



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR



ODBORNÉ UČILIŠTĚ A PRAKTICKÁ ŠKOLA, LIPOVÁ – LÁZNĚ

STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE

1.ročník oboru Zámečnické práce ve stavebnictví
Technické železo

Bc. Libor Bartoš

Lipová – lázně 2007

Organizátorem projektu je IPPP ČR

Novoborská 372, Praha 9; T: 283 882 296; www.projektpropos.cz; info@projektpropos.cz

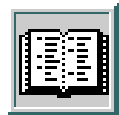
1 Přehled doprovodných značek



klíčová slova



čas potřebný k prostudování



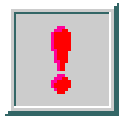
nová látka, teorie



cíl kapitoly



otázky k opakování, kontrolní úkoly



důležitá upozornění

2 Pojmy strojírenské technologie – úvod do předmětu

- **Čisté železo** – je měkký, tvárný a málo pevný kov. V praxi je čisté železo nepoužitelné
- **Technické železo** – jsou to všechny slitiny železa
- **Ocel** – slitina železa s uhlíkem, kde uhlíku je maximálně 2%
- **Litina** - slitina železa s uhlíkem, kde uhlíku je 3 až 4%
- **Kujnost** - kujný materiál se dá tvarovat bez porušení
- **Nekujné** – nekujný materiál se nedá tvarovat. Při pokusu o tváření praská.
- **Pevnost** – mechanická vlastnost materiálu. Pevný materiál snáší velké namáhání aniž by se porušila jeho struktura
- **Pružnost** - mechanická vlastnost materiálu. Pružný materiál se po ohnutí může vrátit do původního tvaru.
- **Kokila** – velká litinová forma pro odlévání oceli do ingotů
- **Ingot** – kvádr vyrobené oceli
- **Kuplovna** – pec na výrobu litiny
- **Legující prvky** – prvky (Mn, Si, Cr, Mo, Ni, atd.), které se přidávají do ocelí nebo litin pro zlepšení vlastností (větší pevnost apod.)
- **Nežádoucí prvky** – je to hlavně fosfor a síra, které zůstávají ve vyrobené oceli a zhoršují její vlastnosti.
- **Koroze** – je to narušování kovů působením různých vlivů.
- **Vsázka** – směs železné rudy, koksu vápence, ze které se vyrábí ve vysoké peci surové železo
- **Struska** – vápenec + nečistoty ze železné rudy. Vzniká při výrobě surového železa
- **Kychta** – horní část vysoké pece
- **Nístěj** – spodní část vysoké pece
- **Konvertor** – zařízení pro výrobu oceli
- **Oxidace (zkujňování)** – princip výroby oceli. Spalování přebytečného uhlíku pomocí kyslíku
- **Dezoxidace** – zbavování oceli přebytečného kyslíku pomocí hliníku.
- **Mez pevnosti** – je to hranice, při níž se materiál poruší a praská
- **Mez kluzu** – je to hranice, při níž ještě materiál nepraská ale začíná se podstatně deformovat.

3 Rozdělení technických materiálů



Čisté železo, ocel, litina, kovy, nekovy, prvek



Cílem této kapitoly je dosáhnout toho abych dokázal rozlišit technické materiály, zejména technické železo z hlediska jejich základních vlastností, které jsou důležité v praktickém použití



2 vyučovací hodiny + 4 hodiny domácí přípravy



3.1 Technické materiály

Nekovové materiály – materiály neobsahující žádný kov

Neželezné kovy – kovy, které neobsahují železo (Fe)

Technické železo – kovy, které obsahují železo (Fe)

- kujné - ocel
(**FE** +max.2%**C**)
- slitinová
- uhlíková

- litina
(**FE** + od 2 do 4%**C**)
- temperovaná
- tvárná

-nekujné - surové železo
(**FE** + 5%**C**)

- litina - šedá
(**FE** + od 2 do 4%**C**) - bílá

3.2 Mendělejevova periodická tabulka prvků

1																	18	
1	H 1																	He 2
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
3	Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uus 117	Uuq 118

6	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
7	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103

3.3 Základní kovy používané ve strojírenství

Název kovu	Značka	Latinsky
Železo	Fe	Ferrum
Měď	Cu	Cuprum
Hliník	Al	Aluminium
Zinek	Zn	Zincum
Hořčík	Mg	Magnesium
Titan	Ti	Titanium
Mangan	Mn	Manganum
Nikl	Ni	Niccolum
Olovo	Pb	Plumbum
Cín	Sn	Stannum
Chrom	Cr	Chromium
Wolfram	W	Wolframium

3.4 Další prvky důležité ve strojírenství

Název prvku	Značka	Latinsky
Uhlík	C	Carboneum
Dusík	N	Nitrogenium
Vodík	H	Hydrogenium
Fosfor	F	Phosphorum
Síra	S	Sulfur
Kyslík	O	Oxygenium



Kov jako čistý prvek se v praxi používá vyjimečně – většinou se používá slitin dvou nebo více kovů – nebo spojení kovu s nekovem (**Ocel = Fe + C**)!!!!!!



1. Jak rozdělujeme technické materiály?
2. Jaké znáš základní kovy používané ve strojírenství?
3. Které technické železo patří mezi kujné a které mezi nekujné kovy?
4. Vysvětli co je železný kov

3.5 Rozdělení materiálů podle použití

Příklady použití kovových materiálů	Hlavní skupina	Podskupiny	Materiál	Výrobky	
kovové materiály	čisté kovy	lehké kovy	litinik	elektrické vodiče, baterie folie, součásti přístrojů	
			berylitum	detektory neutronů, monocromátory, ausirtrifénster	
		těžké kovy	zlato	šperky, vodiče a kontakty, mikroelektronika	
			měď	vodiče, výměníky tepla, kompenzátory	
	slitiny ková	neželezné slitiny	nikl	nádrže, desky akumulátorů, plátování	
			platina	šperky, laboratorní přístroje, katalyzátory	
			wolfram	topné spirály, elektrody, kontakty	
		slitiny ková	slitiny ková	slitiny Al	písty, součásti vozidel, kola vozidel
				slitiny Cu	armatury, kovové výrobky, kování
				slitiny Ni	nástroje, lopatky plynových turbin, magnety
slitiny ková	slitiny ková	slitiny Mg	bloky motorů, skříně převodovek, části krytů		
		slitiny Pb	desky akumulátorů, pláště kabelů		
		slitiny Ti	šrouby, nádrže, kola turbin, těsnící listy		
slitiny ková	slitiny ková	stavební oceli	nosníky, podpěry, armovací díly		
		konstrukční oceli	hřídele, svorníky, součásti strojů a přístrojů, díly pohonů		
		ušlechtilé oceli	matrice, osy, čepy		
slitiny ková	slitiny ková	nástrojové	rotací a rovinná dláta, frézy, vrtáky		
		ložiskové	kuličková, válečková a jehlová ložiska		
		kovové oceli	rošty, kotlové trubky, kotle		
slitiny ková	slitiny ková	korozivzdorné oceli	šrouby, lopatky parních turbin, přibory		
		litá ocel	tiskové nádrže, skříně turbin, rotory		
		litina s lupin. grafitem	brzdové bubny, díly obráběcích strojů, písmní kroužky		
slitiny ková	slitiny ková	litina s kulič. grafitem	hlavy válců, klikové hřídele, ozubená kola		

4 Vlastnosti technických materiálů



hustota, vodivost, magnet, koroze, žár, pevnost, pružnost, tah, tlak, ohyb, stříh.



Cílem této kapitoly je abych pochopil základní vlastnosti a chování materiálů za určitých situací. Na základě tohoto pochopení si dokážu vysvětlit chování materiálů při jeho zpracování



4 vyučovací hodiny + 8 hodin domácí přípravy



4.1 Fyzikální vlastnosti

- **Hustota** ρ – je dána poměrem hmotnosti a objemu kovu při určité teplotě a udává se v kg.m^{-3} .

$$\rho = m / V \quad [\text{kg.m}^{-3}]$$

Její velikost závisí na atomové stavbě kovů. Bývá v širokém rozmezí a často jsou kovy tříděny na lehké a těžké. Z běžně používaných kovů je nejlehčí hořčík ($1,74 \text{ kg.m}^{-3}$) a nejtěžší iridium ($22,5 \text{ kg.m}^{-3}$).

- **Teplota tání a tuhnutí** – je teplota, při níž kov mění své skupenství. Udává se ve $^{\circ}\text{C}$. Znalost této teploty je důležitá pro slévárnictví, pokovování, svařování, apod. Při odlévání musíme znát **teplotu tavení**, která je asi o 200°C vyšší, než je teplota tání dané slitiny. Touto zvýšenou teplotou chceme dosáhnout u různých slitin stejného přehřátí. Důležitá je **teplota lití**, která bývá asi 50 až 100°C nad teplotou tání.
- **Délková a objemová roztažnost** – je prodloužení délky nebo zvětšení objemu vlivem zvýšení teploty kovu. Při odlévání nebo spékání musíme počítat s opačnou vlastností, která se nazývá **smršťivost**.
- **Tepelná vodivost** λ [W/K] – je množství tepla, které při ustáleném stavu projde za jednotku času mezi dvěma protilehlými stěnami krychle o délce hrany 1 m , je-li rozdíl teplot mezi těmito stěnami 1 K . Nejlepším vodičem tepla je stříbro. U ostatních kovů tuto vlastnost zjišťujeme porovnáním se stříbrem a udáváme ji v $\%$. Nekovové materiály mají tepelnou vodivost 10 až 100 krát nižší než kovové materiály.
- **Elektrická vodivost** G [S] – je schopnost vést elektrický proud. Podle vodivosti dělíme materiály na vodiče a nevodiče čili izolanty. Mezi nimi je skupina materiálů se zvláštními vlastnostmi, kterým říkáme polovodiče (např. selen, germanium, křemík apod.). Elektrickou vodivost posuzujeme podle měrného elektrického odporu.
Supravodivost je vlastnost některých kovů, u kterých se při velmi nízké teplotě (blízké absolutní nule -273°C) skokem sníží elektrický odpor téměř na nulu.
- **Magnetické vlastnosti** – jsou určeny chováním kovu v magnetickém poli. Vyjadřují se pomocí hodnot permeability μ . Podle jejích hodnot se látky dělí na:

Diamagnetické – $\mu < 1$ (např. vodík, měď, cín, olovo apod.)
Paramagnetické – $\mu > 1$ (např. kyslík, hliník, platina apod.)
Feromagnetické – $\mu \gg 1$ (např. železo, nikl, kobalt apod.)

Feromagnetické materiály dále dělíme na :

Materiály magneticky měkké (snadno se zmagnetují, ale nejsou schopny podržet si toto zmagnetování po zániku magnetického pole).

