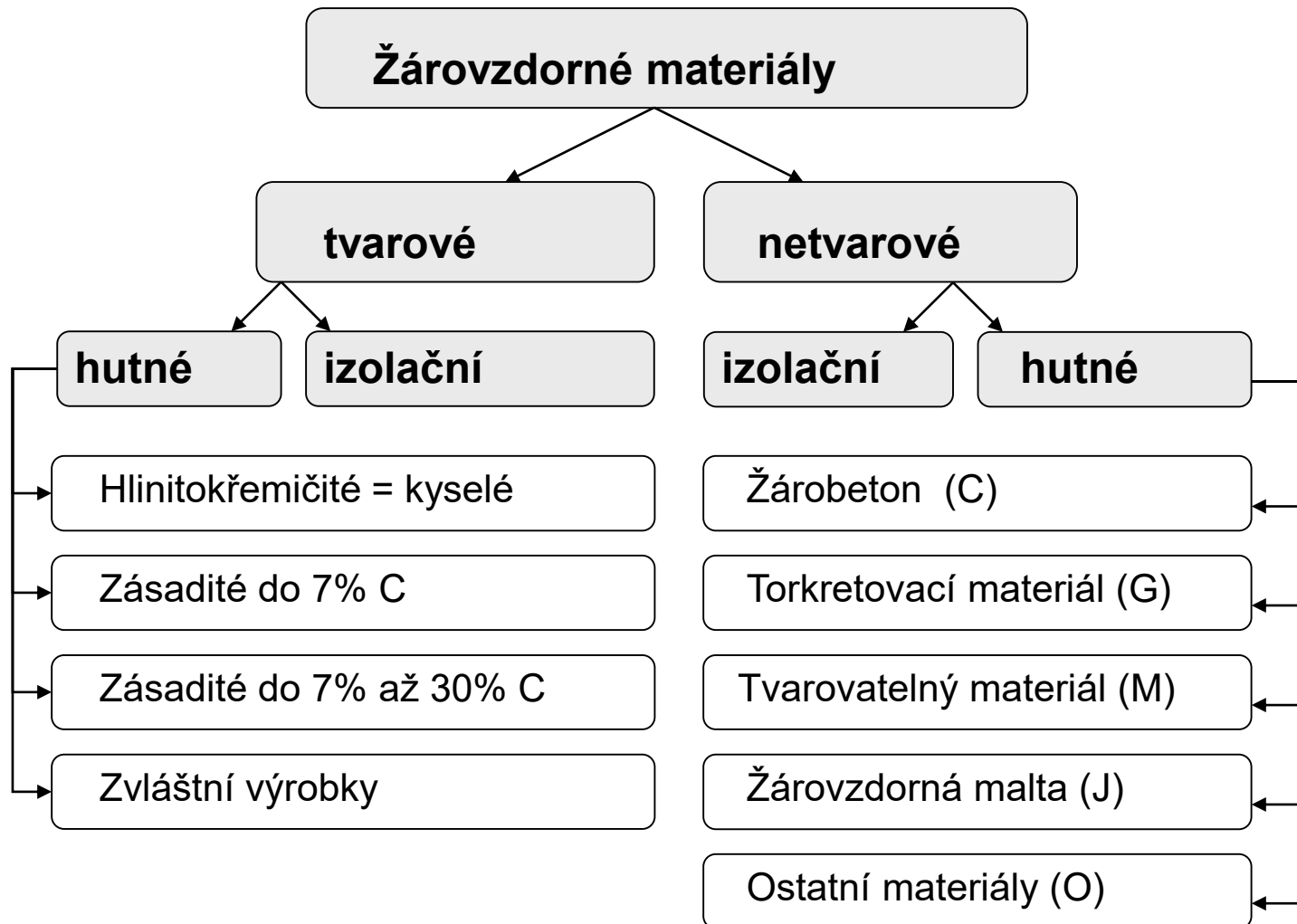
7. Žárovzdorné materiály

- převážně na bázi oxidů SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Cr_2O_3 , CaO





7.1. Rozdělení žárovzdorných materiálů (ČSN EN 12475)



7.2. Speciální vlastnosti žárovzdorných materiálů

- žárovzdornost,
- únosnost v žáru (tečení v tlaku),
- trvalé délkové změny v žáru,
- teplotní roztažnost,
- klasifikační teplota,
- odolnost proti změnám teploty,
- odolnost proti korozi.

Zkoušení žárovzdorných výrobků: ČSN EN 1094 (izolační = pórovitost ≥ 45 % obj.), ČSN EN 993 (hutné)

- mechanické vlastnosti: za studena x za tepla,
- objemová hmotnost, pórovitost, hustota, propustnost pro plyny

- Označování žárovzdorných výrobků izolačních:

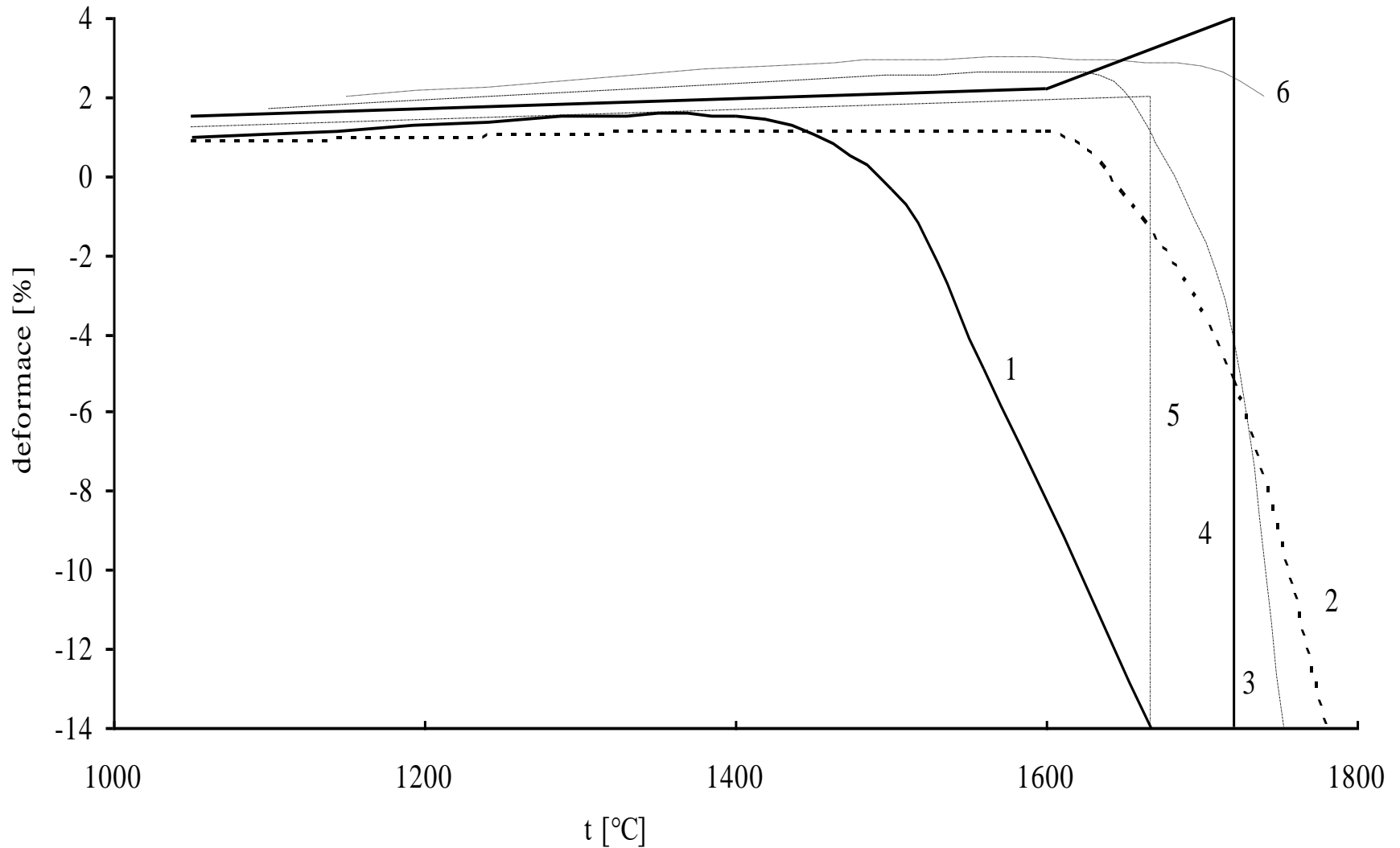
Např. EN 1094-2 – 125 – 0,8

- Objemová hmotnost 800 kg.m⁻³
- Teplota zkoušky na trvalé délkové měny v žáru: 1250 °C

7.2.1. Únosnost v žáru, tečení v tlaku

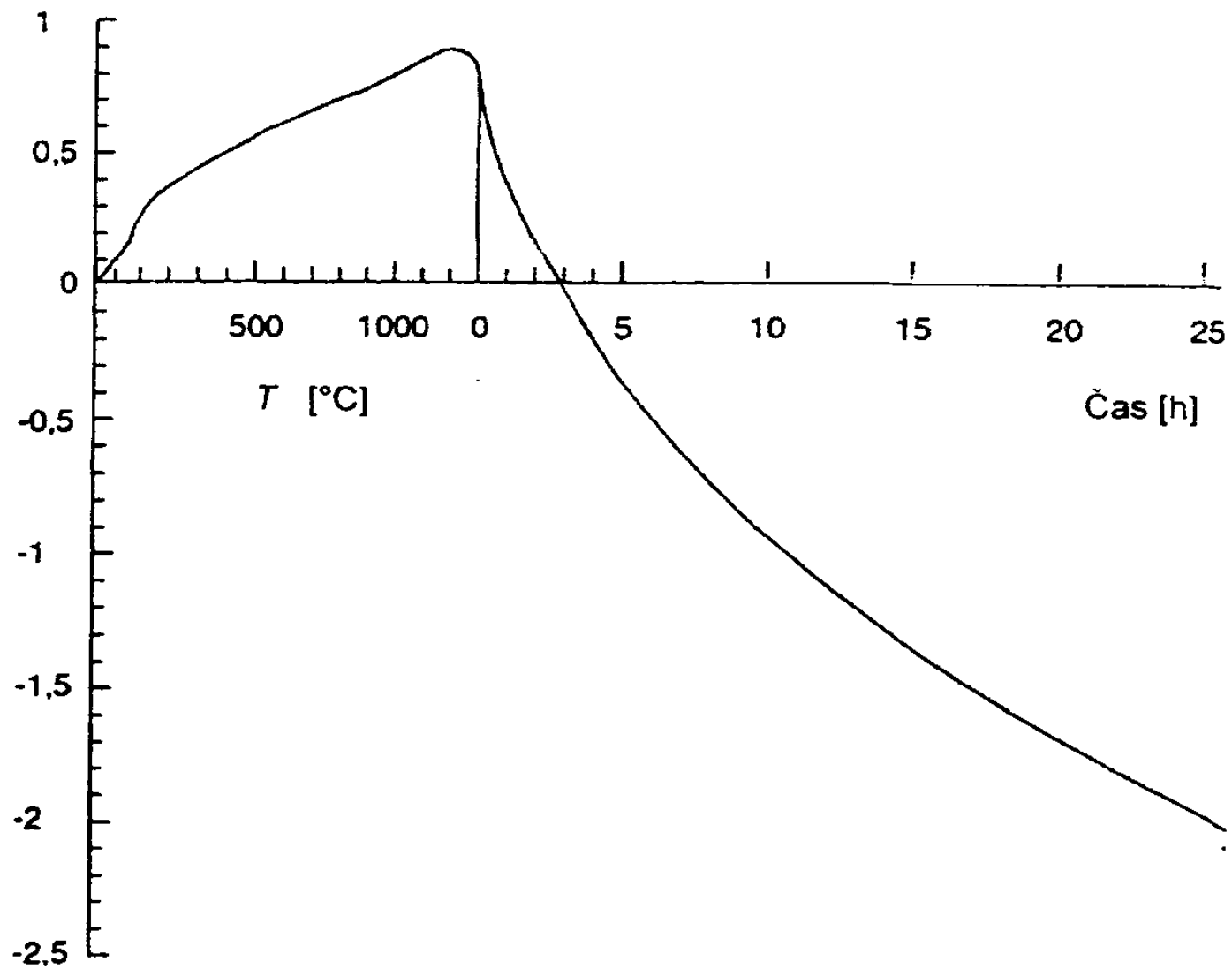
- teplota, při níž se zkušební tělísko deformuje do definovaného stupně nebo se náhle rozruší při konstantním zatížení a teplotě stoupající rychlostí danou normou (ČSN EN 993-8, popř. DIN 51064) = **únosnost v žáru**,
- deformace výrobku vyvolaná tlakovým zatížením při konstantní teplotě jako funkce času (ČSN EN 993-9) = **tečení v tlaku**.
- Princip: na zkušební tělísko (váleček) působí konstantní tlak (hutné 0,2 MPa, izolační 0,05 MPa) při rovnoměrně stoupající teplotě a snímá se změna výšky válečku.
- stanoví se teplota, při níž nastalo předepsané stlačení, resp. deformace zkušebního tělíska, nebo jeho rozrušení ($T_{0,6}$; T_1 , $T_2 \dots$).

