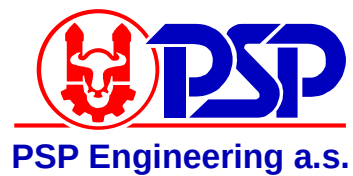


Dvoušachtová pec FINELIME MAERZ ve vápence DOLVAP s.r.o Varín

Zpracoval : Ing. Vladimír Hájek
Přednášející : **Ing. Vladimír Hájek**





Úvod

- n Výstavba nové pece ve vápence DOLVAP měla zajímavou historii. Již v roce 1996 se na naši firmu obrátili majitelé vápenky DOLVAP se žádostí o zpracování studie rozvoje vápenky. V té době se vápno ve vápence DOLVAP pálilo ve dvou starých jednošachtových pecích „Müller“ maďarské produkce, jako palivo se používal koks.
- n Hlavní požadavkem na modernizaci vápenky byla výstavba nové moderní šachtové pece, která nejvíce vyhovovala požadavkům na požadovanou kvalitu vápna a nízkou spotřebu tepla. Jako nejvhodnější řešení se nakonec vybrala pec FINELIME MAERZ s výkonem do 400 t/d.
- n V roce 1998 byl podepsán kontrakt na generální dodávku kompletní pecní linky s pecí FINELIME MAERZ a po oboustranné dohodě ještě před vstupem kontraktu v platnost byly zahájeny první stavební práce na základu pece. Investor ale nakonec z důvodu velkého zhoršení kurzu slovenské koruny k dolaru odstoupil od kontraktu a přerušil práce na neurčitou dobu.
- n V roce 2004 jsme byli znovu vyzváni k podání nové nabídky a byla podepsána nová smlouva na dodávku pece FINELIME MAERZ.



Základní data výstavby

n	Podpis smlouvy	: 25.06.2004
n	Zahájení předmontáže spodku pece	: 01.10.2004
n	Zahájení montáže	: 15.10.2004
n	Zahájení montáže vyzdívek	: 04.04.2005
n	První plnění pece materiálem	: 04.07.2005
n	Zapálení nahřívacího hořáku pece	: 19.07.2005
n	Zapálení hlavních hořáků	: 23.07.2005
n	Zahájení garančních zkoušek	: 30.07.2005
n	Ukončení garančních zkoušek	: 02.08.2005
n	Předání díla do trvalého užívání	: 04.08.2005
n	Celková doba výstavby	: 12 měsíců
n	Záruka za dílo	: 24 měsíců



Členění stavby

Technologické provozní soubory :

- n PS 01 - Skladování, třídění a doprava suroviny
- n PS 02 - Šachtová pec (OK pece, vyzdívky, hydraulika, plynové hospodářství)
- n PS 03 - Odprašování šachtové pece
- n PS 04 - Dmychadlovna
- n PS 06 - Doprava, třídění a skladování vápna
- n PS 09 – Kompresorovna

Elektrozařízení :

- n Silnoprúd
- n Měření a řízení
- n Trafostanice
- n Náhradní zdroj



Vstupní surovina

Tříděný dolomitický vápenec :

- n Zrnitost vstupní suroviny : - 15÷40 mm (15÷27 mm, 27÷40) mm
- 40÷80 mm
- n podsítné u zrnitosti 15÷27 mm max.3%, u ostatních frakcí max.5%
- n množství nadsítné frakce max. 8 %

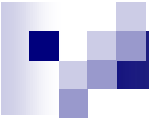
Chemické složení

- | | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| n | CaCO ₃ | 83,33% |
| n | MgCO ₃ | 15,29%, ale maximálně až 17% |
| n | SiO ₂ | 1,06%, ale maximálně až 1,5% |
| n | Al ₂ O ₃ | 0,25%, ale maximálně až 0,5% |
| n | Ztráta žíháním | 44,82% |
| n | Vlhkost | : max. 5% |
| n | Sypná hmotnost | : 1,6 ÷ 1,7 t/m ³ |



Výstupní produkt

- n Při správném technologickém postupu pálení a vhodné surovině nebo lepší je výstupním produktem z šachtové pece FINELIME vypálené dolomitické vápno následujících parametrů :
- n Zbytkový obsah CO₂ max. 2 %
- n Reaktivita vápna :
 - pro zrnitost vápence 15÷40 mm
 - více než 290 ml 4nHCl / 10 minut
 - více než 200 ml 4nHCl / 2 minuty
 - pro zrnitost vápence 40÷80 mm
 - více než 300 ml 4nHCl / 10 minut
 - více než 210 ml 4nHCl / 2 minuty



Výkonové a technologické parametry linky

- n V šachtové peci FINELIME se může pálit vápenec o velmi rozdílném rozsahu zrnění. Tím má také široký rozsah možných výkonů, přičemž na ostatní parametry pece má zrnitost vstupního materiálu minimální vliv.