Materiály magneticky tvrdé (obtížně se zmagnetují, ale zmagnetování si podrží i po zániku magnetického pole).

4.2 Chemické vlastnosti

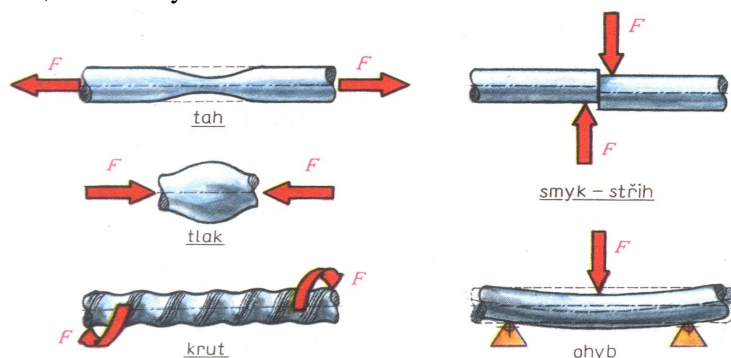
- **Odolnost proti korozi** – koroze je chemická nebo elektrochemická reakce převážně na povrchu kovu, který oxiduje. Oxidace (okysličování) je obecně každá reakce, při které ztrácí kov elektrony. V případě korozního rozrušení vzniká nová fáze – korozní zplodiny (rez).

- **Žárovzdornost** – je to schopnost materiálu odolávat opalu. Výrobek nebo součást, která je žárovzdorná, je schopna delší dobu odolávat vysokým teplotám (nad 600°C). Jsou to např. kotle, rošty, trubky, apod. Žárovzdornosti se dosáhne tím, že se do slitin kovů přidají prvky jako hliník, chrom, křemík.

- **Žáropevnost** – tuto vlastnost mají součásti, které dlouhodobě přenášejí větší namáhání při vysokých teplotách, např. ventily spalovacích motorů, lopatky parních turbin, součásti turbín tryskových motorů, apod.

4.3 Mechanické vlastnosti

Materiály jsou při zpracování i při používání vystaveny různému namáhání jako je tah, tlak, krut, stříh a ohyb.



Tato jednotlivá namáhání obvykle nepůsobí samostatně, ale v různých kombinacích. Materiál je tedy vystaven složenému namáhání. Například materiál je namáhán současně tahem, ohybem i krutem. Aby mohl materiál odolávat těmto namáháním, musí mít určité vlastnosti jako:

- **Pevnost** – je schopnost zachovávat celistvost při působení vnějších sil
- **Tvrдость** – se definuje jako odpor, který klade materiál proti vnikání cizího tělesa. Zjišťuje se vtačováním zkušebního tělesa do zkoušeného materiálu a měřením hloubky nebo plochy vtisku
- **Tvárnost** – je schopnost měnit v tuhém stavu působením vnějších sil tvar bez jakéhokoliv porušení. Je to typická vlastnost většiny kovů
- **Pružnost** – za pružný materiál se považuje takový materiál, který se působením síly deformuje a po odstranění této vnější síly se vrátí do původního stavu. Materiál nepružný zůstane po odstranění síly deformován.
- **Houževnatost** – vyjadřuje míru plastických vlastností tělesa. Opakem houževnatosti je křehkost.

4.4 Technologické vlastnosti

Jsou to vlastnosti, které úzce souvisí se zpracováním materiálu na výrobek. Z hlediska praxe jsou velmi důležité.

- **Tvárnost** – je vlastnost, kterou musí mít materiál určený ke kování, válcování, lisování apod. Tvárný materiál si zachová tvar daný působením vnějších mechanických sil, a to i po jejich zániku
- **Svařitelnost** – je schopnost materiálu vytvořit ze dvou částí nerozebíratelný celek působením tavného, tlakového nebo jiného svařování. Obtížná svařitelnost se projevuje nečistým, málo pevným svarem nebo křehnutím materiálu okolo svaru.
- **Slévatelnost** – je to souhrn vlastností nutných k vytvoření dobrého odlitku. Takový materiál musí mít dobrou tekutost (tj. schopnost vyplňovat rychle celou formu), nesmí tvořit bubliny, musí se málo smršťovat, apod.
- **Obrobitelnost** – je označení pro chování materiálu při obrábění rezným nástrojem (soustružení, frézování, hoblování, vrtání, atd.). Obvykle závisí na tvrdosti a houževnatosti. Posuzujeme ji nejen podle mechanických vlastností, ale také podle snadnosti oddělování třísky, podle chování třísky k materiálu nástroje (ulpívání třísky na nástroji) a podle rezného odporu.
- **Odolnost proti opotřebení** – opotřebení je nežádoucí oddělování částíček materiálu, k němuž dochází na povrchu součástí strojů a součástí (otěr). Tento jev způsobuje stále ubývání materiálu a vynucuje si občasnou opravu nebo výměnu součástí.



1. Které vlastnosti patří mezi fyzikální? Vysvětli jejich podstatu.
2. Které vlastnosti patří mezi chemické? Vysvětli jejich podstatu.
3. Které vlastnosti patří mezi mechanické? Vysvětli jejich podstatu.
4. Které vlastnosti patří mezi technologické? Vysvětli jejich podstatu.
5. Jakými druhy namáhání může být namáhána strojní součást?

5 Technické železo



ruda, struskotvorná přísada, vsázka, vysoká pec, aglomerace, hlušina, Coowperův ohřívač, rozpor, sedlo, nístěj, kychta.



Cílem této kapitoly je, abych pochopil význam výroby surového železa. Abych znal a dokázal popsat základní technické zařízení i výrobní postupy, které se při této výrobě používají



5 vyučovacích hodin + 8 hodin domácí přípravy



5.1 Výroba surového železa –přehled

5.1.1 Železné rudy

Železná ruda je hornina, která obsahuje železo ve formě sloučenin, a to v oxidech, uhličitanech nebo křemičitanech. Největší naleziště jsou v Rusku, na Ukrajině, v Číně, USA, Francii, Švédsku, Velké Británii a Brazílii. V České republice se již dnes žádné železné rudy netěží a jsme plně závislí na jejich dovozu. Nejdůležitější rudy pro průmyslové zpracování jsou:

- **Magnetit** (magnetovec) – je nejbohatší železnou rudou; obsahuje 40 až 70% železa. Je silně magnetický, černý a velmi tvrdý, obtížně se redukuje.
- **Hematit** (krevet) – obsahuje 40 až 65% železa. Je to hnědočervená ruda, která se dobře redukuje.
- **Limonit** (hnědel) – vzniká zvětráváním lepších rud a tomu odpovídá i různý vzhled. Obsah železa je 20 až 60%, mnohdy obsahuje nežádoucí příměs arsenu.
- **Siderit** (ocetek) – obsahuje až 45% železa a značné množství manganu. Je světlolžlutý a po vypražení se dá snadno redukovat
- **Chamosit** (křemičitanová ruda) – je promíšena ocelkem a hnědelem a obsahuje až 35% železa a značné množství fosforu. Její redukce se usnadňuje pražením.

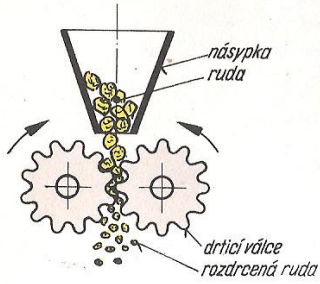
5.1.2 Příprava železné rudy

a) Drcení rudy

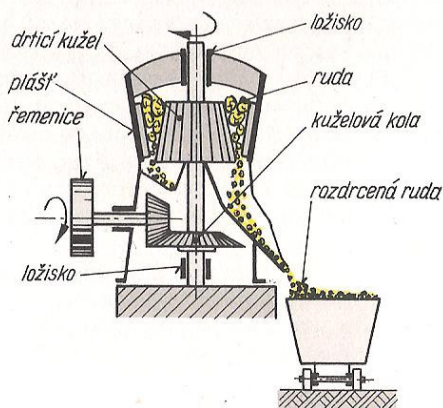
Po vytěžení je železná ruda ve velkých kusech proto se musí rozdrtit na menší kusy

Stroje pro drcení železné rudy:

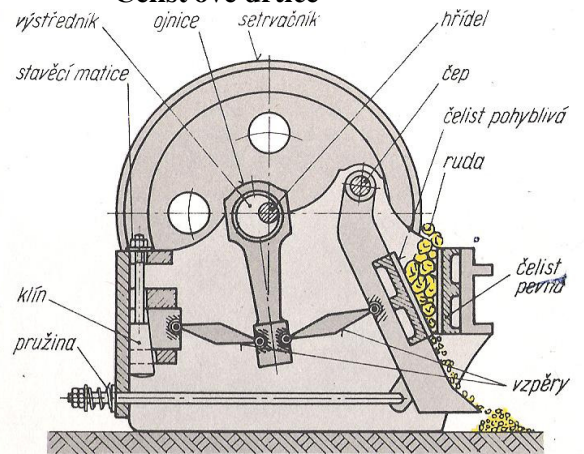
- **Válcové drtiče**



- **Kuželové drtiče**

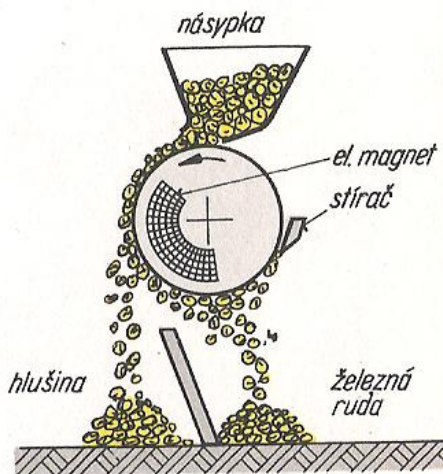


- **Čelistové drtiče**



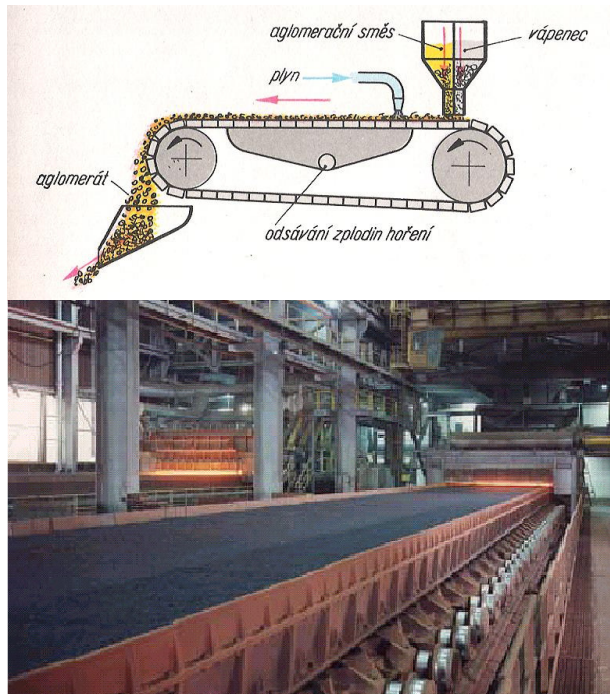
b) Třídění železné rudy

Železná ruda se musí vytřídit od hlušiny. Provádí se na magnetických třídících. Princip je takový, že materiál, který obsahuje železnou rudu se přichytí na magnet a hlušina (materiál, který železnou rudu neobsahuje) odpadá mimo.



c) Aglomerování – spékání železné rudy

Po drcení zůstává prachová železná ruda, která se musí zužítkovat. Aby se mohla použít pro výrobu surového železa ve vysoké peci musí se spékat. Smíchá se s palivem což je koksový prach a vápencem. Tato směs se nasype na aglomerační litinový pás kde se spéká pomocí plynových hořáků, které zapálí prachový koks ve směsi.