Únosnost v žáru



1-šamot, 2-silimanit, 3-chrommagnezit, 4-sklářský dinas,
5-koksárenský dinas, 6-magnezitochrom

Tečení v tlaku



7.2.2. Odolnost proti náhlým změnám teploty

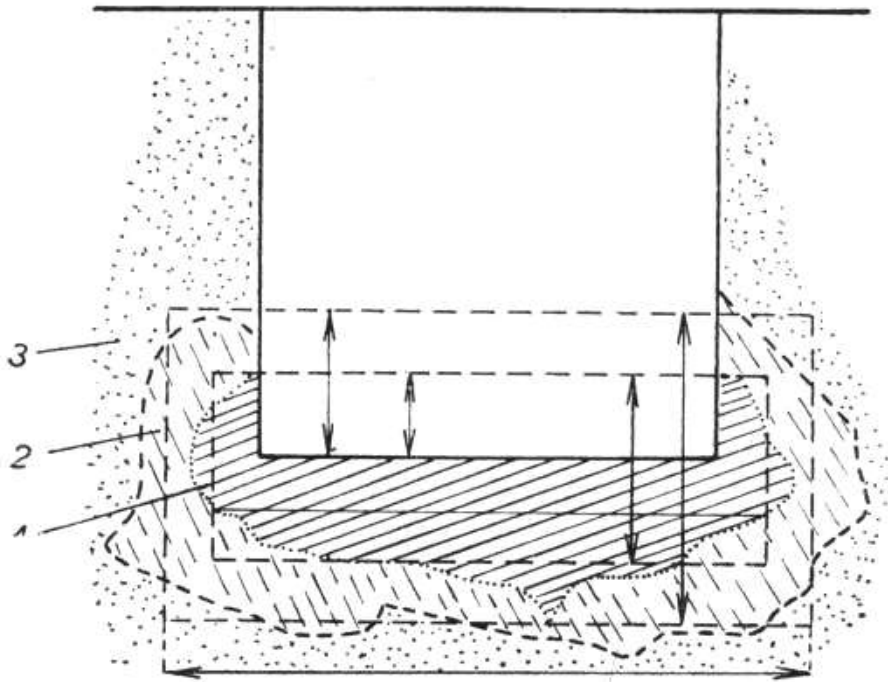
- nízký součinitel délkové teplotní roztažnosti \Rightarrow vysoká odolnost proti náhlým změnám teploty.
- schopnost materiálu snést bez porušení náhlé zahřátí nebo ochlazení.
- ČSN EN 993-11 – tvarovka 114x64x64 mm do pece (950 °C) na 45 °C \rightarrow vyjmutí a 5 min ofuk vzduchem.
- pokles pevnosti pod stanovenou míru (třetina původní pevnosti), a nebo výskytem viditelných trhlin na povrchu.
- počet teplotních cyklů, které zkušební těleso snese do porušení.

7.2.3 Koroze žárovzdornin

Trámečková ponořovací zkouška - ponoření trámečku do agresivní taveniny.

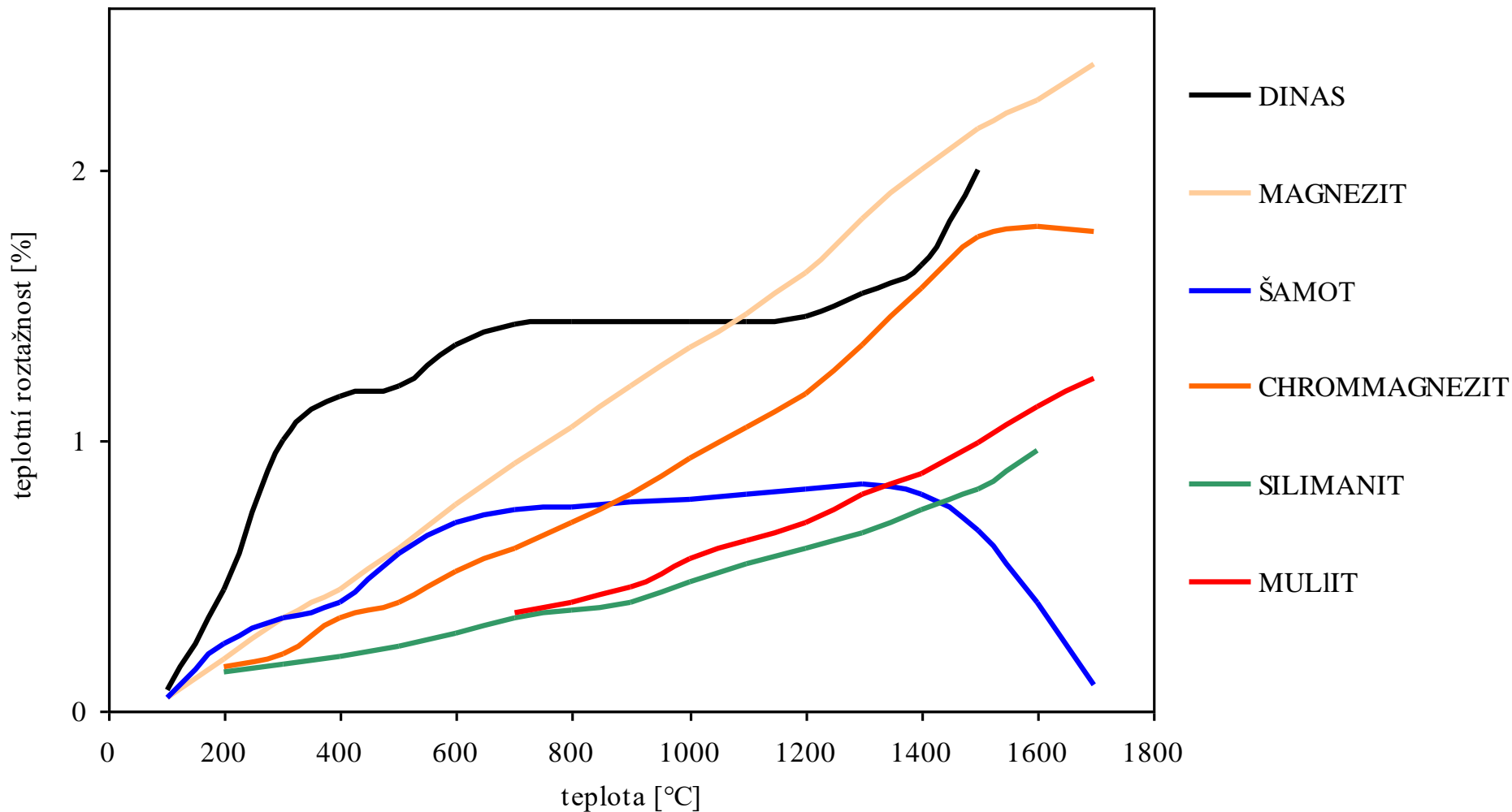


Kelímková zkouška - otvor do žárovzdorného materiálu nebo zhotovení kelímku a naplnění reakčním činidlem (sklovina, slínek, alkalické zeminy,..) → výpal → rozřezání vzorku → vyhodnocení zkorodované plochy a průnik taveniny