- n **Zrnitost vápence 15 ÷ 40 mm**

Výkon	: 260 t/d dolomitického vápna
Měrná spotřeba tepla	: méně než 820 kcal + 5%
Měrná spotřeba elektr. energie	: pod 30 kWh / t vápna

- n **Zrnitosti vápence 40 ÷ 80 mm**

Výkon	: 380 t/d dolomitického vápna
Měrná spotřeba tepla	: méně než 830 kcal + 5%
Měrná spotřeba elektr. energie	: pod 30 kWh / t vápna

- n **Zrnitost vápence střídavě 15 ÷ 40 mm a 40 ÷ 80 mm - tzv. sendvič systém**

Výkon	: 350 t/d dolomitického vápna
Měrná spotřeba tepla	: méně než 820 kcal + 5%
Měrná spotřeba elektr. energie	: pod 30 kWh / t vápna



Skladování, třídění a doprava suroviny na pec

- n FINELIME - výpal frakce $15\div 40$ mm,
nutné rozdělení na dvě frakce $15\div 27$ a $27\div 40$ mm
- n Sendvičový způsob zavážení - střídavě frakce $15\div 40$ mm a $40\div 80$ mm
- n Výpal frakce $40\div 80$ mm – oba zásobníky stejná frakce vápence
- n Skipový výtah
- n Zásobník nad šachtami pece
- n Reverzační pasový dopravník
- n Zavážecí zařízení do šachet pece - rotační zásobník – otočný uzávěr

PRŮBĚH VÝSTAVBY ZAHÁJENÍ STAVBY - ZÁKLAD PECE



PRŮBĚH VÝSTAVBY

SPODNÍ ČÁST PECE



VÝSYPKA VÁPNA





PRŮBĚH VÝSTAVBY

NOSNÝ RÁM VYHRABOVACÍCH STOLŮ

VYHRABOVACÍ STOLY





PRŮBĚH VÝSTAVBY

SPODNÍ ČÁST ŠACHTY



KŘÍŽ



PRŮBĚH VÝSTAVBY

SPODNÍ DÍL ŠACHTY, PLOŠINY



PRŮBĚH VÝSTAVBY

STŘEDNÍ A HORNÍ DÍLY ŠACHET, PLOŠINY



Skladování, třídění a doprava suroviny na pec

- n Skladování vápence – dva samostatné zásobníky
- n Odtřídění podsítné frakce

**ODBĚR VÁPENCE ZE ZÁSOBNÍKU
A ODTRÍDĚNÍ PODSÍTNÉ FRAKCE**



n Vážení suroviny před skipovým výtahem

OVLÁDÁNÍ VÝSYPNÉ KLAPKY
VÁŽÍCIHO ZÁSOBNÍKU



TENZOMETRICKÝ SNÍMAČ
VÁŽÍCIHO ZÁSOBNÍKU



n **Doprava vápence na pec – skipový výtah**

**SKIPOVÝ VÝTAH
OK DRÁHY**



**VYKLÁPĚCÍ MECHANISMUS
SKIPOVÉHO VÝTAHU**





VÝTAHOVÝ STROJ VYPÍNAČE NAPNUTÍ LANA

HORNÍ KONCOVÉ VYPÍNAČE SKIPOVÉHO VÝTAHU



- n Odtah vápence ze zásobníku nad šachtami
- n Reverzační pasový dopravník

**ODTAH VÁPENCE NA
REVERZAČNÍ DOPRAVNÍK**





ZVEDACÍ MECHANISMUS ROTAČNÍHO ZÁSOBNÍKU



ZVEDACÍ A OTOČNÝ MECHANISMUS UZÁVĚRU ŠACHTY





Šachtová pec FINELIME

- n Průřez šachet 2 x 9,6 m²
- n Princip výpalu stejný jako klasické peci MAERZ
- n Jiný způsob zavážení materiálu do šachet pece.
- n Dvě frakce 15÷27 a 27÷40 mm
- n Hrubší frakce do středu šachty, drobnější frakce na obvod šachty
- n Usměrnění zajišťuje vestavěný komolý kuželový rozdělovač v horní části pece s uzávěrem ovládaným hydraulickým válcem.
- n Speciální zavážecí zařízení - kruhová rotační zavážecí nádoba.
- n 33 ks hořákových tyčí v každé šachtě - rovnoměrné rozdělení paliva
- n Proces zavezení šachty
 - otevřením uzávěru šachty pomocí hydraulických válců
 - vysypání materiálu
- n Druh zavážení
 - klasicky během přestavby pece
 - během pálení (1x, 2x a nebo 3x během pálící periody)