Obr.5.1 Aglomerační pás

5.1.3 Palivo pro vysokou pec

Účel paliva ve vysoké peci je následující:

- Dodává teplo potřebné pro hutní proces, tj. pro redukci rudy a tavení surového železa a přísad
- Dodává uhlík nebo oxid uhelnatý, nutný pro redukci železných rud
- Dodává vytavenému železu potřebný uhlík, aby mohlo vzniknout surové železo

Nejvhodnějším palivem je vysokopecní koks, kterým se dosahuje potřebných teplot. V zemích s levnou elektrickou energií se používá jako paliva elektrický proud v obloukových elektrických pecích, kde teplo vzniká obloukem vytvořeným mezi uhlíkovými elektrodami. Do těchto pecí se ovšem musí přidat určité množství koksu kvůli již zmíněnému uhlíku.

5.1.4 Struskotvorné přísady

Ve výrobním procesu mají struskotvorné přísady funkci čistící, tj. **přebírají z rudy a koksu nežádoucí látky**, které se pak usazují jako struska na povrchu roztaveného železa. Druh struskotvorných přísad pro vysokou pec se určuje podle složení a povahy železných

rud. Protože hlušiny u nás používaných železných rud jsou většinou kyselé, volíme struskotvorné přísady povahy zásadité. Nejčastěji je to **vápeneč** (uhličitan vápenatý CaCO_3).

Vzniklá **struska** má pro správný chod vysoké pece velký význam. Chrání surové železo, aby mělo žádané chemické složení a nebylo nadměrně nasycováno uhlíkem, a aby nebylo oxidováno vzduchem vhnáným do vysoké pece. Struska obaluje kapky, ve kterých stéká surové železo do nístěje. Tam se od železa odděluje a vzhledem k nižší hustotě vyplave na povrch. **Struska je tzv. vedlejším produktem**

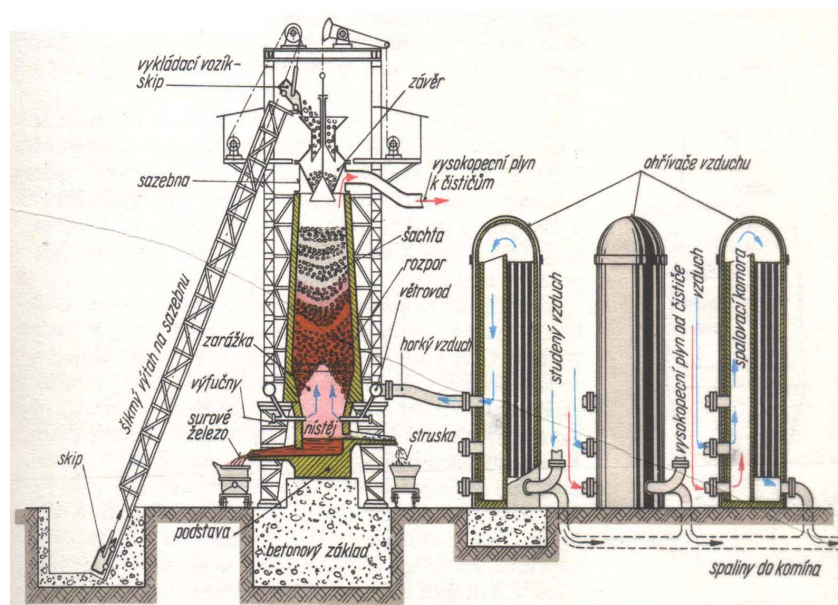
Použití strusky:

- k výrobě některých druhů cementů,
- cihel,
- dlažebních kostek,
- struskové vlny,
- pemzy apod.

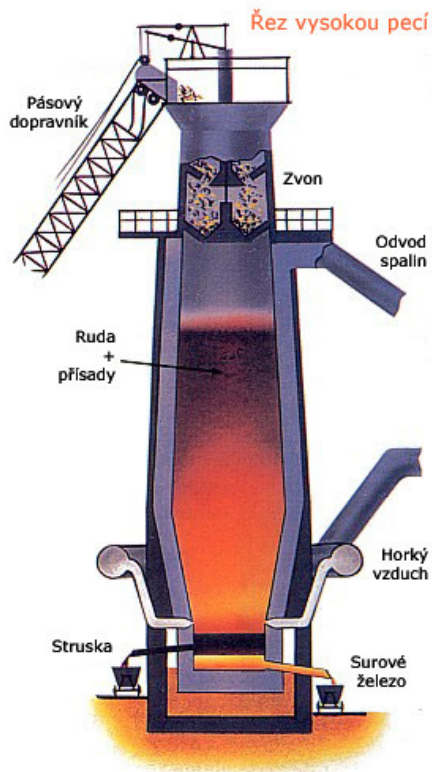
5.1.5 Vysoká pec

Základem současného hutnictví železa je výroba surového železa ve vysokých pecích. V nich se železná ruda redukuje koksem a získává se nahluhčené surové železo s obsahem uhlíku 4 až 5%. Vysoká pec je velkoobjemová šachtová pec, pracující nepřetržitě několik let – dnešní pece pracují do odstavení a opravy více než 12 let s výjimkou krátkých oprav nutných pro běžnou údržbu.

Pracovní prostor vysoké pece má tvar dvou komolých kuželů, postavených základnami na sebe a ukončenými válci. Suroviny (vsázka – ruda, koks, struskotvorné přísady, případně železný šrot) vstupují do vysoké pece shora válcovitou částí nazývanou sazebna, která je opatřena ocelovým kychtovým uzávěrem se dvěma zvony. Modernější pece jsou opatřeny otočnými sazebnami s otočným žlabem rozdělujícím sázený materiál rovnoměrně po obvodu pece. Pevná vsázka se pohybuje shora dolů a přitom se setkává se vznikajícím proudem horkého redukčního plynu. Na vrcholu pece, v kychtě, se vysokopecní plyn o zbytkové výhřevnosti shromažďuje a odvádí se k další úpravě. Produkty (tavenina železa a struska) se odpichují u dna pece (nístěj).



Obr. 5.2 Vysoká pec s příslušenstvím



Zóna předehřevu a sušení vsázky

Redukční zóna

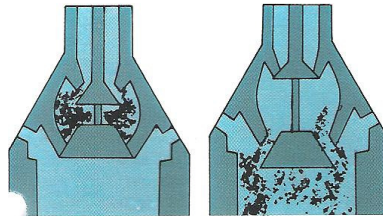
Nauhličující zóna

Zóna tavení

Obr.5.3 Zóny vysoké pece

Vysokou pec lze rozdělit na 6 teplotních zón :

- **Kychta:** V kychtě vysoké pece dochází k zavážení vsázky a odvádění vysokopecního plynu



- **Šachta:** V šachtě předává horký vysokopecní plyn své teplo pevné vsázce. Teplota vsázky vzrůstá proti teplotě okolí na cca 950 °C a oxidy železa se v této zóně částečně redukuje.
- **Rozpor** vysoké pece: Rozpor připojuje šachtu k sedlu vysoké pece. V této části roste teplota dále z 950 °C asi na 1250 °C. Nastává další redukce oxidů železa a začíná reakce s koksem.
- **Sedlo:** Reakce koksu pokračují v zóně sedla. Tvoří se tavenina železa a strusky.
- **Výfučny:** V této zóně se do pece zavádí proud horkého vzduchu pomocí řady výfučen (mezi 16 - 42). Výfučny jsou umístěny okolo horního obvodu nístěje a jsou propojeny velkou rourou (okružní větrovod) obtočenou okolo pece ve výšce sedla. Teplota tady může přestoupit 2000° C a oxidy se zcela zredukuje.

- **Nístěj:** Nístěj shromažďuje tekuté surové železo a strusku. Okolo nístěje jsou umístěny jeden až čtyři odpichové otvory, přičemž je jeden nebo dva v kteroukoliv dobu v provozu.

Šachta, rozpor, sedlo a pás výfucen mají typické chlazení vodou, nístěj se chladí vodou, olejem nebo vzduchem. Pec je vyzděna žáruvzdorným materiálem – šamotem a uhlíkovými bloky – (nístěj má tloušťku až 1,5 m).

Produkce surového železa se u vysokých pecí pohybuje asi od 0,5 Mt/rok u malých až do téměř 4 Mt/rok u velkých vysokých pecí.

5.1.6 Vzduch pro vysokou pec

Vzduch vháněný do vysoké pece dodává kyslík potřebný k hoření paliva. Na 1 tunu vyrobeného surového železa je potřeba průměrně 3 000 m³ vzduchu. Vzduch (vítr) se vhání do pece buď pístovými dmychadly, nebo turbodmychadly tlakem 0,08 až 0,2 MPa. Vzduch se před vpuštěním do vysoké pece ohřívá ve zděných Cowperových ohříváčích – cowperech (kauprech) působením vysokopecního plynu, který je dalším vedlejším produktem při výrobě surového železa.



Obr.5.4 Cowperovy ohříváče

5.1.7 Produkty vysoké pece

- Hlavní produkt – **surové železo** (Fe + asi 5% C) – vlivem velkého obsahu uhlíku je velmi křehké a tedy nepoužitelné. Slouží jako produkt k dalšímu zpracování – výrobě ocelí a litin
- Vedlejší produkty - **struska** – viz kapitola 4.1.4
 - **vysokopecní plyn** – vzniká při tavbě ve vysoké peci. Po vyčištění od prachu má ještě velkou výhřevnost a proto se používá k předehřívání vzduchu v Cowperech, k vytápění přidružených provozů, jako palivo v motorech, které pohánějí dmychadla nebo k výrobě elektrické energie



1. Jaké znáš druhy železných rud?
2. Jakým způsobem upravujeme železné rudy před výrobou surového železa?
3. Co je to aglomerace a jak se provádí?
4. Z čeho se skládá vsázka a jaký je účel jednotlivých komponentů?