7.2.4 Teplotní roztažnost

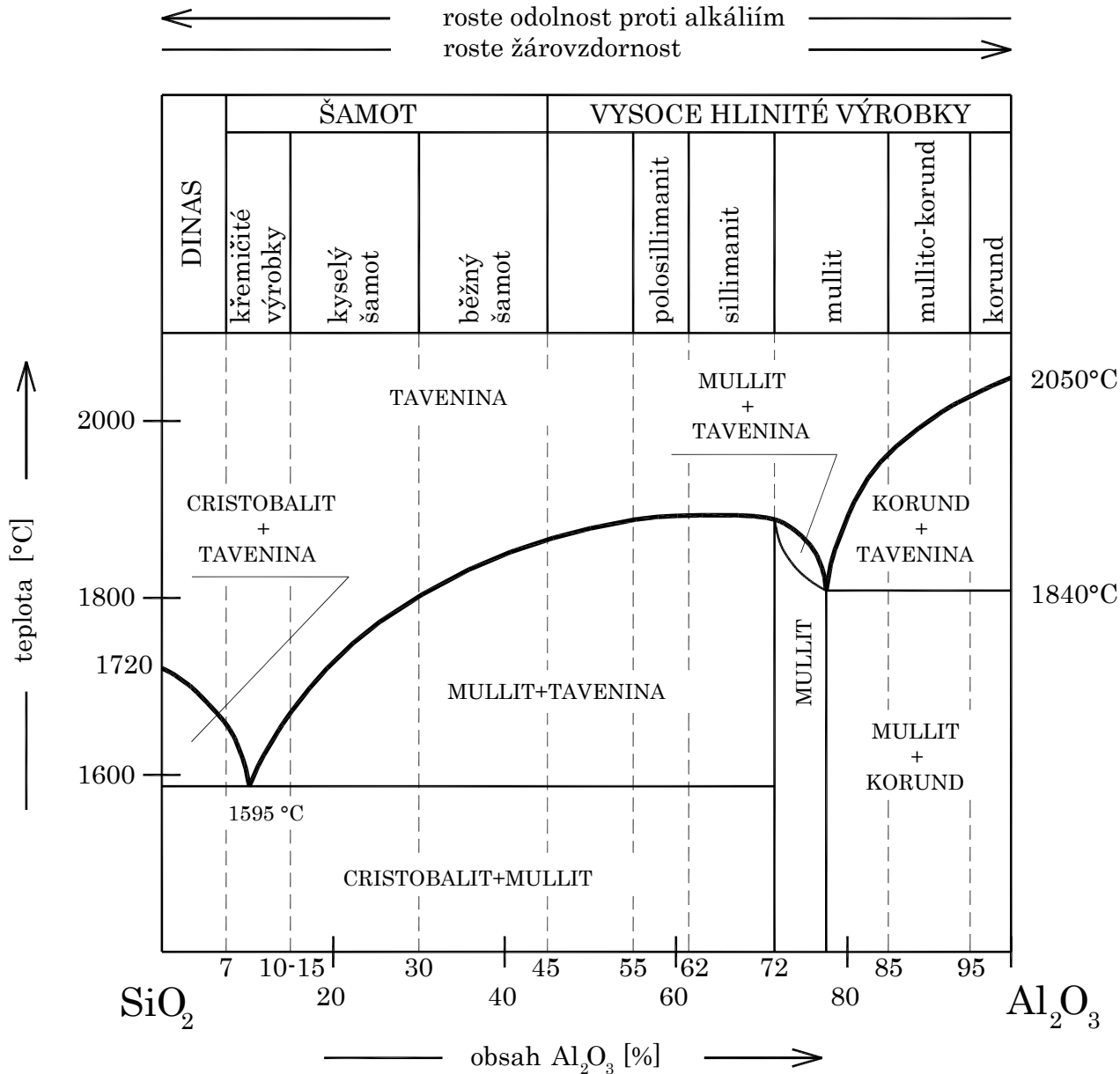
- návrh dilatačních spár



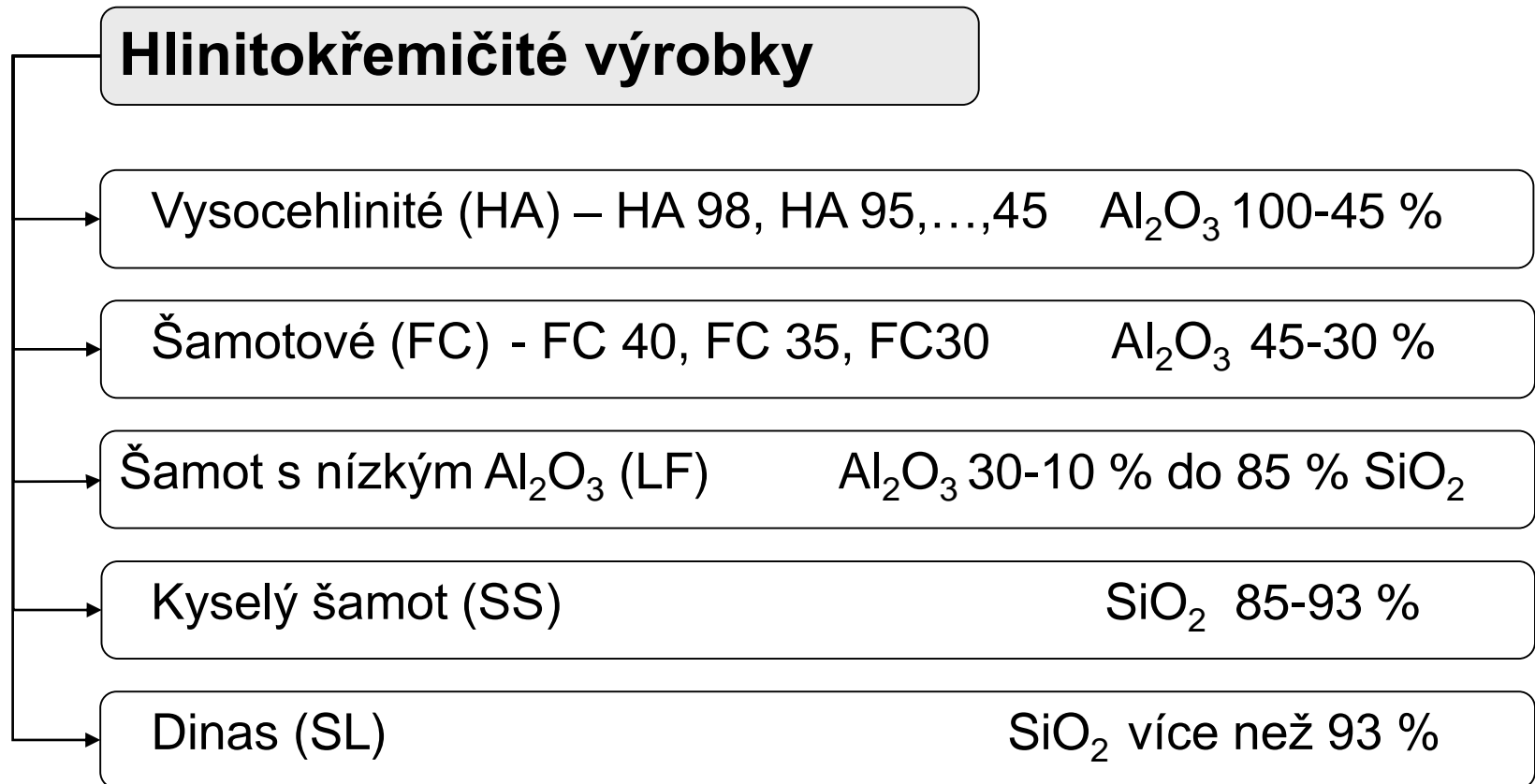
7.2.5 Trvalé délkové změny v žáru

- **Netvarové** (ČSN EN 1402 – 1,6) – *klasifikační teplota*: teplota, při které dochází k definovaným trvalým délkovým změnám (žárobetony: smrštění menší než 1,5 %, žárovzdorné výrobky plastické,, dusací směsi: smrštění pod 2 %),
- **Tvarové** (ČSN EN 1094-6, ČSN EN 993-10): 5 hodin (hutné), resp. 12 hodin (izolační) na dané teplotě → trvalá délková změna do 2 %

7.3 Hlinitokřemičité materiály

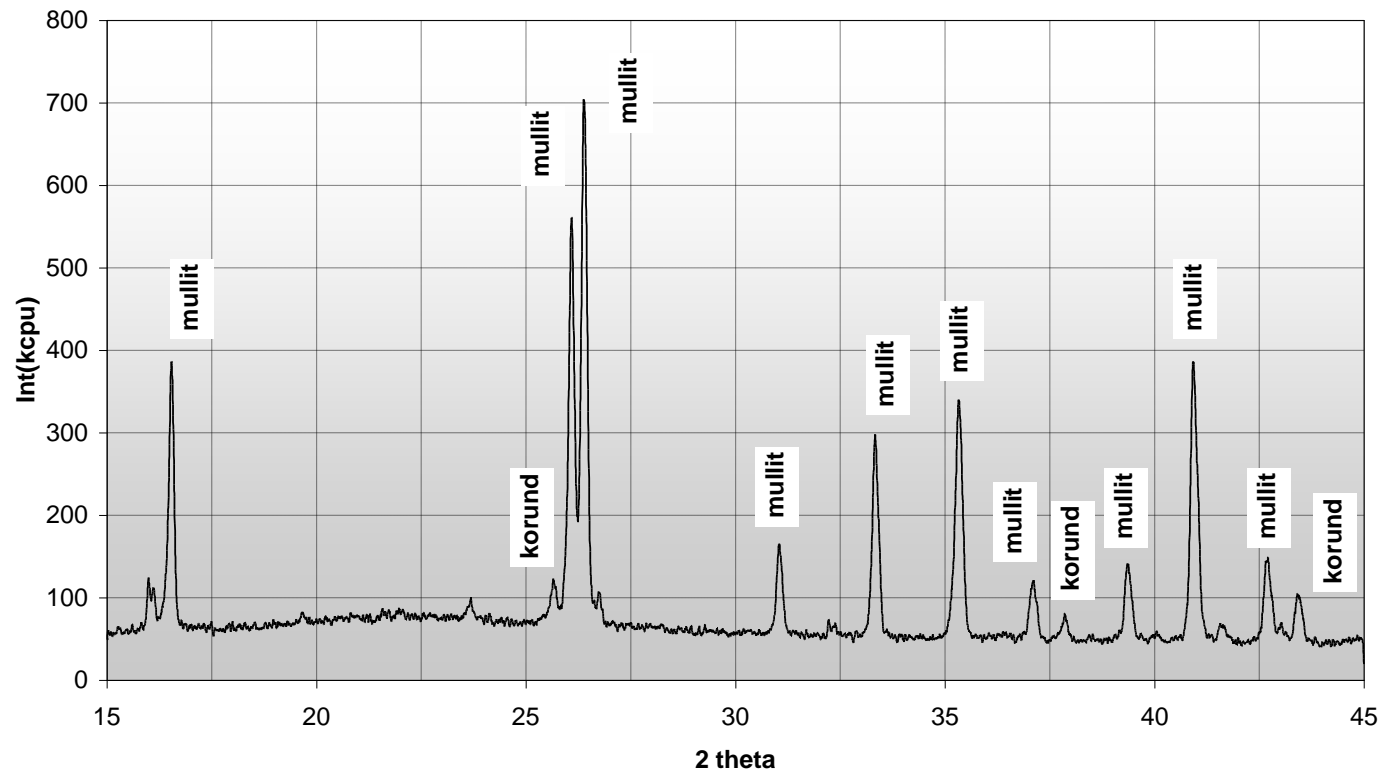


ČSN EN 12475-1 Klasifikace žárovzdorných výrobků tvarových hutných - Část 1: Hlinitokřemičité výrobky



7.3.1 Šamot

- Nejrozšířenější žárovzdornina.
- $\text{SiO}_2 < 93 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 < 45 \%$ (více jak 90 % $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$).
- Mineralogicky: mullit + SiO_2 (křemen, cristobalit, tridymit) + skelná fáze (méně jako kamenina)

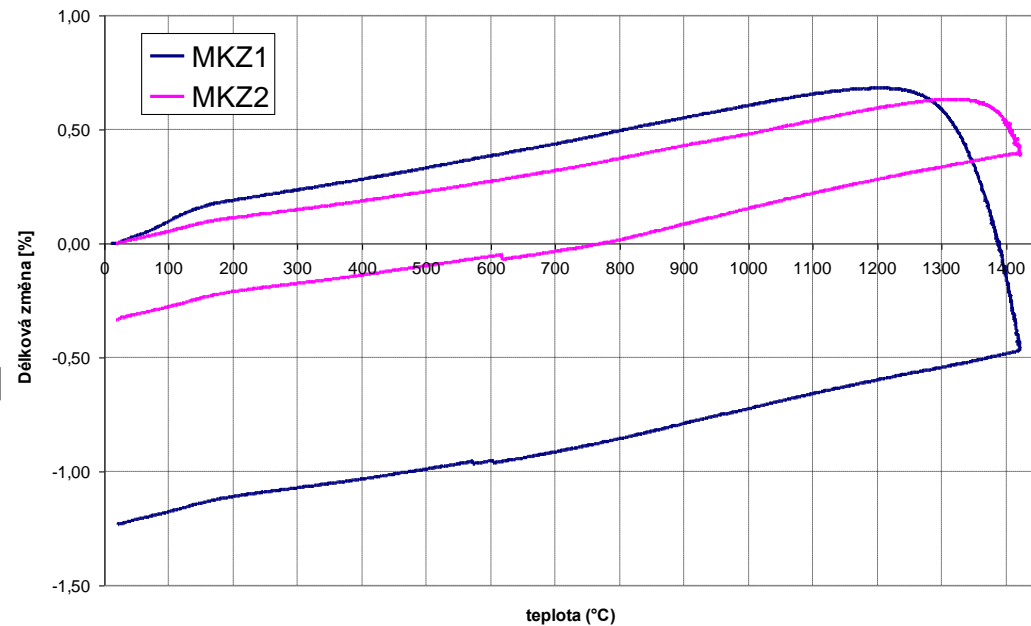


7.3.1.1 Technologie výroby šamotu

- ostřiva – pálené jíly a lupky, křemičitý písek, šamotové zlomky a pod. Vysocehlinité – sillimanit Al_2SiO_5 , diasporové jíly a bílý bauxit, syntetické Al_2O_3 (γ nebo α korund) a hydrát hlinitý,
- pojiva – žárovzdorné jíly, kaolíny
- přísady – taviva, ztekucovadla, lehčiva
- Poměr ostřivo:pojivo → podle způsobu vytváření - z plastického těsta (50 až 65 % ostřiva) x z polosuché směsi, drolenky (50 až 90 % ostřiva).
- Výpal: 1000 – 1400 °C