- n Šachtová pec Maerz – dvě svislé kruhové šachty propojené kanálem, kterým proudí horké plyny z jedné šachty do druhé.
- n Mechanicko elektronická měřící sonda hladiny materiálu - řídí rychlost výhrabu vápna z pece.
- n Pálící šachta - proudí do ní přes hořákové tyče palivo a současně je do horní části šachty nad materiál dopravován spalovací vzduch.
- n Hoření paliva a kalcinace vápence - vznikají horké plyny, které postupují šachtou dolů
- n Předehřívací šachta – přestup tepla z horkých spalin do materiálu
- n Chlazení konců hořákových tyčí - v pálící šachtě zemní plyn, v předehřívací šachtě chladicí vzduch
- n Výhrab ochlazeného vápna z šachet - čtyři vynášecí stoly poháněné hydraulickými válci
- n Odtah ochlazených spalin – hadicový filtr + ventilátor
- n Potřebné množství spalovacího a chladicího vzduchu do šachet je dodáváno dmychadly, rovněž tak jako chladicí vzduch do hořákových tyčí. Po stanovené době (cca 12 min.) se funkce šachet otočí.

VÝHRAB VÁPNA Z ŠACHTY MĚŘENÍ TEPLoty VÁPNA



MĚŘENÍ HLADINY MATERIÁLU V ŠACHTĚ



PŘÍVOD PLYNU A CHLADÍCÍHO VZDUCHU DO HOŘÁKOVÝCH TYČÍ





- n Cyklus pece - pálící doba + doby přestavby
 - n Pálící doba - doba dodávky paliva + čas pro dohoření paliva
 - n Přestavba - otočení funkce šachet po ukončení cyklu
-
- Odtlakování pece
 - Vysypání materiálu do šachty
 - Přestavení cesty spalovacího vzduchu a výstupních spalin
 - Přestavení cesty zemního plynu a chladícího vzduchu hořáků
 - Vysypání vápna do zásobníku pod pecí
-
- n Měření teploty výpalu - barevný optický pyrometr
 - n Měření teploty ochlazeného vápna – odporový teploměr nad každým vyhrabovacím stolem.
 - n Měření teploty odtahovaných spalin z pece - v potrubí za každou šachtou pece.

PLYNOVÁ ŘADA



KLAPKA FILTR / KOMÍN



**OPTICKÝ PYROMETR
VZDUCHOVÁ DĚLA**



**VÝSYPNÁ KLAPKA VÁPNA
ODLEHČOVACÍ KLAPKA CHLAD. VZDUCHU**



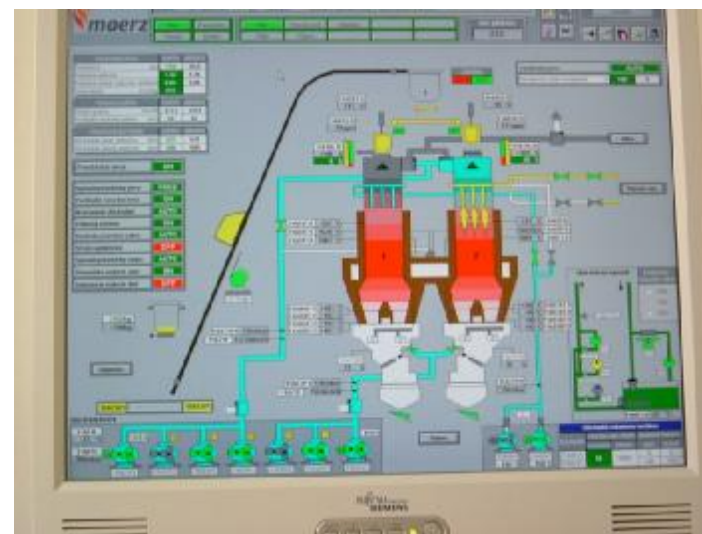
Ovládání veškerých hybných částí pece zajišťuje hydraulické zařízení, sestávající z hydraulického agregátu, hydraulických válců, ohebných tlakových propojovacích hadic, rozváděcích skříní a potrubního rozvodu od agregátu ke skříním a ze skříní k jednotlivým hydraulickým válcům.