Komponenty

účel

.....
.....
.....

5. Jaké jsou produkty vysoké pece a k čemu se využívají?

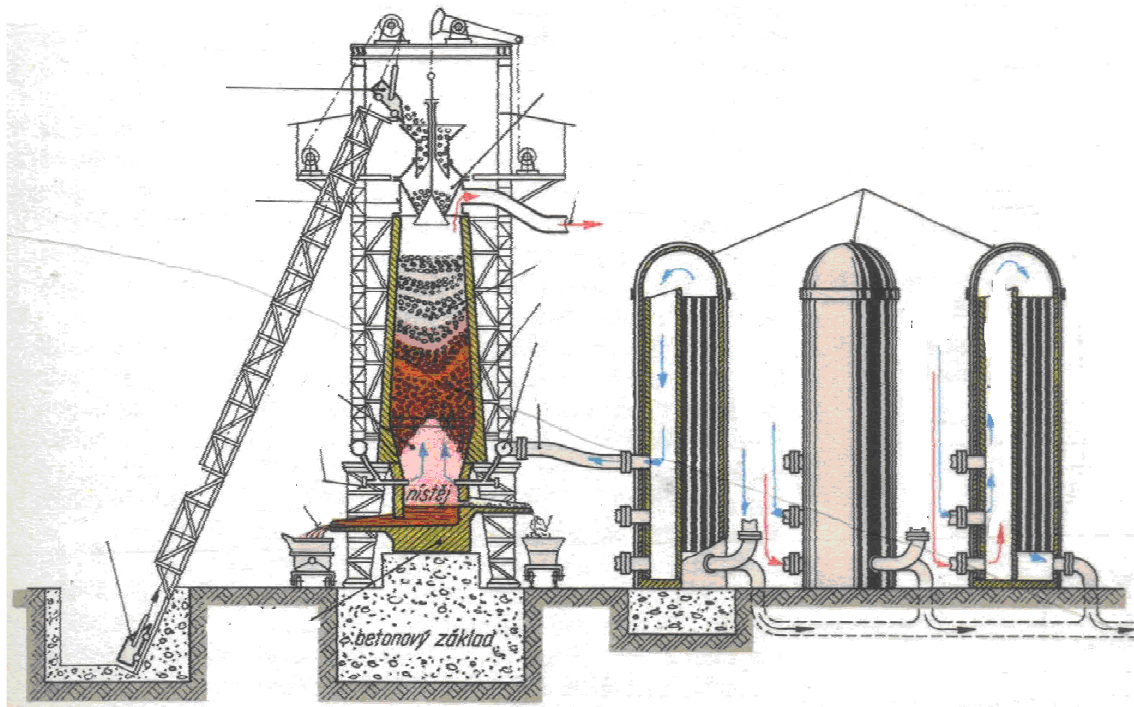
Hlavní produkt

..... využití.....

Vedlejší produkty

..... využití.....
..... využití.....

6. Popiš vysokou pec



7. Jak se musí upravovat a v čem vzduch vhnáný do vysoké pece?
8. Jak funguje kychtový uzávěr?

6 Jiné postupy výroby železa z rud



Midrex, Corex, tavná redukce, zplyňování, železná houba



Cílem této kapitoly je, abych se seznámil s novými výrobními metodami surového železa a věděl, že existují i jiné metody výroby technického železa



1 vyučovací hodina + 2 hodiny domácí přípravy



6.1 Přímá výroba železa

Vyvíjí se od počátku 20. století jako náhrada výroby ve vysokých pecích. Tato metoda je charakteristická nižší pracovní teplotou než je teplota tavení produktu, nízkým nauhličením kovu (obvykle do 1,5%) a vznikem pórovité železné houby, která si buď ponechává tvar výchozích kusů rudy nebo je práškovitá.

Nejpoužívanější metodou je redukce pochodem Midrex v šachtové peci. Pochody probíhající při výrobě železné houby v šachetní peci se dosti podobají dějům z horní části vysoké pece (do teploty 1000°C). Do pece je zavezena kvalitní kusová železná ruda tak, aby vsázka byla prostupná plynem. Není tam koks ani žádné tuhé palivo, redukčním činidlem je plyn (zemní plyn), který je současně nositelem tepla. Teplota se řídí tak, aby nikde v peci nepřesáhla 1000°C, jinak by docházelo ke spékání vsázky a narušení rovnoměrného chodu pece. Plyn se přivádí zespodu výfučnami po obvodu nebo dnem pece, železná houba se v peci ochlazuje inertním plynem na 50 až 60°C a plynule se vypouští do zásobníku.

Výroba způsobem Midrex byla průmyslově zavedena v roce 1969 firmou Midland Ross v Portlandu v USA. Od této doby bylo postaveno několik velkých závodů v Německu, Holandsku, Japonsku a dalších zemích.

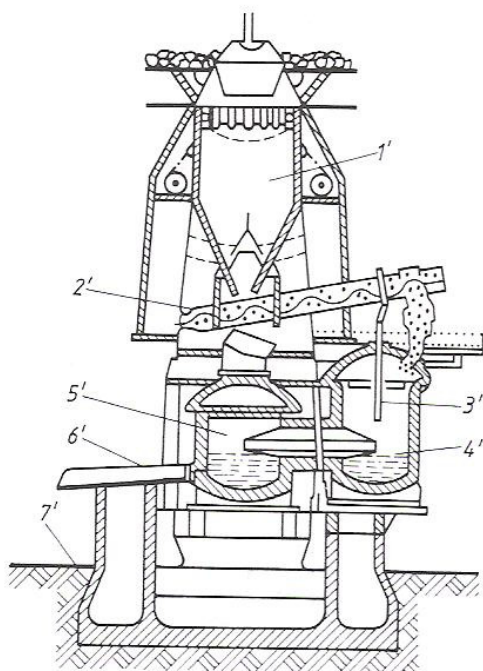
6.2 Tavná redukce

Bez použití koksu je do průmyslové podoby vyvinuta v posledních 15 letech. Nejznámější je výrobní pochod Corex, který byl uveden do provozu v roce 1989 v závodě firmy ISCOR v Pretorii.

Toto zařízení produkuje surové železo s obsahem uhlíku 3 až 5%. Vsázkou je železná ruda, pelety nebo aglomerát a redukčním prostředkem je uhlí. Uhlí ze zásobníku přichází nejprve do tavicího a zplyňovacího prostoru, který je základní částí tavné zplyňovací komory. V horní části probíhá odplynění uhlí při 1100 až 1150°C a jde vlastně o jeho koksování. Tento koks klesá dolů, je spalován přiváděným kyslíkem a vzniklým teplem se taví železná houba, která je současně do tohoto prostoru přiváděna. V časových intervalech probíhá odpich strusky a surového železa, jehož odsíření se dosahuje přísadou vápence asi na 0,1% S.

Vznikající plyn (95% CO + H₂O, asi 3% CO₂) se zchladí na 850 °C, odpráší a vede se do šachetní pece naplněné peletami nebo kusovou rudou, které redukuje na železnou houbu. Po průchodu plynu touto pecí je ještě jeho výhřevnost velmi vysoká, a proto se využívá např. pro výrobu elektrické energie. Tento pochod je přínosem zejména v tom, že k redukcii

spotřebovává přímo uhlí, a tím vede k úspoře technologického cyklu výroby koksu a snížení dopadu výroby surového železa na životní prostředí.



Obr. 6.1 Vysoká pec pro výrobu tavnou redukcí

- 1 – šachta
- 2 – dopravník
- 3 – tryska pro dmýchání uhlí s kyslíkem
- 4 – zplyňovací a tavící nádoba (pec)
- 5 – odpichovací nádoba
- 6 – odpichovací plošina
- 7 – základna



1. Popiš podstatu tavné redukce
2. Popiš podstatu přímé výroby železa

7 Přehled výroby oceli



Ocel, konvertor, okuje, oxidace, kokila, ingot,



Cílem této kapitoly je abych pochopil podstatu výroby oceli ze surového železa. Abych znal a dokázal stručně popsat jak pracují jednotlivá zařízení sloužící k výrobě a odlévání vyrobené oceli



5 vyučovacíh hodin + 10 hodin domácí přípravy



Surové železo vyrobené ve vysoké peci je vlivem značného obsahu uhlíku (až 5%) i ostatních prvků (Si, Mn, P a S) málo pevné, křehké a nedá se tvářet. Princip výroby oceli je v tom, že se tekuté surové železo + ocelový odpad zbavují oxidací (tj. spalováním) přebytečného množství uhlíku a všech ostatních nežádoucích prvků. Potřebný kyslík se do lázně ocelářské pece přivádí buď ve vsázce jako zoxidovaný kov (okuje, rez) nebo železná ruda, část kyslíku přechází do kovu z atmosféry difúzí přes strusku nebo se u kyslíkových pochodů dmýchá kyslík přímo do lázně.

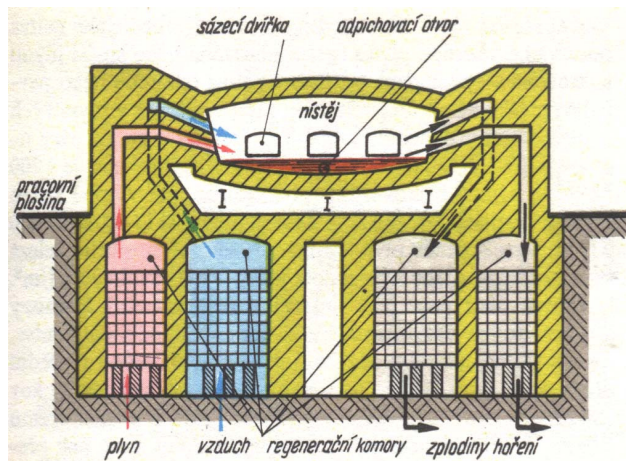
7.1 Výroba oceli v Martinských pecích

7.1.1 Martinská pec

Úvodem je třeba se zmínit, že do období vývoje martinské pece patří dnes již nepoužívaný způsob výroby ocelí v Thomasově (zásaditá vyzdívka) a Bessemerově (kyselá vyzdívka) konvertoru. Druhem vyzdívky byl určen výrobní pochod. Martinská pec (nazývaná též podle svých vynálezců siemens-martinská pec) je vývojově ze stejného období, ale používá se dodnes.