Charakteristika šamotu

- Relativně vysoká žárovzdornost,
- Dobrá pevnost a únosnost v žáru,
- Dobrá odolnost proti změnám teploty,
- Velký rozdíl mezi teplotou použití a teplotou destrukce,
- Nízká odolnost vůči zásaditým látkám,
- Dosmršťování při použití



Žárovzdorný jíl vazný - B1 (Skalná)

Ztráta žíháním (%)	11 - 13
SiO ₂ (%)	48 - 52
Al ₂ O ₃ (%)	32 - 34
Fe ₂ O ₃ (%)	2,3 - 2,7
TiO ₂ (%)	0,8 - 1,2
CaO (%)	0,2 - 0,4
MgO (%)	0,2 - 0,4
Na ₂ O (%)	0,0 - 0,2
K ₂ O (%)	1,5 - 2,0
Žárovzdornost (°C)	1 700 - 1 730
Teplota slinutí (°C)	max. 1 150
Vaznost (%)	min. 70
Zbytek na síť	
2 mm (%)	0
0,09 mm (%)	max. 2
Popis zbytku	křemen
Celkové smrštění při 1250°C (%)	17 - 20
Nasákavost při 1250°C (%)	max. 2
Barva, vzhled při 1250°C	šedo zelená, slinutý
Důlní vlhkost (%)	20 - 25

Žárovzdorný jíł vazný - Ky-Š (Horní Břıza)

Ztráta žíháním (%)	5 - 7
SiO ₂ (%)	65 - 72
Al ₂ O ₃ (%)	17 - 21
Fe ₂ O ₃ (%)	1,5 - 2,0
TiO ₂ (%)	1,0 - 1,4
CaO (%)	0,1 - 0,2
MgO (%)	0,3 - 0,4
Na ₂ O (%)	0,0 - 0,1
K ₂ O (%)	1,2 - 1,5
Žárovzdornost (°C)	1 530 - 1 570
Teplota slinutí (°C)	1 350 - 1 400
Vaznost (%)	min. 60
Zbytek na síť	
2 mm (%)	max. 1,0
0,09 mm (%)	5 - 15
Popis zbytku	křemen
Celkové smrštění při 1250°C (%)	11
Nasákavost při 1250°C (%)	3 - 5
Barva, vzhled při 1250°C	krémová
Důlní vlhkost (%)	19 - 22

Žárovzdorný jílový vazný – MM (Borovany)

Ztráta žíháním (%)	10 - 12
SiO ₂ (%)	53 - 57
Al ₂ O ₃ (%)	27 - 30
Fe ₂ O ₃ (%)	2,0 - 2,5
TiO ₂ (%)	1,5 - 2,2
CaO (%)	0,1 - 0,3
MgO (%)	0,3 - 0,4
Na ₂ O (%)	0,0 - 0,2
K ₂ O (%)	1,2 - 1,7
Žárovzdornost (°C)	1 650 - 1 680
Teplota slinutí (°C)	1 150 - 1 200
Vaznost (%)	min. 60
Zbytek na síť	
2 mm (%)	max. 0,5
0,09 mm (%)	2 - 5
Popis zbytku	křemen + živec
Celkové smrštění při 1250°C (%)	18 - 20
Nasákavost při 1250°C (%)	1 - 2
Barva, vzhled při 1250°C	šedožlutá
Důlní vlhkost (%)	18 - 22

Žárovzdorný jíl pórovinový – HC (Skalná)

Ztráta žiháním (%)	7 - 11
SiO ₂ (%)	53 - 58
Al ₂ O ₃ (%)	27 - 31
Fe ₂ O ₃ (%)	1,3 - 2,0
TiO ₂ (%)	0,6 - 1,0
CaO (%)	0,0 - 0,2
MgO (%)	0,2 - 0,4
Na ₂ O (%)	2,4 - 3,1
K ₂ O (%)	0,0 - 0,2
Žárovzdornost (°C)	1 680 - 1 740
Teplota slinutí (°C)	min. 1 410
Vaznost (%)	30 - 50
Zbytek na síť	
2 mm (%)	max. 1
0,09 mm (%)	10 - 20
Popis zbytku	křemen + slída
Celkové smrštění při 1250°C (%)	7 - 10
Nasákavost při 1250°C (%)	11 - 15
Barva, vzhled při 1250°C	bílá
Důlní vlhkost (%)	22 - 26

Kaoliny pro žárovzdornou keramiku

CHEMICKÉ SLOŽENÍ (%)

kaolin	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	ztr.žih.
Sedlec Ia	47	37	0,85	0,18	0,95	13
KN-1	47	37	0,70	0,50	0,40	13
KT-M	47	37	1,15	0,50	0,70	13

Kaolinit teoreticky: Al₂O₃ - 39,5 %, SiO₂ – 46,5 %, zž – 14 %

TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI

kaolin	frakce %<2 μm	podíl %>60 μm	pevnost MPa	viskositá sekundy	smrštění suš. %/pál. %	
Sedlec Ia	63	0,03	2,8	20	5	11
KN-1	66	0,01	1,9	>100	4	11
KT-M	60	0,05	2,0	25	4	11

Pálené lupky

- V ČR ČLUZ, PD Refractories, ..., MULCOA
- Al_2O_3 32 – 42 %, Fe_2O_3 1 – 4 %.
- v základních zrnitostech 0-30/5-30/3-5/0-3 mm,
- jemně tříděné 0-0,1/0-0,2/0-0,5/0,5-1/0-1/1-3/3-5 mm.

ČSN 721300:

A111 VSS – obsah více než 41,0 % Al_2O_3 , žárovzdornost nad 175, maximální obsah Fe_2O_3 1,5 %, zdánlivá pórovitost do 4 %, z lokality Vyšehořovice, vypalovaný v šachtové peci (2x).

B253 - obsah 39,0 – 41,0 % Al_2O_3 , žárovzdornost nad 173 - 175, maximální obsah Fe_2O_3 2,2 – 2,5 %, zdánlivá pórovitost 10 - 14 %.

Lupek A 111 VH

Chemická analýza:	Typická analýza (%)	Rozsah (%)	Mineralogické složení	
Al ₂ O ₃	42,15	41,0-43,5		
Fe ₂ O ₃	1,25	1,0-1,5		
TiO ₂	1,54	1,5-1,6		
K ₂ O	0,75	0,7-0,8	Mullit	38
Na ₂ O	0,05	0,03-0,07	Cristobalit	5
CaO	0,13	0,1-0,2		
MgO	0,18	0,1-0,2	Křemen	3
SiO ₂	53,95	55,6-52,1		
Ztráta žíháním	0,07	0,05-0,15		

Fyzikální vlastnosti

Žáruvzdornost (CS/DIN)	1750 °C
Pórovitost (%)	1,2
Objemová hmotnost (g/cm ³)	2,52
Teplota výpalu (°C)	1,350
Výpal	Rotační pec s předehříváčem

Lupek E 563 HR

Chemická analýza:	Typická analýza (%)	Rozsah (%)	Mineralogické složení	
Al ₂ O ₃	33,34	30,0-34,0		
Fe ₂ O ₃	2,81	2,2-3,0		
TiO ₂	1,45	1,2-1,4		
K ₂ O	1,20	0,9-1,30	Mullit	32 -
Na ₂ O	0,10	0,05-0,1	Cristobalit	3 -
CaO	0,25	0,1-0,3	Křemen	18 -
MgO	0,26	0,1-0,3		
SiO ₂	60,60	65,4-59,6		
Ztráta žíháním	0,30	0,20-0,50		

Fyzikální vlastnosti

Žáruvzdornost (CS/DIN)	1650 °C
Pórovitost (%)	4,5
Objemová hmotnost (g/cm ³)	2,38
Teplota výpalu (°C)	1,150
Výpal	Rotační pec s předeříváčem

Vlastnosti a použití šamotu

	chemické složení		objemová hmotnost [kg.m ⁻³]	zdánlivá pórovitost [%]	pevnost v tlaku [MPa]	odolnost proti deformaci v žáru [°C]
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃				
	[%]	[%]				
obyčejný šamot	35-41	1,5-2,5	2000-2200	19-25	25-40	1350-1450
šamot s nízkým obsahem Al ₂ O ₃	20-30	1-1,7	2000-2200	19-21	35-40	1250-1350
šamot se zvýšeným obsahem Al ₂ O ₃	45-50	1-1,5	2200-2350	14-16	50-60	1450-1500
lehčený šamot	-	1,5-4	500-1200	>45	1,5-10	-

- vyzdívka vysokopecních agregátů při výrobě železa, vyzdívka části rotačních pecí při výrobě vápna a cementu, ve sklářské a keramické výrobě a při výrobě neželezných kovů.
- vyzdívký tepelných agregátů sloužících pro výrobu tepla (pece spalující různá paliva, elektrické akumulární agregáty, kamna a komíny).
- normálky, klíny pro rotační pece, radiálky, záklenky,
- výrobky pro zpracování rozžhaveného tekutého kovu (výlevky, tvarovky k sestavení licích systémů pro jednorázové použití).

Licí šamot (jemnozrnný)

Nálevky, trubky, kolena, redukce, rozvodky, dopadové jádra,...