**HYDRAULICKÉ SKŘÍNĚ SE
SOLENOIDOVÝMI VENTILY
A ROZVOD OLEJE**

OVLÁDÁNÍ PECE

- n Ovládání, výpočty hodnot a řízení pece i pomocného zařízení (zavážení vápence do pece, filtr, ventilátor, dmychadla) provádí automaticky řídicí systém pece.
- n Operátor zadává do systému řízení pouze základní vstupní údaje, t.j. požadovaný výkon, výhřevnost, přebytek pálícího vzduchu, množství chladícího vzduchu na 1 kg vápna, volí způsob zavážení pece atd.
- n Vzduch je do pece dodáván automaticky, řídicí systém si sám podle spočítaného množství vzduchu zvolí potřebný počet dmychadel, vždy jsou však v chodu dmychadla spalovacího a chladícího vzduchu s řízením otáček.
- n Operátor může ovlivnit v systému řízení pořadí startu dmychadel, čímž může zajistit, aby dmychadla provozovala postupně všechna přibližně stejný čas.
- n Řídicí systém počítá průběžně i množství zemního plynu v závislosti na zadané výhřevnosti a zvolené specifické spotřebě tepla na výpal. Sám také provádí korekci dodávaného paliva do pece podle skutečně dodaného paliva v předchozí pálící periodě.
- n Celá linka rozdělena do sekcí, které lze provozovat v modu manual nebo auto.





Topné zařízení

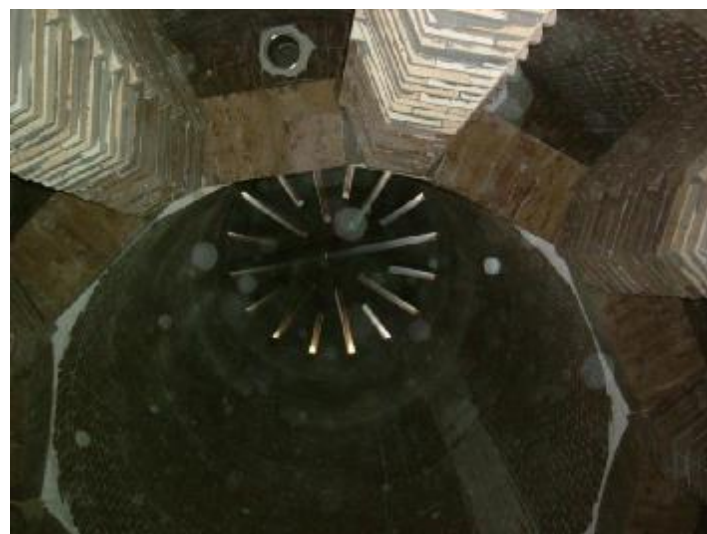
- n Dávkování zemního plynu do hořákových tyčí
- n Měření průtoku
- n Nahřívací hořák – umístěn ve stropu kanálu, vč. hlídače plamene
- n Vyzdívka v peci
 - teploty výpalu vápna cca 1050°C
 - tři pásma : předehřívací, pálící, chladící

Vzduchová děla

- n 4 ks – instalovány na obou stranách kanálu
- n Brání postupnému nalepování prachu v exponovaných místech spojovacího kanálu
- n Prodlužují interval nutné odstávky pro čištění kanálů
- n Vybavena dálkovým měřením tlaku
- n Odpálení děl
 - podle nastavitelného časového schema v systému řízení pece tak
 - v chodu vždy jen děla po směru spalin v kanále, t.j. vždy děla bližší k pálící šachtě



VYZDÍVKA PECE



DMYCHADLOVNA

- n Dodávka dostatečného množství vzduchu pro spálení paliva, ochlazení vyrobeného vápna a chlazení hořákových tyčí.
- n Všechna dmychadla poháněna přes řemeny se samonapínáním.