Má plochou nístěj ze žárovzdorného zdiva, v níž se vsázka ohřívá plamenem generátorového plynu a vzduchu nebo spalováním těžkých olejů. Aby se dosáhlo vysoké teploty (1 750°C), předehřívá se plyn i vzduch střídavě ve dvou párech generačních komor pod pecí, jejichž šamotové kanálkové zdivo bylo před tím rozžhaveno odcházejícími zplodinami hoření. Mezi regeneračními komorami je reverzační zařízení pro změnu směru proudících plynů. Ochlazený pár regeneračních komor se vyhřívá a druhý pár ohřátých komor předehřívá spalovací vzduch a plyn asi na 1 150 až 1 200°C. Podle druhu vsázky se provádějí tři tavné pochody:

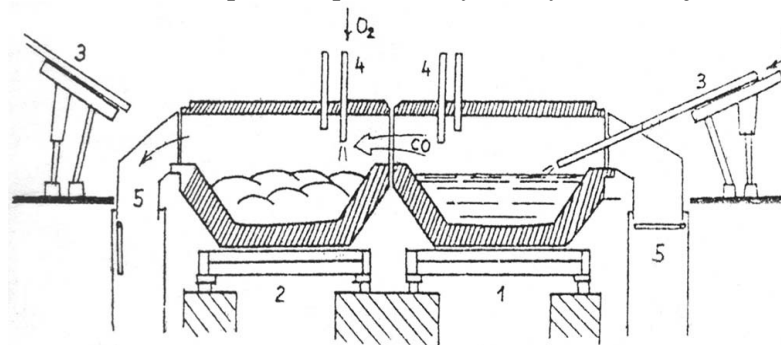
- **Odpadový pochod.** Převážnou část vsázky tvoří ocelový odpad, menší část pevné surové železo
- **Odpadový pochod s tekutým surovým železem.** Liší se od předcházejícího tím, že se použije tekuté surové železo, čímž se zkrátí doba sázení, sníží se spotřeba tepla a celý pochod se zrychlí.
- **Rudný pochod.** Vsázku tvoří tekuté surové železo (85%) a vlastní odpad. Ke zkujňování se používá potřebné množství rudy, kterou se nahradí dmýchání čistého kyslíku.



Obr. 7.1 Martinská pec

7.1.2 Tandemová pec

SM pece (rychlost zkujňování 4 až 12 hodin) již nemají schopnost konkurovat rychlejšími kyslíkovými procesy, a proto jsou částečně nahrazovány **tandemovými pecemi**. Tato pec má dvě sklopné nístěje spojené plamenným oknem. V každé nístěji probíhá zkujňovací pochod v jiném stupni tak, aby plyny s vysokým obsahem CO, které vznikají při uhlíkové reakci, byly převedeny do druhé nístěje a tam pomocí dospalovacích kyslíkových trysek spáleny. Teplo se používá k předehřevu vsázky. Zkujňování probíhá dmýcháním kyslíku do lázně pomocí hlavní kyslíkové trysky. Průběh děje je podobný jako v kyslíkových konvertorech a tomu odpovídá i poměrně vysoká rychlost zkujňování.



Obr. 7.2 Tandemová pec

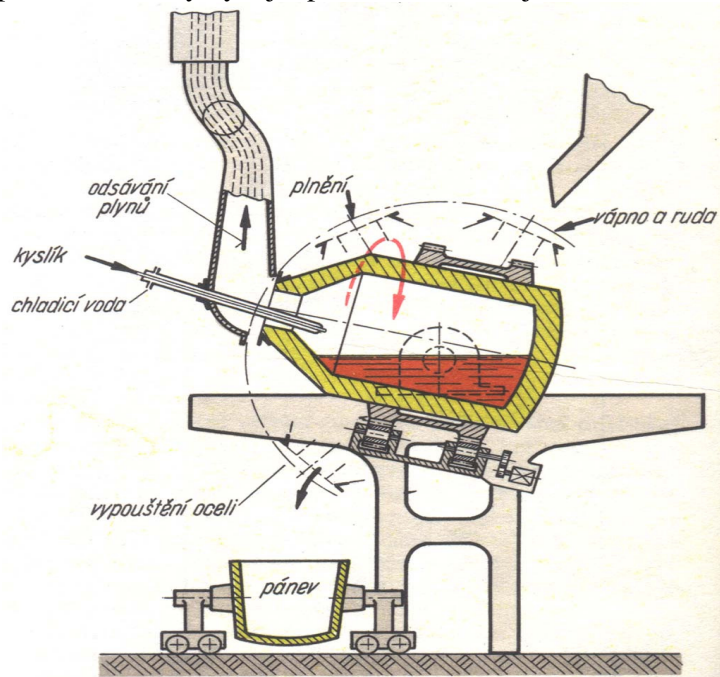
7.2 Výroba oceli v konvertorech

Kyslíkové konvertory nahradily ve světě výrobu v SM pecích a jejich uplatnění znamenalo prudký nárůst výroby oceli. První kyslíkový konvertor byl vyvinut a uplatněn v Rakousku v Linci a Donovicích a pochod je proto označován LD. Kyslíkovými procesy (LD a tandemové pece) se ve světě vyrábělo v roce 1994 59% oceli (v ČR 83%); kyslíkové konvertory pracují v ČR v Třineckých železárnách a Vítkovicích.

7.2.1 konvertor LD

U tohoto konvertoru se kyslík dmýchá vodou chlazenou tryskou shora na povrch kovu. LD pochod je užíván zejména pro výrobu středně a nízkouhlíkových ocelí. Doba trvání tavby

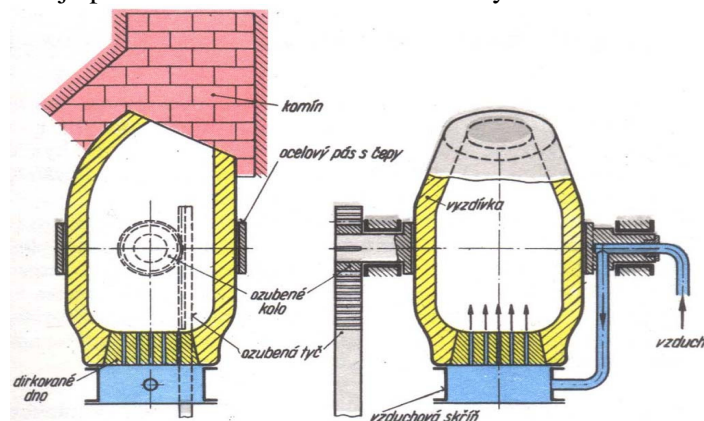
včetně oprav, nalévání, sázení, odběru vzorků a vypouštění oceli je asi 40 minut, z toho foukání trvá asi 16 minut. Spotřeba kyslíku je přibližně 55 m³ na tunu oceli. Podíl ocelového šrotu ve vsázce je 20 až 30 %, zbytek tvoří surové železo. V blízkosti proudu kyslíku, který se dmýchá nadzvukovou rychlostí, se vytváří primární reakční oblast vyhořívání prvků s teplotou 2300 až 2500°C. Vyzdívka konvertoru je zásaditá, proto může probíhat dobré odsíření a odfosfoření. Kvalita vyrobené oceli je dobrá. Přestože se tento způsob výroby oceli stále používá, světový vývoj v posledních letech jde směrem kombinovaného dmýchání.



Obr. 7.3 Rotační kyslíkový konvertor dmýcháný horem

7.2.2 konvertor dmýcháný spodem –

Tyto konvertory byly vyvinuty jako náhrada Thomasových konvertorů. Pochod bývá označován jako OBM, Q-BOP, LWS. Kyslík je do těchto konvertorů dmýchán otvory ve dnu konvertoru spolu s obalovým plynem, obklopujícím proud kyslíku. Plyn (např. zemní) slouží k ochraně dna před vysokými teplotami. Výhodou těchto konvertorů jsou malé teplotní rozdíly a dobrá chemická homogenita lázně, protože intenzita míchání je až 10x větší než u LD. Proto nedochází k přeoxidování lázně, což zvyšuje výtěžek kovu, snižuje propal manganu a umožňuje práci s menším množstvím strusky.



Obr. 7.4 Kyslíkový konvertor dmýcháný spodem

7.2.3 konvertor s kombinovaným dmýcháním

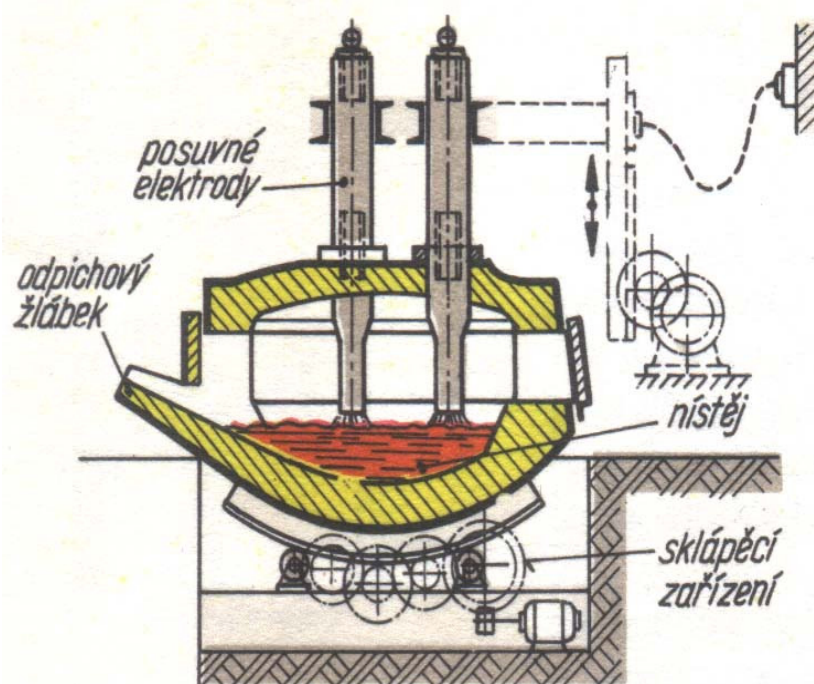
Spojuje výhody LD a OBM – velkou výrobnost a jednoduchost LD s technologickými výhodami OBM. Zlepšuje podmínky pro odsíření i odfosfoření a pro výrobu nízkouhlíkových ocelí. Dmýchá se horem, spodem i bokem tryskami nebo nově přes porézní tvárnice. Všechny nové kyslíkové konvertorové pochody jsou vyvíjeny tak, aby v maximální míře byla využita reakční nádoba, a proto počítají s dokončením tavby mimo konvertor v pánvi.

7.3 Výroba oceli v elektrických pecích

7.3.1 elektrické obloukové pece

Většinou se EOP staví jako sklopné třífázové pece na střídavý proud, uzpůsobené na sázení horem, s automatickým pohybem elektrod. Zdrojem tepla je elektrický oblouk, který hoří mezi grafitovými elektrodami a vodivou vsázkou. Pokud se v EOP vyrábí kvalitní ocel o vysoké čistotě, pracuje se s dvěma obdobími – oxidačním a redukčním. V oxidačním období, které následuje po roztavení vsázky, vyhořívají příměsové prvky a ocel se nahřívá na odpichovou teplotu. V následujícím redukčním období se pod redukční struskou, vytvořenou obvykle přidáním CAC_2 , provádí dezoxidace a odsíření oceli a potřebná chemická úprava oceli legováním.