Vlastnosti:

Vlastnost

Obsah Al_2O_3
Obsah Fe_2O_3
Žárovzdornost
Objemová hmotnost

Garanční hodnota

min. 35 %
max. 2,5 %
min. 1650 °C
min. 2000 kg/m^3

Zkouší se dle

ČSN EN 955-2
ČSN EN 955-2
ČSN EN 993-12
ČSN EN 993-1

Vlastnosti

Zdánlivá pórovitost
Teplota použití

Informativní hodnota

19 %
max. 1730 °C

Zkouší se dle

ČSN EN 993-1
-



P-D Refractories CZ a.s. - žárovzdorné výrobky

Telefon: +420 516 493111

Fax: +420 516 477338

E-mail: odbyt@mslz.cz

Web: www.mslz.cz



jakost	chemická analýza		objemová hmotnost kg.m ⁻³	zdánlivá pórovitost %	pevnost v tlaku MPa	odolnost proti deformaci v žáru °C	žárovzdornost ISO	dodatečné lineární změny % při 1400°C/5h	odolnost proti změnám teplot cykly
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃							
	%	%							

OPTIM - standartní šamotové kameny

A 301	30	2	2150	19	30	1370	168	+/- 0,2 při 1350°C	15
A 351	35	2	2150	19	30	1400	172	+/- 0,25 při 1400°C	15
A 401	41	1,8	2250	17	40	1470	174	+/- 0,15 při 1400°C	20
ST	41	1,8	2250	19	40	1450	172	+/- 0,2	15
STV	40	2,1	2150	19	30	1420	172	+/- 0,2	15
STV 1	40	2,1	2100	20	25	1410	172	+/- 0,2	15
SN	39	2,3	2150	22	25	1380	170	+/- 0,3	15
SN 1	39	2,3	2100	21	15	1400	170	+/- 0,3	15
SN 2	38	2,5	2000	25	12	1380	168	+/- 0,5	15
SN 3	36	< 2,5	1950	25	15	1370	168	+/- 0,5 při 1350°C	> 10

OPATEX - hutné šamotové kameny

SOM	34	2,3	2000	20	45	1320	160	+/- 0,5 při 1300°C	25
SOH	35	2	2100	20	40	1400	168	+/- 0,3 při 1300°C	15
SOT	28	1,5	2100	14	40	1350	160	+/- 0,1 při 1300°C	10
STE	44	1,3	2280	13	55	1510	176	+/- 0,1	20
ARS 25	25	1,3	2250	14	60	1280	152	+ 0,5 při 1100°C	10
ARS 40	40	1,4	2300	13	60	1450	176	+ 0,5	15
AS	42	1,5	2300	14	50	1500	174	+/- 0,1	15
AS-VK	42	1,5	2290	15	40	1480	174	+/- 0,2	15
AS 42	42	1,4	2300	14	50	1480	174	+/- 0,1	15
AS 45	45	1,4	2350	14	55	1500	176	+/- 0,1	20
AES	45	1	2350	14	60	1550	176	+/- 0,1	20
AS-G	43	1,5	2250	12	60	1440	172	+/- 0,1	> 10

P-D Refractories CZ a.s. - žárovzdorné výrobky



Telefon: +420 516 493111

Fax: +420 516 477338

E-mail: odbyt@mslz.cz

Web: www.mslz.cz

jakost	ASTM	EN	chemická analýza			klasifikační teplota	pevnost v tlaku	objemová hmotnost	teplotní roztážnost při 1000 °C	tepelná vodivost					
			Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃					200°C	400°C	600°C	800°C	1000°C	1200°C
			%	%	%	°C	MPa	kg.m ⁻³	%	W.m ⁻¹ .K ⁻¹					
OPATERM - šamotové izolační kameny															
SL 5-75	-	75-0,5	12	60	2,5	750	2,2	500	0,21/750°C	0,12	0,14	0,17	-	-	-
SL 5-90	16	85-0,55-L	29	64	1,6	900	1,5	540	0,25/900°C	0,13	0,14	0,17	0,20	-	-
SL 6P-135	23	135-0,6-L	38	57	1,8	1350	3	600	0,50	0,22	0,23	0,25	0,28	0,31	0,35
SL 7-90	-	90-0,70	23	65	3,5	900	2	700	0,25/900°C	0,15	0,18	0,21	0,24	-	-
SL 7-130	23	130-0,75-L	57	41	0,8	1300	1,5	700	0,55	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33	0,37
SL 7P-140	26	140-0,7-L	38	57	1,7	1400	5	700	0,50	0,23	0,24	0,27	0,29	0,33	0,37
SL 8-140	26	140-0,85-L	60	41	0,8	1400	3	820	0,55	0,27	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40
SL 8P-140	26	140-0,8-L	38	57	2,1	1400	8	800	0,50	0,26	0,27	0,30	0,33	0,37	0,41
SL 9-110	-	115-0,90	40	52	2,7	1100	3	900	0,50	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	-
SL 9P-115	-	115-0,9	29	54	7,3	1150	10	900	0,55	0,27	0,29	0,31	0,35	0,38	-
SL 10-140	-	140-1,0	59	41	1,0	1400	5,5	1000	0,55	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47
SL 10P-140	-	140-1,0	38	55	2,4	1400	10	1000	0,50	0,34	0,36	0,39	0,42	0,46	0,51
SL 10-150	-	150-1,0	60	38	1,0	1500	6	1000	0,50	0,35	0,37	0,40	0,43	0,47	0,52
SL 11-115	-	115-1,1	40	52	2,8	1150	5	1100	0,55	0,33	0,36	0,39	0,43	0,47	-
SL 11P-115	-	115-1,1	32	53	6,6	1150	14	1100	0,55	0,34	0,37	0,40	0,43	0,47	-
SL 12P-140	-	135-1,2	38	55	2,7	1400	15	1180	0,50	0,41	0,43	0,47	0,50	0,55	0,60
SL 13-115	-	115-1,3	40	52	2,8	1150	9	1300	0,50	0,43	0,47	0,51	0,55	0,60	-
SL 13P-115	-	115-1,3	34	53	5,4	1150	13	1300	0,55	0,44	0,47	0,51	0,56	0,61	-
SL 15-140	-	140-1,5	44	50	2,5	1400	20	1520	0,55	0,55	0,60	0,64	0,69	0,74	0,79
SL 17-140	-	140-1,7	44	50	2,6	1400	25	1700	0,55	0,67	0,74	0,80	0,86	0,93	1,00

Kamnářský šamot

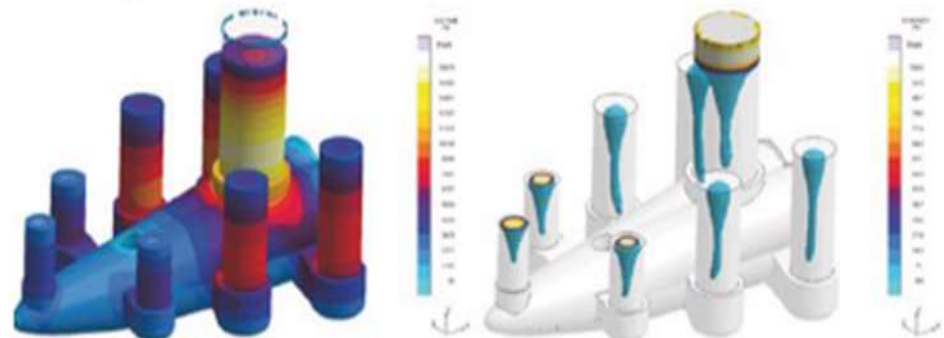
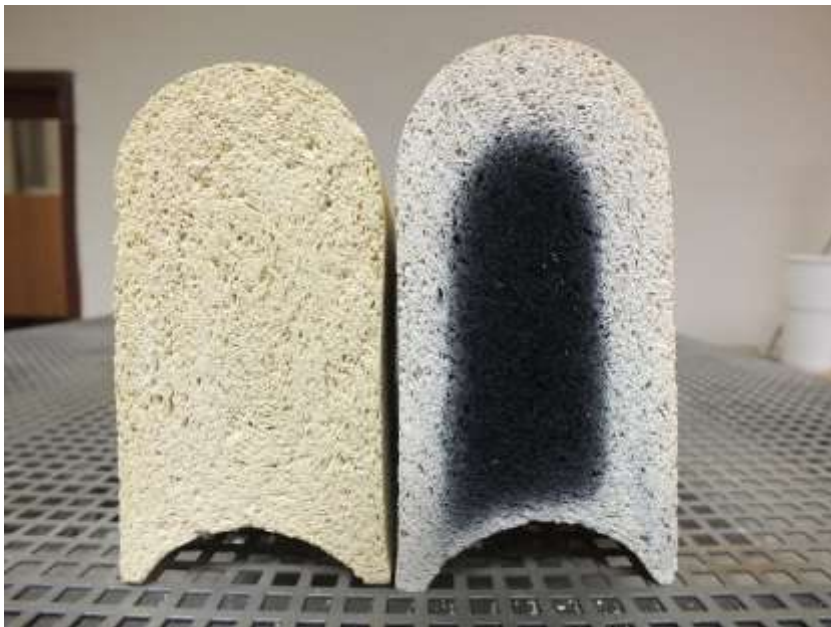
Vlastnost / Feature	R - SKA	R - SKI	R - SII	R-SI-R	R-SI/c
Žáruvzdornost (°C) / Refractoriness (°C)	1630	1690	1670	1710	1710
Obsah Al ₂ O ₃ (%) / Content of Al ₂ O ₃ (%)	30	37	37	38	35
Obsah Fe ₂ O ₃ (%) / Content of Fe ₂ O ₃ (%)	2,5	2,6	2,6	2,5	2,5
Zdánlivá pórovitost (%) / Apparent porosity (%)	30	26	25	28	25
Objemová hmotnost (kg/m ³) / Volume density (kg/m ³)	1850	1950	2000	1900	2000
Pevnost v tlaku (MPa) / Compression strength (MPa)	15	20	20	20	20
Teplota použití (°C) / Temperature of use (°C)	1100	1250	1220	1260	1260



ŠAMOT IZOLAČNÍ - IZOSPAR

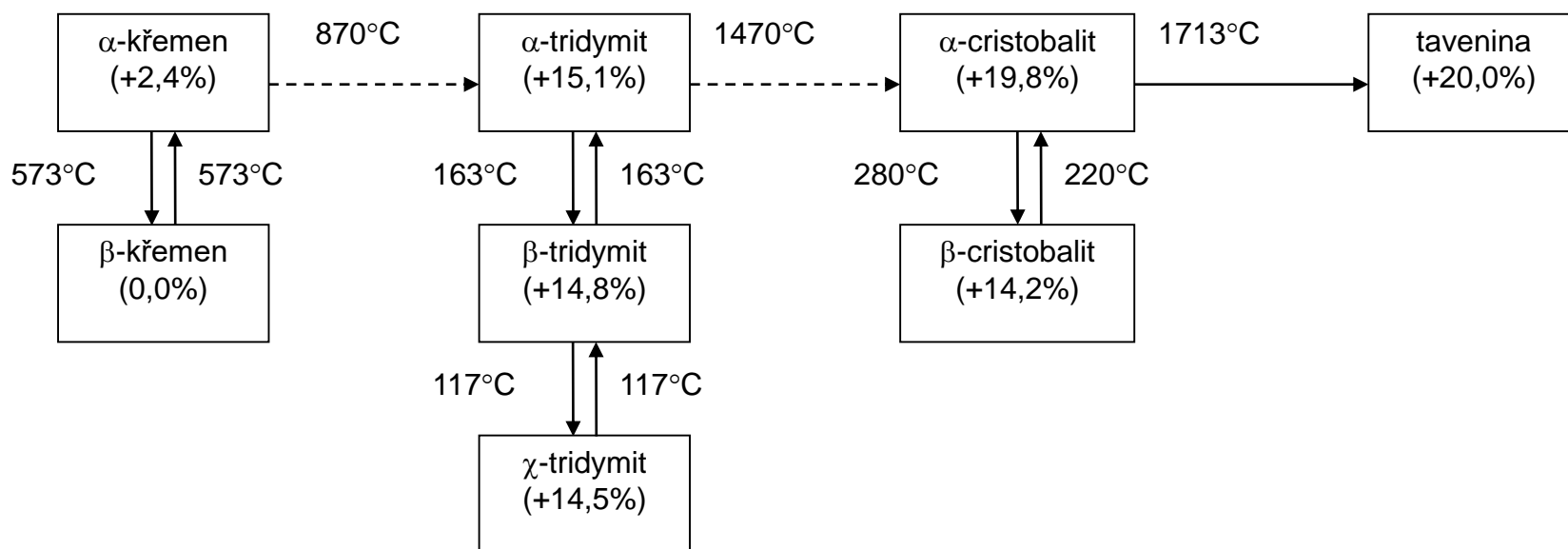
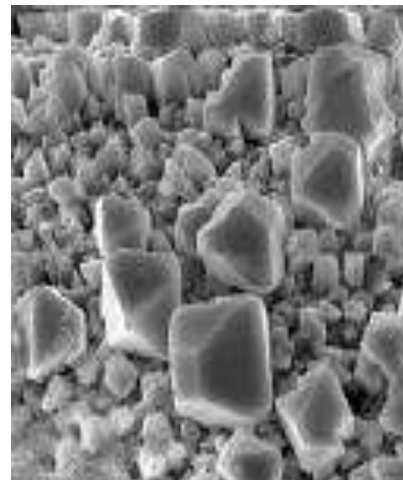
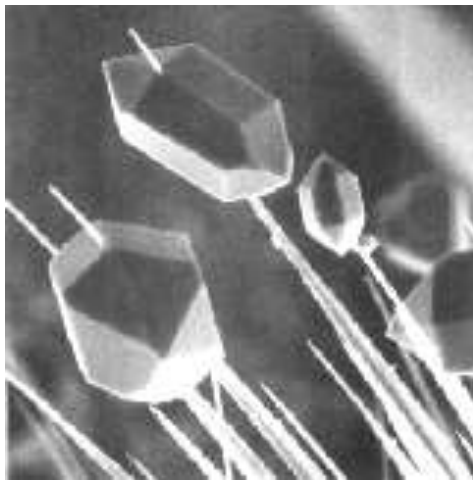
Stávající stav po výpalu na 800 (950) °C: objemová hmotnost obvykle nad 700 kg.m⁻³, pevnost v tlaku do 1 MPa, černá jádra, tavení při použití.