Druhy vzduchů a jejich spotřeba pro výkon pece 380 t/d:

Spalovací vzduch :

Teor. množství spalovacího vzduchu : 1,080 Nm³/kg vápna
Teor. množství vzduchu celkem : 17 100 Nm³/h
Projektovaná hodnota : 26 000 Nm³/h
Navrženy 4 ks dmychadlových agregátů :
3ks bez regulace otáček, výkon 6 754 m³/h při přetlaku 400 mbar
1 ks s regulací otáček, výkon 478 ÷ 7 736 m³/h při přetlaku 400 mbar
Max. výkon dmychadel : 28 000 m³/h vzduchu při teplotě na sání 20°C

Chladicí vzduch vápna :

Teoretické množství chladicího vzduchu : 0,620 Nm³/kg vápna
Teoretické množství vzduchu celkem : 9 816 Nm³/h
Projektováno : 16 600 Nm³/h
Navrženy 3 ks dmychadlových agregátů :
2ks bez regulace otáček, výkon 5 884 m³/h při přetlaku 350 mbar
1 ks s regulací otáček, výkon 432 ÷ 6 324 m³/h při přetlaku 350 mbar
Max. výkon dmychadel : 18 000 m³/h vzduchu při teplotě na sání 20°C

Chladicí vzduch hořákových tyčí :

Již uvažováno s případným topením práškovým uhlím, kdy je větší spotřeba vzduchu pro chlazení hořáků
Potřebné množství chladicího vzduchu zemní plyn/uhlí : cca 1 800 / 4200 Nm³/h
2 ks dmychadlových agregátů, každý s regulací otáček : výkon 823 ÷ 4 597 m³/h při přetlaku 700 mbar



ODPRÁŠENÍ ŠACHTOVÉ PECE

MNOŽSTVÍ A SLOŽENÍ SPALIN

	Zemní plyn		
Rozměr zrna páleného vápence [mm]	15 ÷ 40	40 ÷ 80	15÷40 + 40 ÷ 80
Max. výkon pece [t/d]	260	380	320
Množství spalin [m _N ³ /h]	27 500	40 000	34 000
Množství spalin při max. teplotě [m ³ /h]	40 000	63 000	50 000
Teplota spalin minimální[°C]	45	70	60
Teplota spalin maximální [°C]	95	130	120
Palivo	< 10		
Obsah prachu za filtrem - úlet [mg/m _N ³]	< 20		
Obsah SO ₂ ve spalinách [ppm]	< 20		
Specifická hmotnost spalin [kg/m _N ³]	1,38		
Složení spalin odcházejících z pece [%]			
CO ₂	21		
H ₂ O	9		
O ₂	8		
N ₂	62		

Odprašovací zařízení :

- n Filtr i ventilátor jsou dimenzovány i pro případné vytápění pece práškovým uhlím
- n Prach odloučený ze spalin je vrácen zpět do vápna vyrobeného v šachtové peci.

- n Parametry :
 - Hadicový filtr : 77 000 m³/h při teplotě 170°C
 - Ventilátor : 82 000 m³/h

 - Úlet za filtrem : max. 20 mg/Nm³
: skutečnost do 5 mg/Nm³





Kompresorovna

Navržené zařízení pro výrobu stlačeného vzduchu pokrývá spotřebu stlačeného vzduchu celé nové stavby :

n	PS 02 - Šachtová pec (ofuk optiky pyrometru, děla, ovládání)	35,0 m ³ /h
n	PS 03 - Odprašování šachtové pece (filtr Scheuch)	70,5 m ³ /h
n	PS 06 - Doprava vápna (filtry Enven)	32,0 m ³ /h

n	Spotřeba tlakového vzduchu celkem	137,5 m ³ /h při tlaku 0,6 Mpa
---	-----------------------------------	---

n Navržené kompresory : 2 ks Atlas Copco, každý o výkonu 178 Nm³/h a tlaku 8 bar

n Způsob odloučení vody : adsorpční sušič

KONEC STAVBY – HOTOVÉ DÍLO





Závěr

- n Hlavní výstavba celé pecní linky započala prakticky v zimním období na rozhraní roku 2004/2005 za velmi nepříznivých klimatických podmínek (nízké teploty, vánice, velké množství sněhu). To způsobilo montážním organizacím velké problémy a skluzy v montáži, které se pak musely dohánět. Za těchto těžkých klimatických podmínek byla montována celá hlavní část pece (výhrab + šachty). Totéž platí i o začátku montáže vyzdívek, který se musel z důvodů nízkých teplot posunout. V letním období se pak objevily problémy s výskytem CO ze stávajících pecí Müller, což také způsobovalo nečekané výpadky montáže.
- n Montáž probíhala v prostorově stísněných podmínkách. Hlavně montáž OK dráhy skipového výtahu byla komplikovaná, neboť musela proběhnout až po dokončení výstavby OK pece jeřábem z druhé strany přes objekt dmychadlovny a již namontovaný filtr Scheuch.
- n I přes všechny tyto těžkosti bylo dílo předáno uživateli k provozu dle uzavřené smlouvy a jak ukázal dosavadní provoz i ve velmi dobré kvalitě.