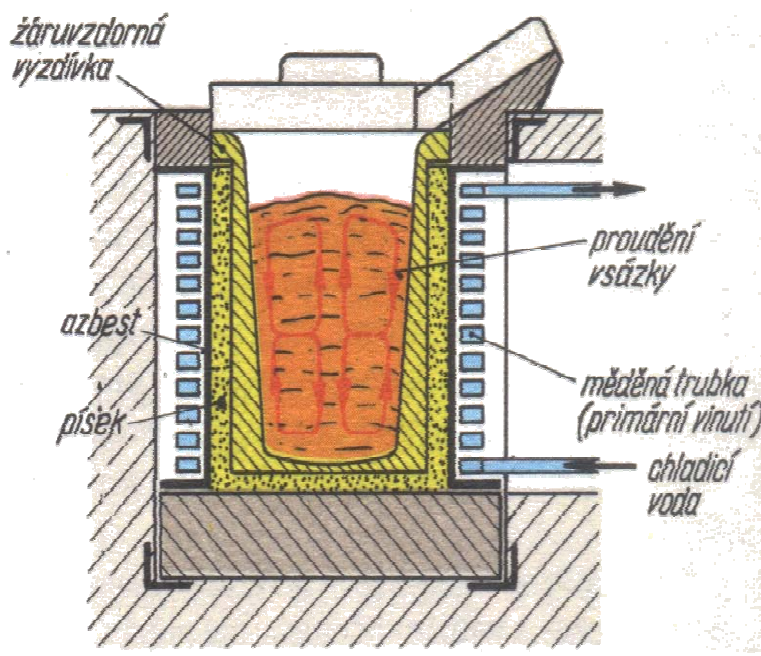
EOP byly dlouho používány k výrobě legovaných ušlechtilých ocelí. V posledních letech jsou využívány také jako zařízení k rychlému roztavení ocelového šrotu a výrobě surové oceli, jejíž další zpracování – část rafinace, dezoxidace i legování se přesouvá do oblasti mimopecní metalurgie.



Obr. 7.5 Elektrická oblouková pec

7.3.2 elektrické indukční pece

Indukční pece lze rozdělit na nízkofrekvenční (se železným jádrem) a vysokofrekvenční (bez jádra). V ČR se používají výhradně pece bez jádra, hlavně kelímkové, v nichž se kov taví v kelímku uloženém v induktoru vířivými proudy. Primární cívka je tvořena měděnou trubicí chlazenou vodou. Sekundární vinutí tvoří kov uvnitř kelímku ze žárovzdorné hmoty



Obr. 7.6 Vysokofrekvenční indukční elektrická pec

7.3.3 pece s plazmovým ohřevem

Nejznámější koncepce plazmové pece je pec s bočními plazmatrony. Předností je nezávislost na dovozu grafitových elektrod, nižší hladina hluku a dobré podmínky pro průběh metalurgických reakcí. Nejsou však dosud plně dořešeny otázky použití argonu a spotřeby žárovzdorného materiálu

7.4 Mimopecní metalurgie

Po procesu oxidace v konvertoru běžně následuje úprava, která zahrnuje řadu rozličných metalurgických operací. Tato úprava, uváděná jako "sekundární metalurgie" se vyvinula jako odezva na stále rostoucí požadavky na jakost a vedla k podstatnému růstu produktivity přesunem vsázky při metalurgickém rafinačním procesu mimo konvertor.

Hlavní úkoly sekundární metalurgie jsou následující:

- míchání a homogenizace
- úprava chemického složení - legování
- včasná úprava teploty pro následný proces odlévání
- odkysličení
- odstranění nežádoucích plynů jako jsou vodík a dusík
- zlepšení čistoty oxidace oddělením nekovových příměsí

Nejdůležitějším krokem při sekundární metalurgii je úprava ve vakuu. Ta slouží hlavně k odstranění plynů, vodíku, kyslíku, dusíku nebo zbytkových koncentrací uhlíku z oceli při vakuu až 50 Pa. Účelem této operace je oduhličení a oproštění oceli od plynů rozpuštěných za tepla během cyklu dmýchání.

úpravy ve vakuu zahrnují přesné oduhličení a odkysličení nelegovaných ocelí, oduhličení chromem legovaných jakostních tříd, odstranění síry a vměstků, stejně jako rozličné legování, homogenizaci a řízení teploty . Vakuová metalurgie poskytuje oceli o lepší čistotě, nižším obsahu plynu a užší toleranci legování.

7.5 Odlévání ocelí

Vyrobená ocel se z konvertoru vypouští do slévárenských pánví a z nich se pomocí výlevky na dně nádoby odlévá buď:

- Do kovových forem zvaných kokily ve kterých ztuhne ocel na ingoty určené k dalšímu zpracování.
- Do pískových forem jejichž dutina má tvar budoucího výrobku v nichž ztuhne ocel na odlitek



Kokila – tlustostěnná litinová forma kruhového, čtvercového nebo obdélníkového průřezu.

Průřez se mírně zužuje směrem dolů pro snadnější vytažení ztuhlých ingotů

Ingot – ztuhlá kostka oceli vytažená z kokily.

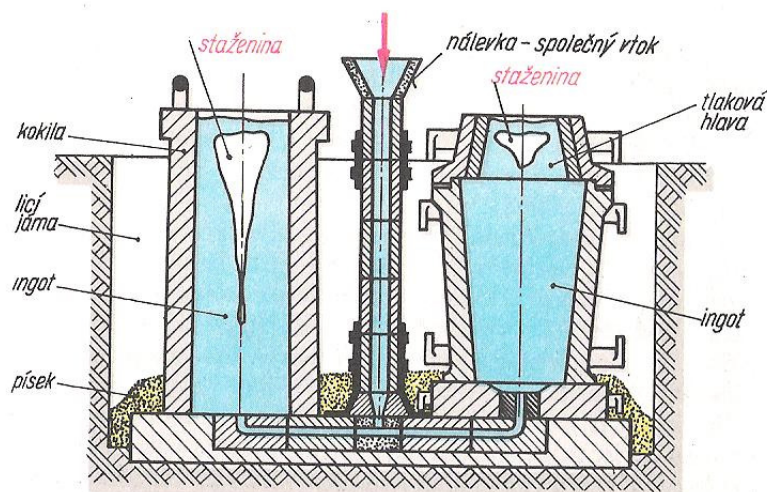
Způsoby lití oceli:

- **Odlévání horem**

Ocel se lije do kokily shora – používá se především pro odlévání velkých ingotů

- **Odlévání spodem**

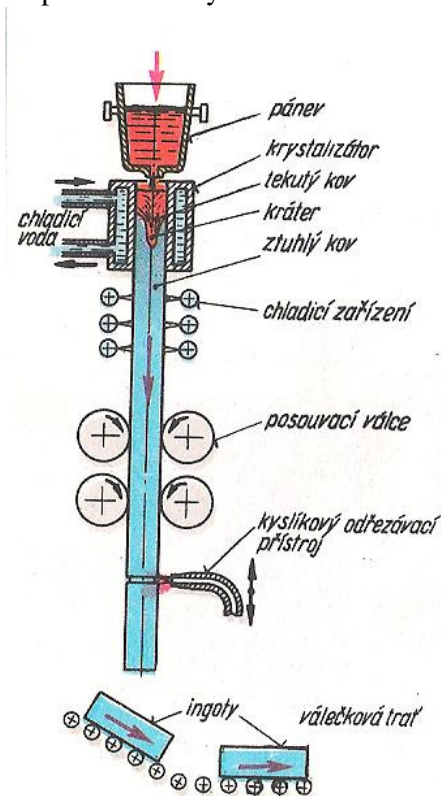
Používá se pro odlévání většího počtu menších ingotů, které jsou spodními kanály propojeny



Obr. 7.7 Odlévání spodem

- **Plynulé (kontinuální) odlévání**

Tento způsob je velice výkonný. Spočívá v tom, že vyrobená ocel prochází tzv. krystalizátorem z něhož vychází nepřetržitý pás ztužené oceli, který se pomocí kyslíkového řezacího přístroje dělí na potřebné délky.



Obr. 7.8 Plynulé odlévání



1. Co je to ocel (z hlediska chemického složení)?.
2. Jaké znáš druhy zařízení, ve kterých se vyrábí ocel?

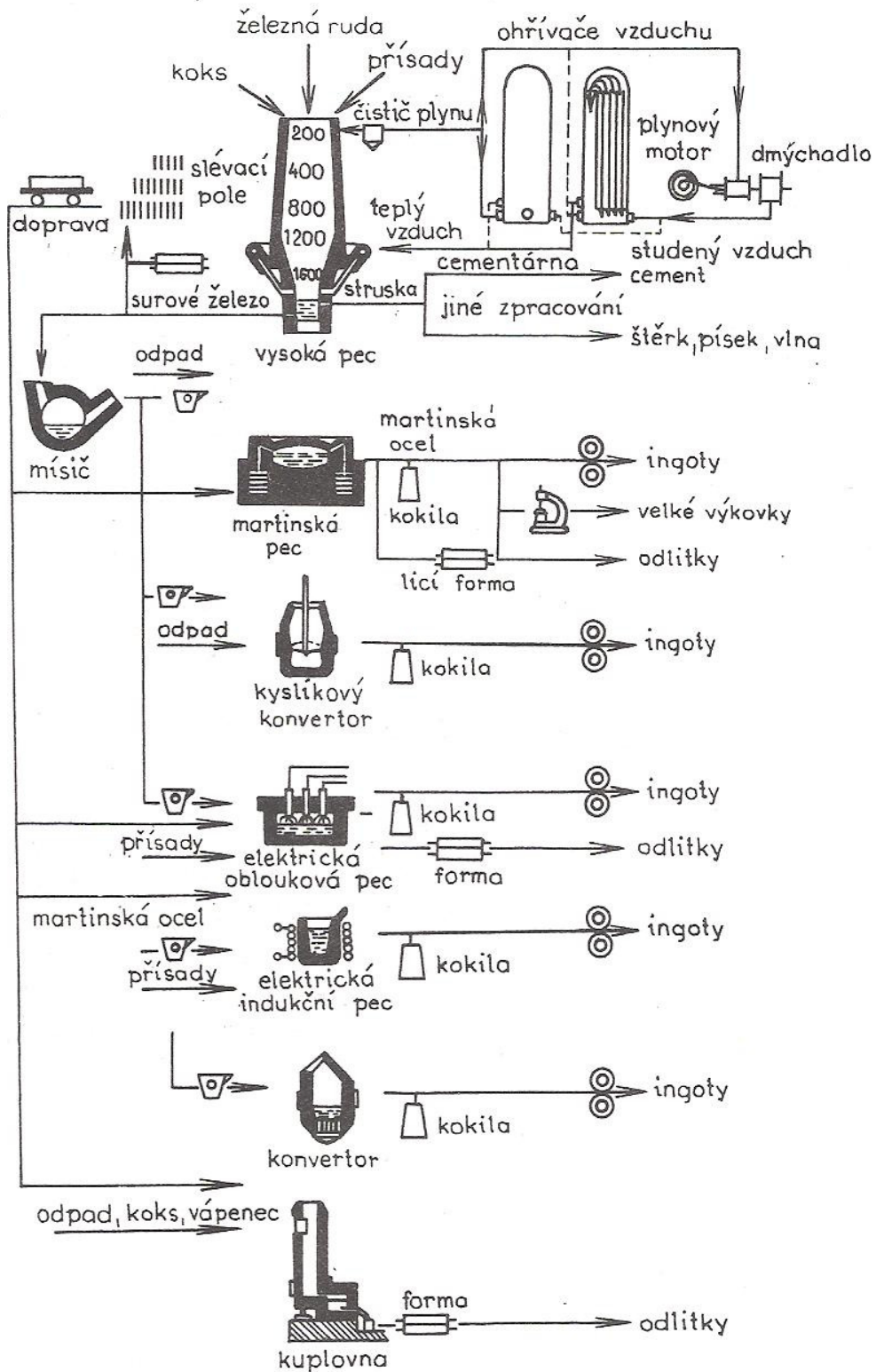
.....