Výroba: 24 % jíl MM, 53 % kaolín, 23 % piliny



7.3.2 Dinas

- nad 93 % SiO_2 - tvořen různými modifikacemi SiO_2 (zej. β -cristobalit 45 – 60 % a γ -tridymit 25 – 40 %) + malé množství β –křemene do 30 %, křemičitany vápenaté, skelná fáze 10 – 15 %.
- vysoká únosnost v žáru (až 1700 °C),
- vysoká odolnost proti kyselým taveninám (sklo),
- malá odolnost proti změnám teploty pod 600 °C, nedostatek vhodných surovin (tmelový křemenec x krystalický).
- Koksárenský, sklářský (kvalitnější – vyšší stupeň přeměny)
- Pro agregáty trvale pracující nad 600 °C (minimální teplotní roztažnost 600 – 1400 °C) x do 600 °C velké objemové změny



rychlá vratná přeměna \longrightarrow

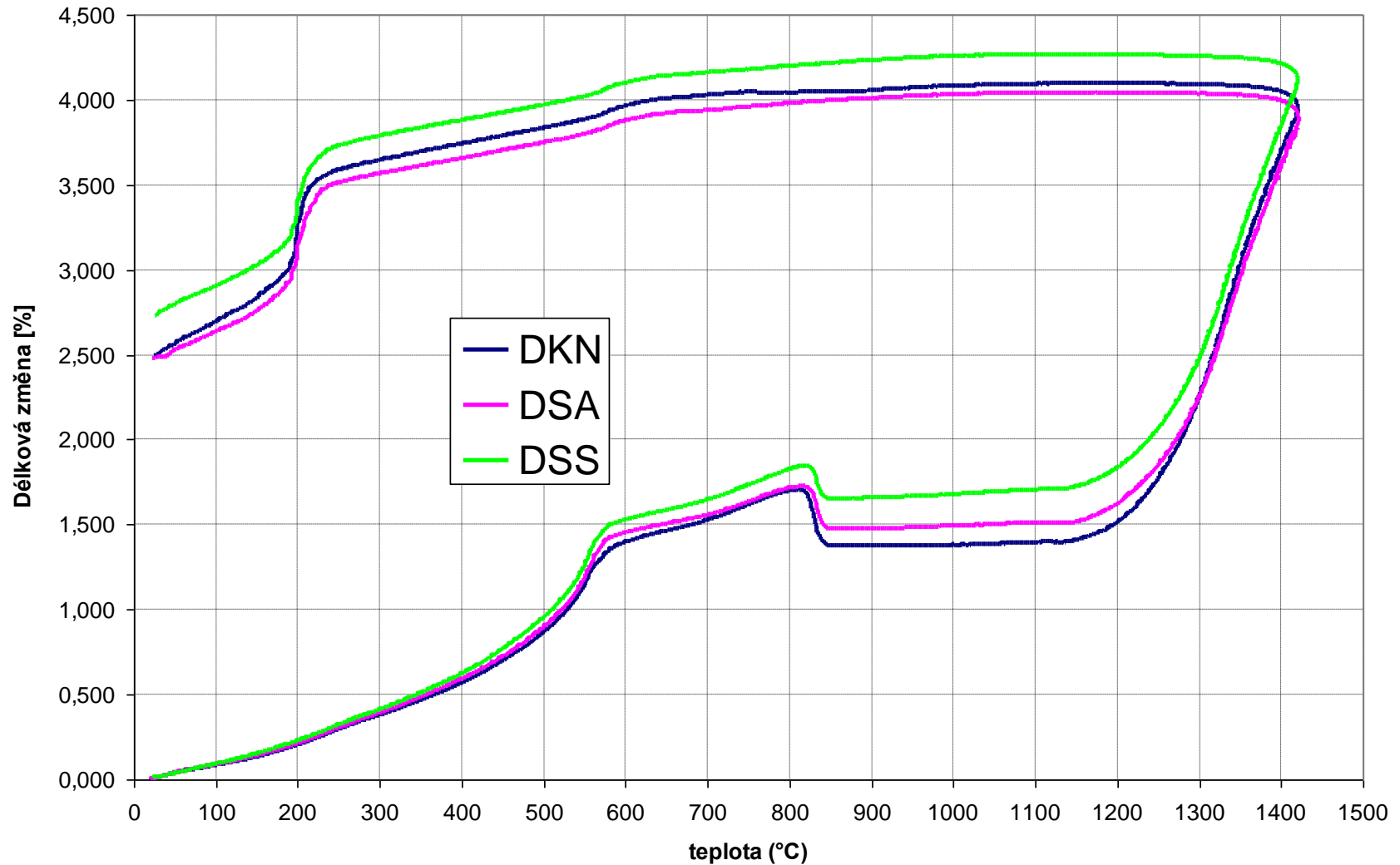
pomalá nevratná přeměna \dashrightarrow

7.3.2.1 Technologie výroby dinasu

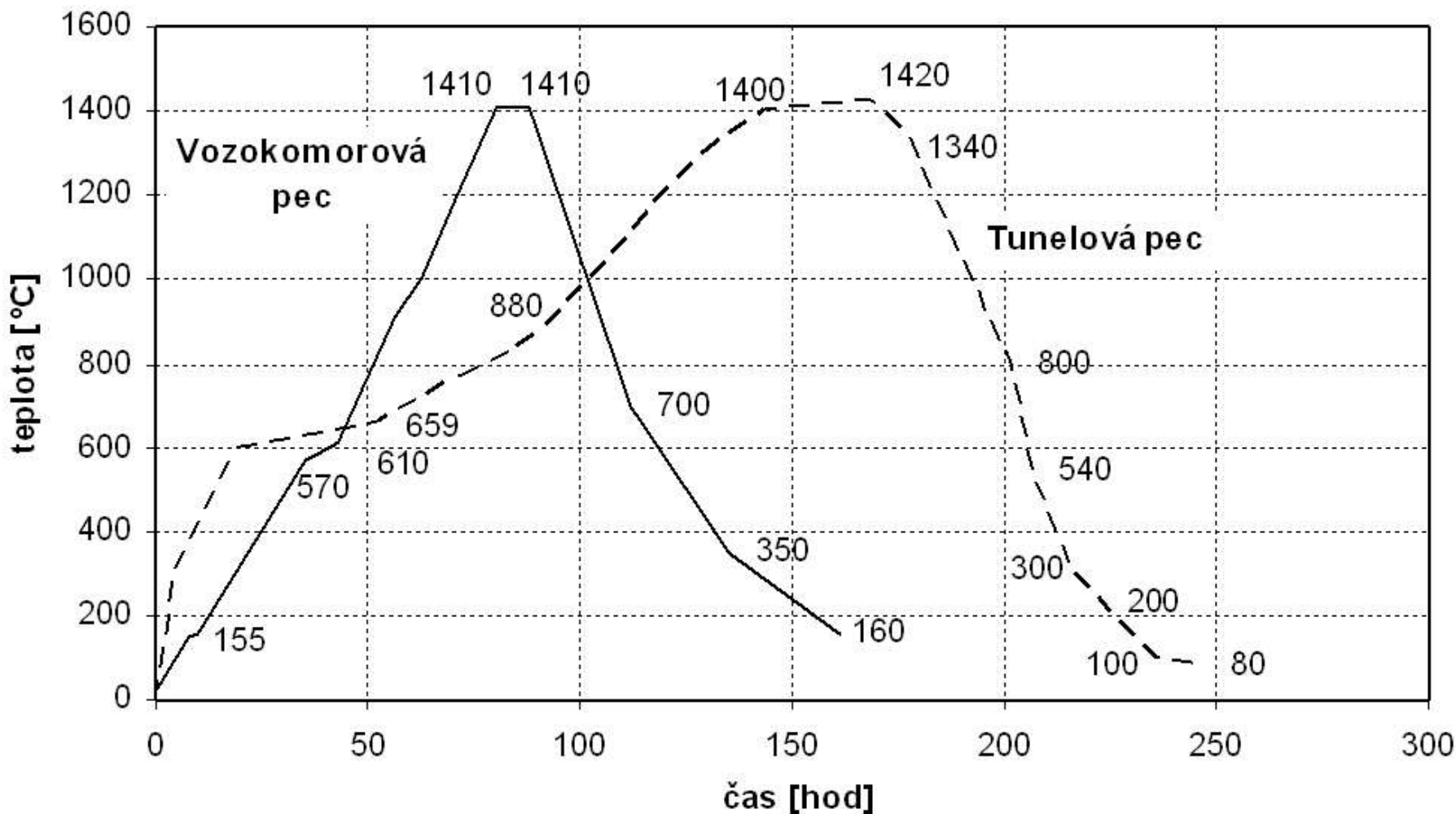
- Základní surovina - křemence, sklářské křemenné písky, dinasové zlomky, křemenné sklo, ...(granulometrie)
- Nejhorší škodlivina: zdroj Al_2O_3
- Pojivo – vápenné mléko (max. 3 % CaO)
- Přísady – pojivo (sulfitový výluh) a mineralizátory (0,5 – 3,5 % Fe_2O_3)
- Vhodnější mletí surovin za vlhka v kolovém mlýně (x silikóza)
- Vytváření: lisováním (15 - 85 MPa) ze suché směsi (kolem 6 %)
- Kvalita podle hustoty – $2300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (cristobalit)

- Výpal: max. 1430 °C – doba kolem 200 hodin

Dimenzování rozměrů dinasových výrobků: objemový nárůst (DKTA)