3. Popiš jak probíhá výroba oceli v konvertoru
4. Jaké jsou rozdíly ve výrobě v konvertorech dmýchaných horem, spodem, nebo kombinovaných.
5. Z čeho se vyrábí ocel a v čem spočívá princip její výroby?
6. Jaké znáš legující prvky a proč se přidávají do ocelí?
7. Co je to mimopecní metalurgie a jaký má účel?
8. Jakým způsobem se odlévá vyrobená ocel? Popiš jednotlivé způsoby.
9. Vysvětli pojmy

Kokila

Ingot

7.6 Schéma výroby technického železa



8 Rozdělení ocelí



Evropská norma, Česká norma, třídy ocelí, legované oceli, nástrojová ocel, konstrukční ocel



Cílem této kapitoly je abych dokázal rozlišit oceli podle České normy i podle Evropské normy



1 vyučovací hodina + 2 hodiny domácí přípravy



8.1 Rozdělení ocelí do tříd dle ČSN

Třída oceli	Oceli podle účelu použití	Oceli podle stupně legování	Charakteristika oceli	
10	konstrukční	nelegované	oceli s předepsanými hodnotami mechanických vlastností, u nichž se chemické složení zpravidla nepředepisuje	
11			oceli s předepsanými hodnotami mechanických vlastností a s předepsaným obsahem C, P, S, popř.(P+S) i dalších prvků	
12			oceli s předepsaným obsahem C, Mn, Si, P, S popř.(P+S) i dalších prvků	
13		legované	nízkolegované oceli, legované zpravidla prvky: Mn, Si, Mn-Si, Mn-V	
14			nízkolegované oceli, legované zpravidla prvky: Cr, Cr-Al, Cr-Mn, Cr-Si, Cr-Mn-Si	
15			nízkolegované oceli, legované zpravidla prvky: Mo, Mn-Mo, Cr-Mo, Cr-V, Cr-W, Mn-Cr-V, Cr-Si-Mo-V, Cr-Mo-V-W	
16			nízkolegované a středně legované oceli, legované zpravidla prvky: Ni, Cr-Ni, Ni-V, Cr-Ni-Mn, Cr-Ni-V, Cr-Ni-W, Cr-Ni-Mo, Ni-V-W, Cr-Ni-V-W	
17			středně legované a vysokolegované oceli, legované prvky: Cr, Ni, Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-V, Cr-Al, Cr-Ni-Mo, Cr-Ni-Ti, Cr-Mo-V, Mn-Cr-Ni, Mn-Cr-Ti, Mo-Cr-V, Cr-Ni-Mo-V, Cr-Ni-Mo-W, Cr-Ni-Mo-Ti, Cr-Ni-V-W, Cr-Ni-W-Ti, Cr-Ni-Ti-Al, Cr-Mn-Ni-N, Mn-Cr-Mo-V, Cr-Ni-Mo-V-W, Cr-Ni-Mo-V-W-Ti	
19		nástrojové	nelegované	oceli s předepsaným obsahem C, Mn, Si, P, S
			legované	nízkolegované, středně legované a vysokolegované oceli, legované prvky: Cr, V, Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-Si, Cr-V, Cr-W, Cr-Al, Cr-Ni-W, Cr-Si-V, Cr-Mo-V, Cr-V-W, Cr-Ni-Mo-V, Cr-Ni-Mo-W, Cr-Ni-V-W, Cr-Mo-V

8.2 Rozdělení ocelí dle EN

1. Konstrukční oceli

- Nelegované oceli obvyklých jakostí
- Oceli jakostní a ušlechtilé
 - Oceli válcované za studena z hlubokotažných ocelí k tváření za studena
 - Oceli pro ocelové konstrukce
 - Oceli pro tlakové nádoby
- Oceli pro výztuž do betonu
- Oceli pro kolejnice automatové oceli
- Oceli k cementování, oceli k nitridaci, pružinové oceli, oceli k zušlechťování
- Nerezavějící oceli včetně žárovevných a žárovzdorných
 - Nerezavějící oceli
 - Žárovzdorné oceli

2. Nástrojové oceli

- Nelegované nástrojové oceli
- Legované oceli pro práci za studena
- Legované oceli pro práci za tepla
- Rychlořezné oceli

3. Oceli na valivá ložiska

4. Oceli na odlitky

- Základní druhy ocelí na odlitky
 - oceli pro použití za normální teploty a zvýšených teplot
 - oceli pro použití za snížených teplot
- Oceli austenitické a austeniticko-feritické
- Otěruvzdorné oceli



1. Jak rozdělujeme oceli dle ČSN?
2. Jak rozdělujeme oceli dle EN?

9 Označování ocelí



automatová ocel, obchodní ocel, pevnost v tahu, mez kluzu, rychlořezná ocel, nárazová práce



Cílem této kapitoly je, abych pochopil princip značení ocelí podle ČSN i EN a dokázal přečíst jakékoliv označení oceli.

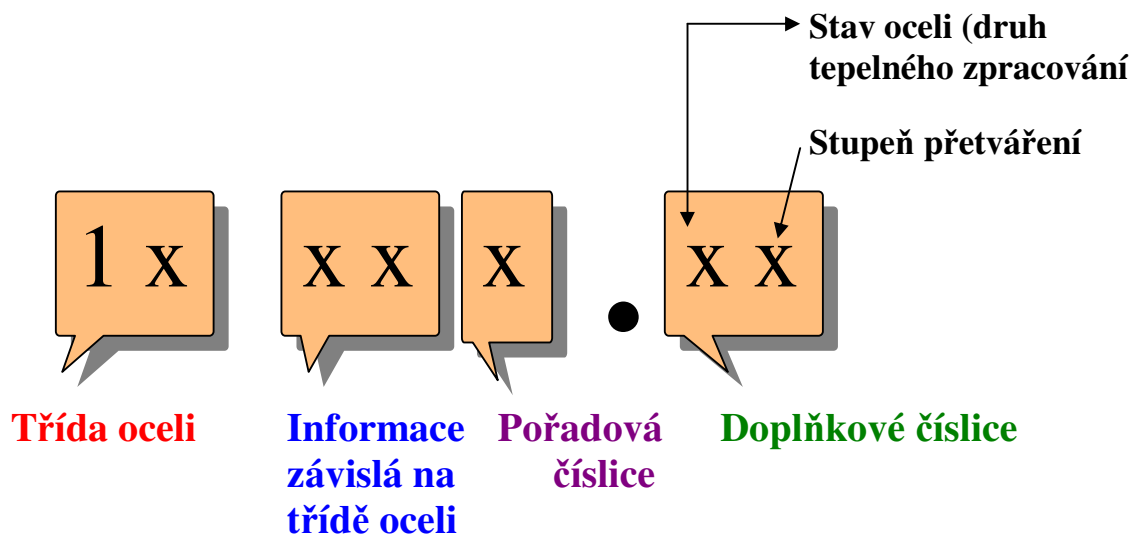


3 vyučovací hodiny + 6 hodin domácí přípravy

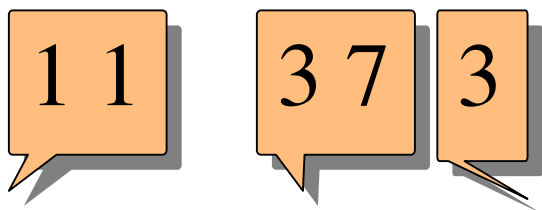


9.1 Označování ocelí dle ČSN

9.1.1 Obecná značka



9.1.2 Oceli třídy 10 a 11

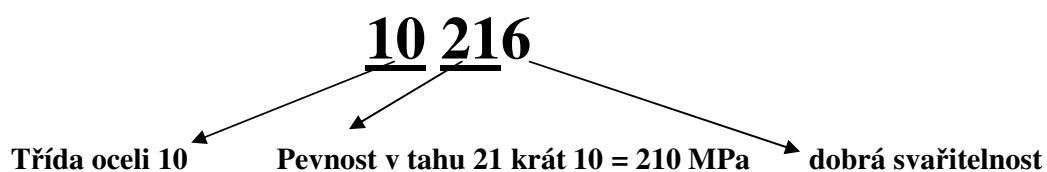


Třída oceli

**Pevnost v tahu
v desítkách MPa**

**Pořadová číslice (udává např.
svařitelnost)**

Příklad:



Výjimky:

10 000, 10 004 – třetí čtvrtá nula u třídy deset udává tzv. **obchodní ocel** u níž není zaručena pevnost

11 125 – pokud je třetí číslice 1 u třídy jedenáct, tak se jedná o tzv. **automatovou ocel** obzvlášť vhodnou k obrábění