Pálicí křivka dinasu (PD-Refractories Svitavy) – tunelová pec





Vlastnosti dinasu

Charakteristika		Sklářský dinas	Koksárenský dinas	Izolační dinas	
Chemická analýza	SiO ₂	[%]	94-97	94-96	88-95
	Al ₂ O ₃	[%]	0,3-1,5	0,5-3	1-2,5
	Fe ₂ O ₃	[%]	0,3-1,7	0,3-1,7	0,6-1,3
	CaO	[%]	0,5-3	0,1-3	3-6,5
Objemová hmotnost		[kg.cm ⁻³]	1900	1750-1900	500-1200
Zdánlivá pórovitost		[%]	20-25	15-25	45-72
Pevnost v tlaku		[MPa]	30-50	20-60	1-7,5
Únosnost v žáru		[°C]	1650,0	1500-1680	-
Zbytkový křemen		[%]	0,1-5	0,4-16	1,2-3

Pozn. Výroba koksu

- Pyrolýza (karbonizace) nízkopopelavého, nízkosirného černého uhlí - při vysokých teplotách (kolem 1000°C) odstraněny prchavé složky v peci s omezeným přístupem kyslíku.
- Koks je šedý, tvrdý a pórovitý.
- Baterie koksárenských pecí – 18 x 7,6 x 0,6 m (62 tun uhlí) – až 60 komor



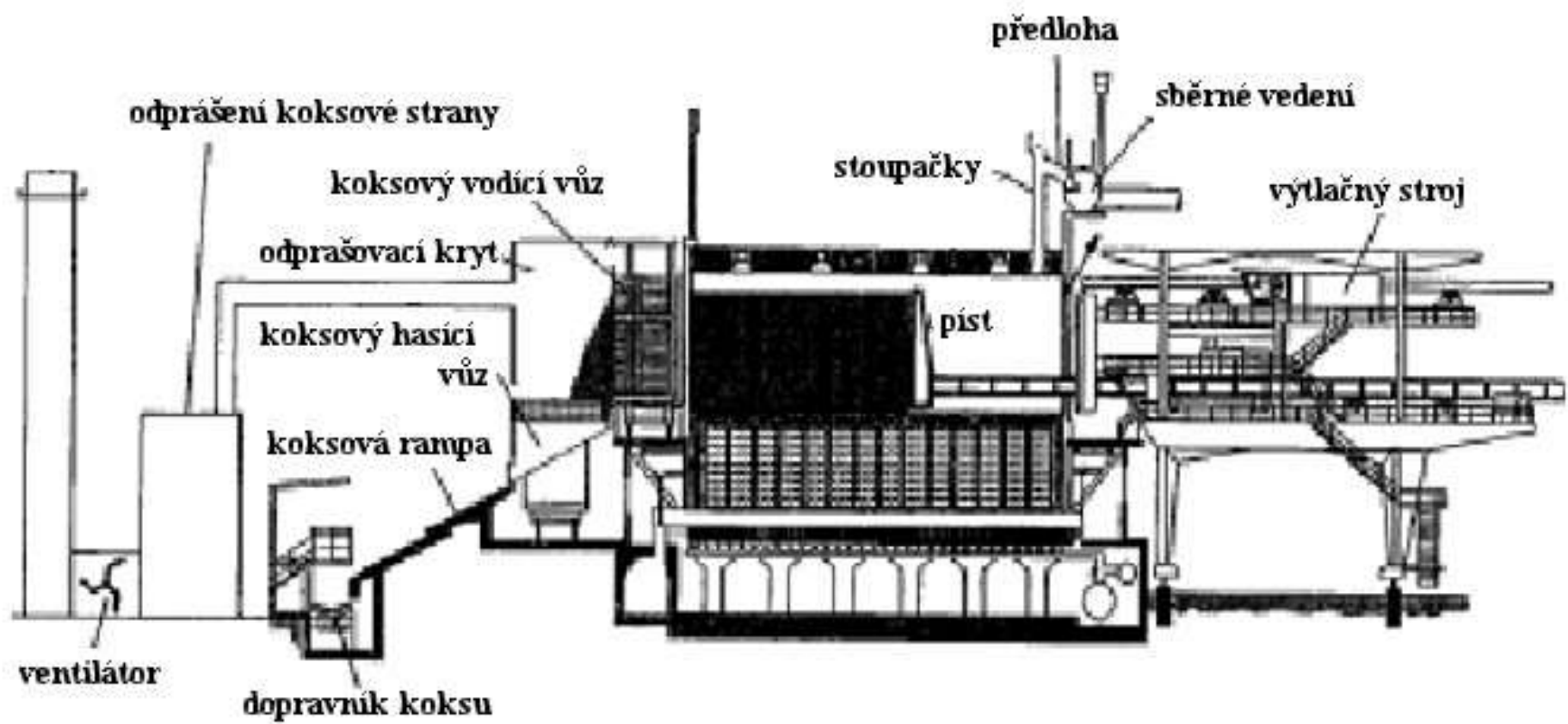
Výhřevnost: 29,6 kJ.kg⁻¹

piliny cca 17 MJ/kg,

dřevo, hnědé uhlí 14 - 17 MJ/kg,

černé uhlí cca. 28 MJ/kg



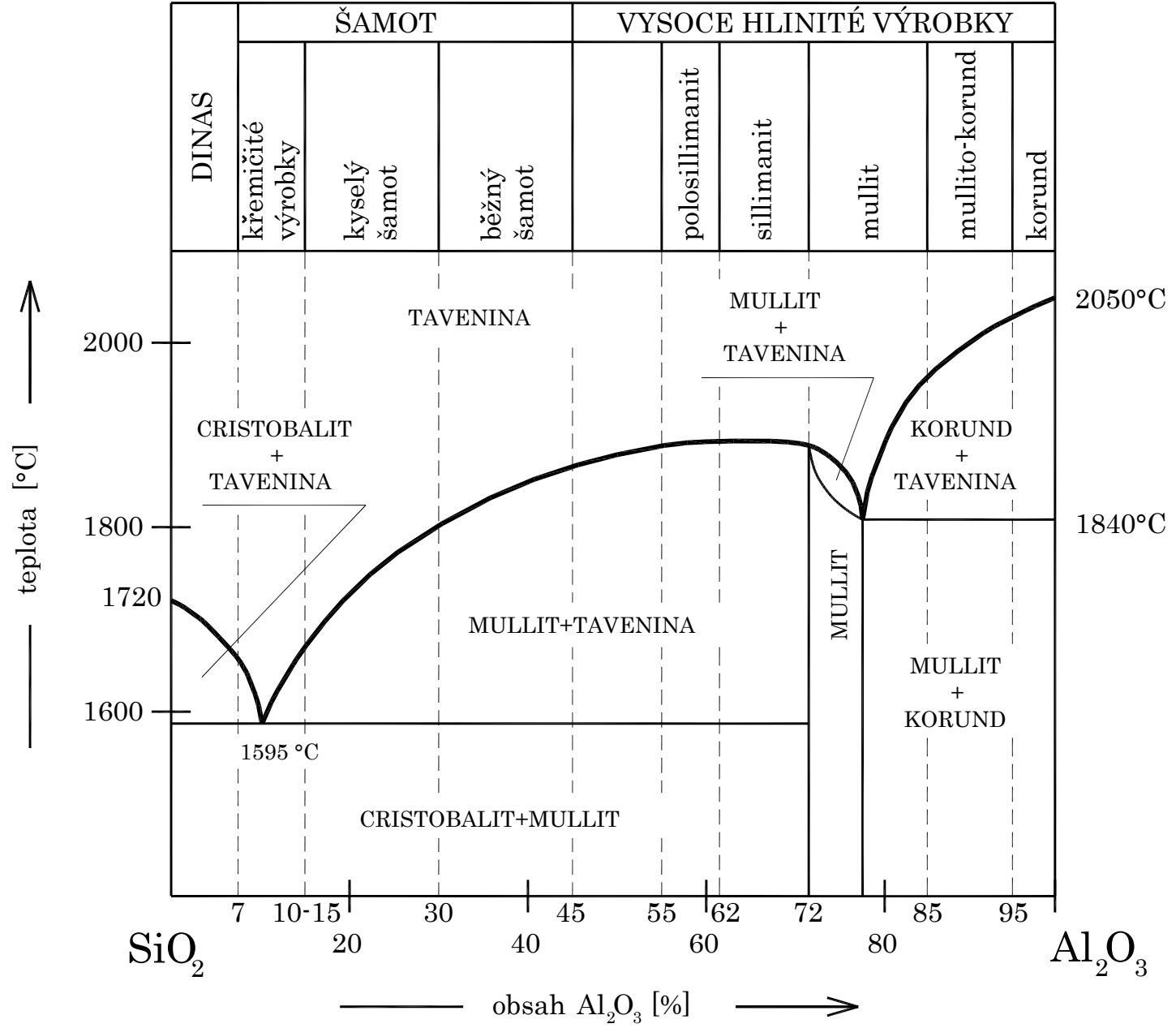


7.4 Vysocehlinité žáromateriály

- Polosillimanitové $\text{Al}_2\text{O}_3 > 55 \%$
- Sillimanitové $\text{Al}_2\text{O}_3 > 62 \%$
- Mullitové $\text{Al}_2\text{O}_3 > 72 \%$
- Mullit-korundové $\text{Al}_2\text{O}_3 > 85 \%$
- Korundové $\text{Al}_2\text{O}_3 > 95 \%$

Mineralogicky: mullit + korund + skelná fáze

← roste odolnost proti alkáliím →
 ← roste žárovzdornost →



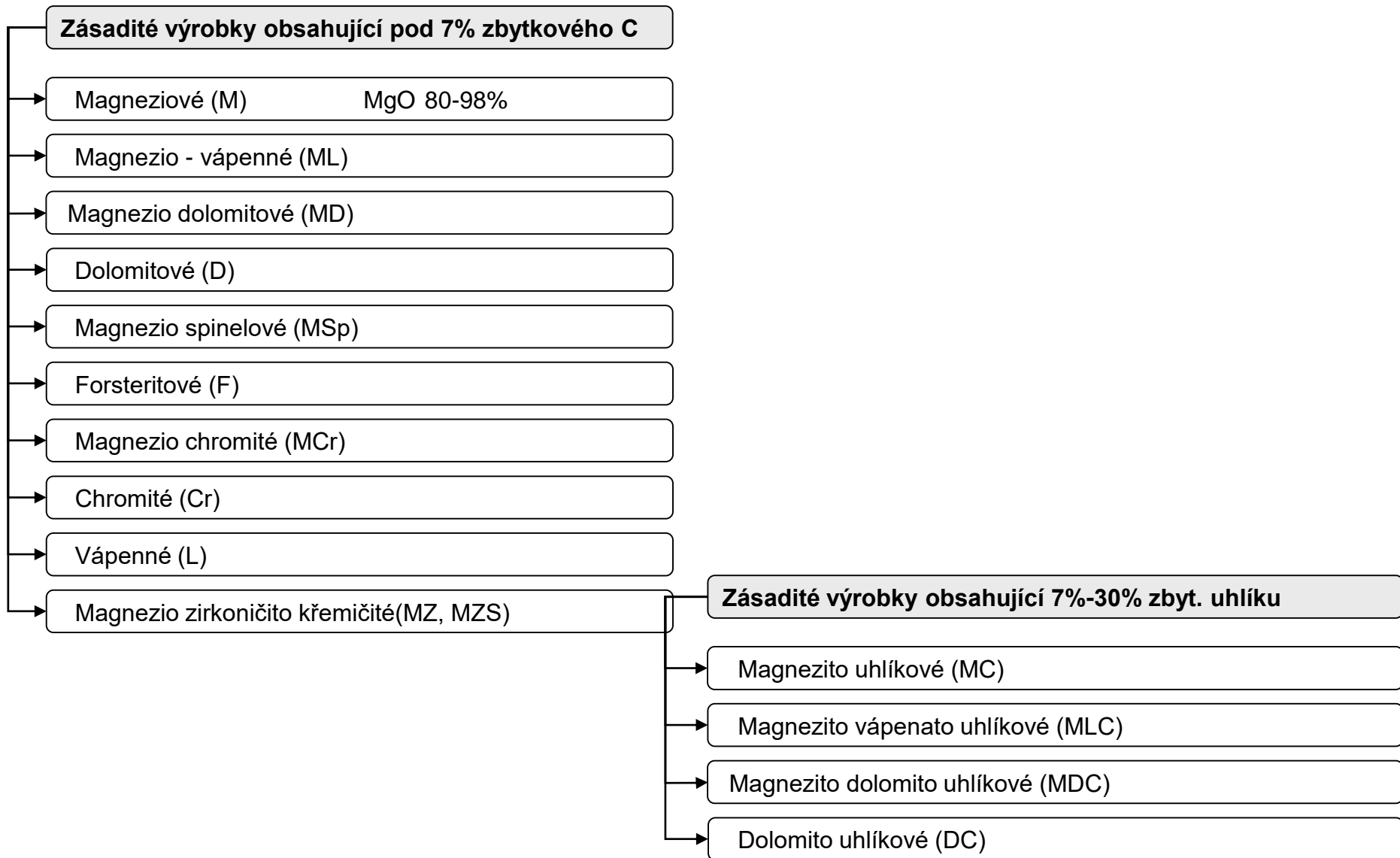
ESTCOM CZ oxidová keramika a.s.

- LUXAL 203 (C799): slinutá korundová keramika - min. 99,7 % Al_2O_3
- LUNIT 73 (C610): slinutá mullitová keramika – 60 % Al_2O_3
- LUNIT 20 (C530): porézní mullito-korundová keramika – 80 % Al_2O_3
- AG 202 (C795): slinutá korundová keramika - 95 % Al_2O_3

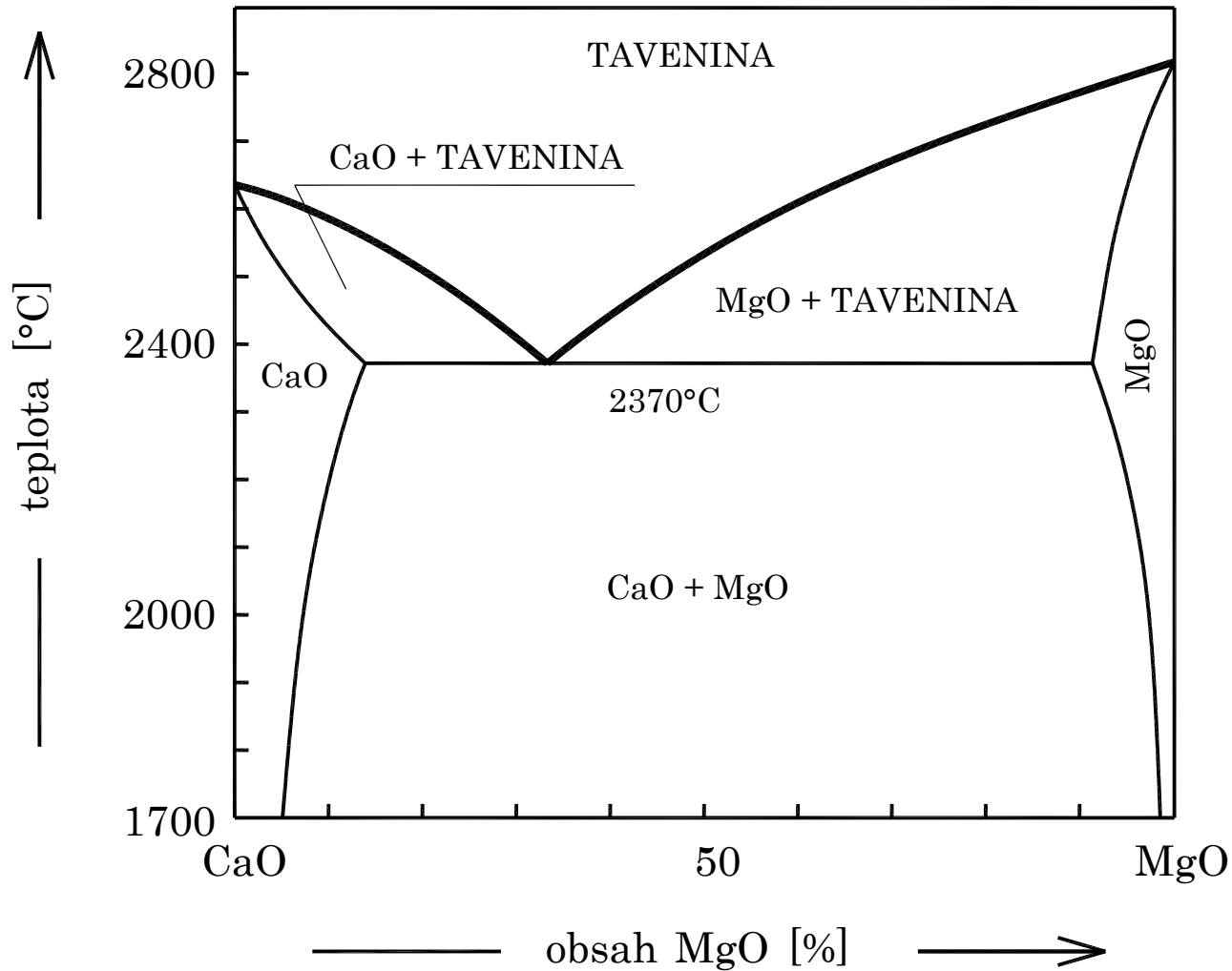


Obchodní název hmoty		Lunit 20 (C 530)	Lunit 73 (C 610)	Luxal 203 (C 799)	Lusil	AG 202 (C 795)	LUNIT 20/1350	T 02
Technické pojmenování		mullito- korundová keramika	mullitová keramika	korundová keramika	křemičito hlinitá keramika	korundová keramika	porézni korundová keramika	porézni křemičitá keramika
Podniková norma					PN 03		PN 02	PN 01
Typické složení (obsah Al_2O_3)	%	80	60	min.99,5	80 SiO_2	95	80	80 SiO_2
Charakter střepu	-	porézni	slinutý	slinutý	porézni	slinutý	porézni	porézni
Neprůlinčitost	-	-	dokonalá	dokonalá	-	dokonalá	-	-
Váhová nasákavost	%	5 - 10	0,0	0,0	18 - 23	0,0	10 – 16	6 - 12
Objemová hmotnost	kg.m ³	min 2,4 . 10 ³	min. 2,5 . 10 ³	min. 3,8 . 10 ³	1,5-1,7. 10 ³	3,75 . 10 ³	2,1-2,5. 10 ³	1,8-2,3. 10 ³
Pevnost v ohybu	MPa	min.30	min. 120	min. 300	6,5 - 19	min. 375	min.10	min. 5
Odolnost proti náhlé změně teploty	K	min. 250	min. 150	min. 150	-	min. 140	min 400	
Střední součinitel lineární roztažnosti 20 – 600 °C	K ⁻¹	3 - 6 . 10 ⁻⁶	5 - 6 . 10 ⁻⁶	7 - 8 . 10 ⁻⁶	0,7–1,5. 10 ⁻⁶	6 - 8 . 10 ⁻⁶	5 - 6 . 10 ⁻⁶	4–4,8 . 10 ⁻⁶
Otěruvzdornost dle ČSN 72 1028	mm				-	0,13	-	-
Elektrická pevnost	kV.mm ⁻¹	-	min. 24	min. 17	-	min. 25	-	-
Objemový odpor při teplotě	200 °C 600 °C	Ω . cm Ω . cm	min. 5 . 10 ⁹ min. 10 ⁵	min. 10 ⁹ min. 10 ⁵	min. 10 ¹² min. 10 ⁸	-	min. 10 ¹² min. 10 ⁸	-

7.5 Bazické žároměriály



- Základ: MgO-CaO (slinky).
- hutnictví, výroba cementu, vápna.



7.5.1 Magnezit

- nad 80 % MgO (zbytek Fe_2O_3 , CaO, SiO_2 a Al_2O_3)
- suroviny: MgCO_3 , MgO z mořské vody a $\text{MgCl}_2 \rightarrow$ slinek (1500 – 1750 °C)
- Pálené a nepálené tvarovky (pojivo: voda a chemická vazba)
- vysoká únosnost v žáru (1600°C až 1670 °C), velká odolnost proti působení zásaditých strusek, malá odolnost vůči změnám teplot
- Chrommagnezit - vyšší odolnost proti změnám teplot, rozměrová stálost do 1800 °C (magnezit dosmršťuje) a vyšší pevnost za vysokých teplot

magnezit	Chemická analýza				objemová hmotnost [kg.m ⁻³]	zdánlivá pórovitost [%]	pevnost v tlaku [MPa]	únosnost v žáru [°C]
	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO				
	[%]	[%]	[%]	[%]				
pálený	0,5 - 0,7	2-3	0,5-1	80-95	2800-3000	4-6	40-80	1650- 1690
chem. vazba	0,4 - 0,6	2-3	8-9	86-90	2800-2900	–	35-40	–

7.6 Zvláštní žáromateriály



7.6.1 Uhlíkové žáromateriály

- **Grafito-šamot** (hlinito-uhlíkové výrobky): tuha (grafit - teplota tání 3800 °C v množství 20 - 50 %) + žárovzdorný jííl případně šamotové ostřivo.
- Výpal v redukční atmosféře
- Výhoda: vysoká tepelná vodivost ($\lambda=5-80$), lepší OZT, odolnost proti korozi
- Kelímky, zátky
- Tavení slitin neželezných kovů



<i>Vlastnost</i>	<i>Garanční hodnota</i>	<i>Zkouší se dle</i>
Žárovzdornost	min. 1560°C	ČSN EN 993-12
Obsah Al ₂ O ₃	min. 30 %	ČSN EN 955-2
Obsah C	min. 40 %	Pracovní postup MKZ*
Objemová hmotnost	min. 1600 kg/m ³	ČSN EN 993-1
<i>Vlastnost</i>	<i>Informativní hodnota</i>	<i>Zkouší se dle</i>
Zdánlivá pórovitost	32 %	ČSN EN 993-1

7.6.2 Siliciumkarbid SiC

- reakce křemenný písek + uhlík (jemně mletý koks nebo antracit) v elektrické odporové peci (2200 - 2400 °C)
- $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$
- Pálicí pomůcky, topné články, brusný materiál

7.6.3 Zirkoničité žáromateriály

- ZrO_2 – odolnost vůči zásaditým struskám, horší odolnost vůči náhlým změnám teploty
- Kontinuální lití oceli, kelímky pro tavení kovů, topné články (el. vodivý)
- Zirkonsilikát – ZrSiO_4 : lepší OZT, nižší únosnost v žáru, odolnost vůči boritokřemičitým taveninám \Rightarrow sklářství