9.1.3 Oceli třídy 12 až 16



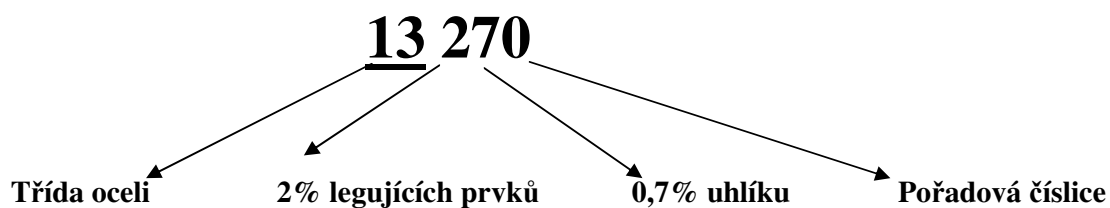
Třída oceli

**Obsah
legujících
prvků v %**

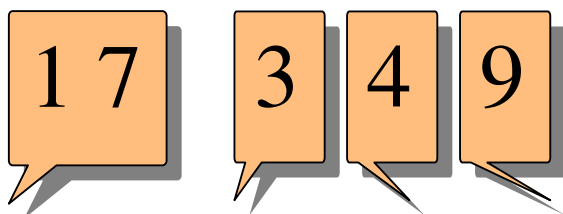
**Obsah
uhlíku
v desetinách %**

Pořadová číslice

Příklad:

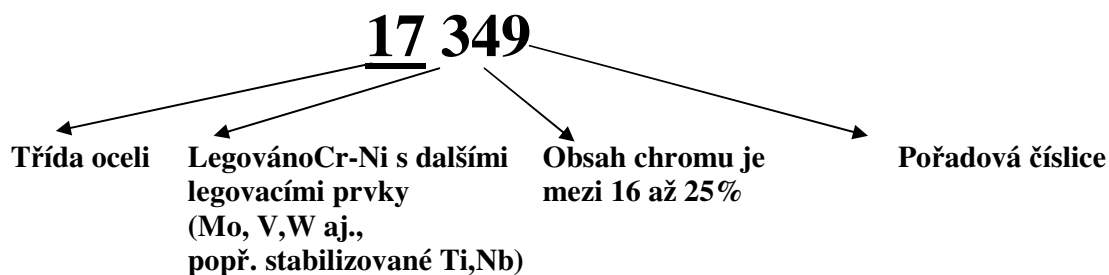


9.1.4 Oceli třídy 17

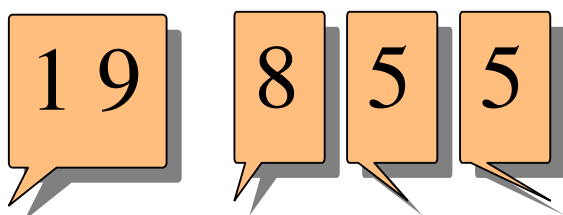


Třída oceli **Přísadová skupina** **Stupeň bohatosti** **Pořadová číslice**
 (jakými legujícími prvky je legováno) **přísadových prvků**
 (množství legujících prvků v %)

Příklad:



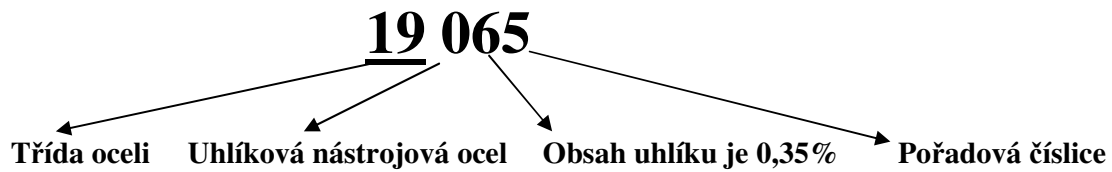
9.1.5 Oceli třídy 19 (nástrojové)



Třída oceli **Přísadová skupina** **Kombinace přísadových prvků** **Pořadové číslice**

- 0 } uhlíkové oceli
- 1 }
- 2 }
- 3 oceli manganové, křemíkové a vanadové
- 4 oceli chromové
- 5 oceli chrommolybdenové
- 6 oceli niklové
- 7 oceli wolframové
- 8 **oceli rychlořezné (RO)**
- 9 volná číslice

Příklad:



9.2 Označování ocelí dle EN

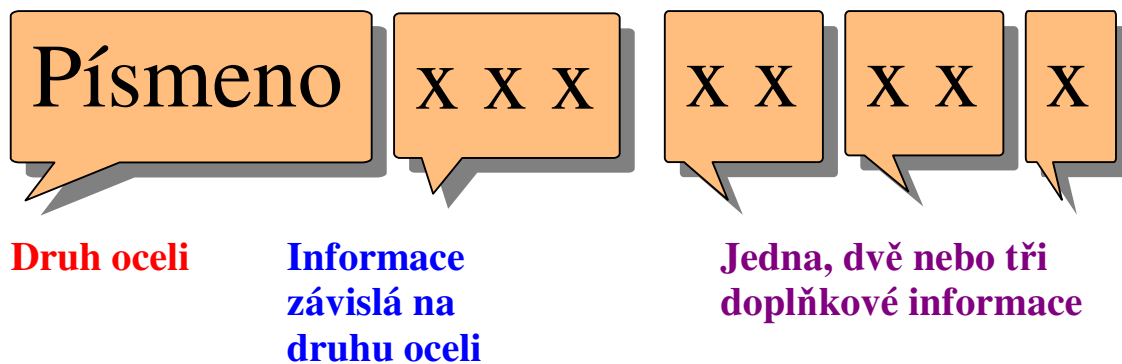
Tento způsob označování má dvě metody:

- Systémy zkráceného označování ocelí jsou uvedeny v evropské normě EN 10027-1
- Systémy číselného označování uvádí EN 10027-2

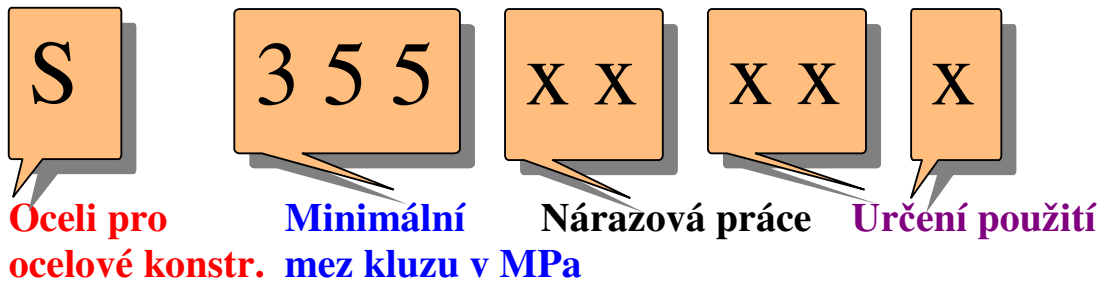
9.2.1 Systém zkráceného označování ocelí podle EN 10027-1

- Skupina 1 - Značky tvořené podle použití a mechan. a fyzik. vlastností ocelí:

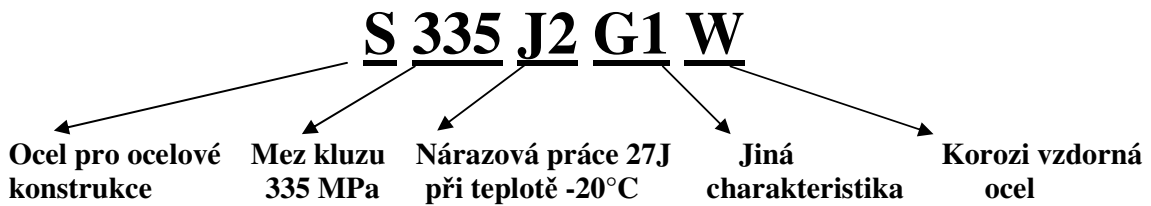
Obecná značka:



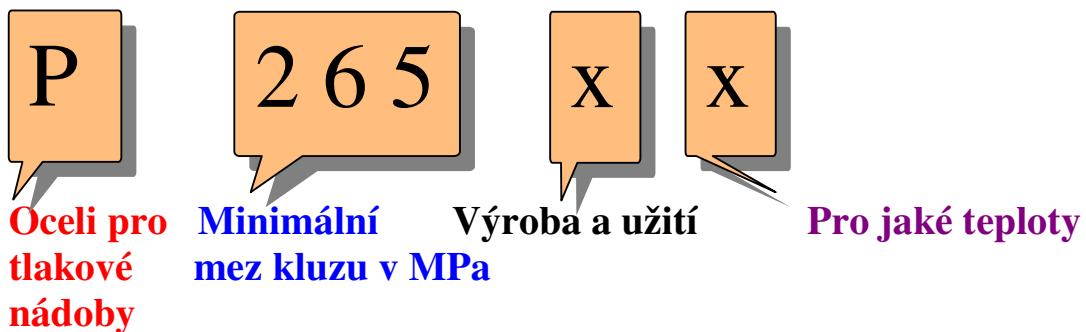
➤ **Oceli pro ocelové konstrukce**



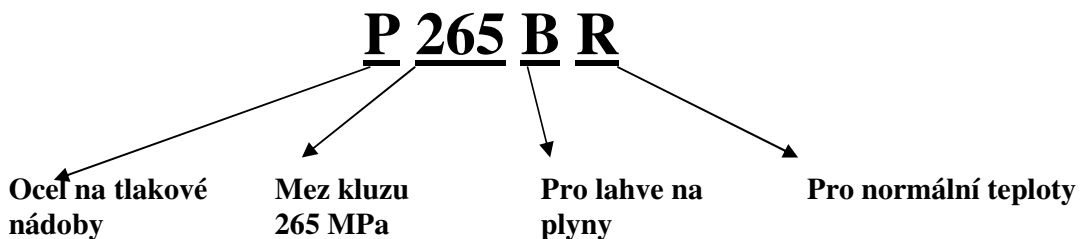
Příklad:



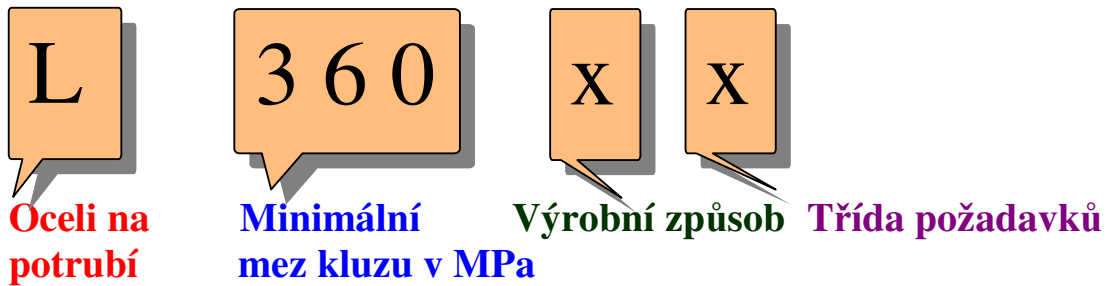
➤ **Oceli pro tlakové nádoby**



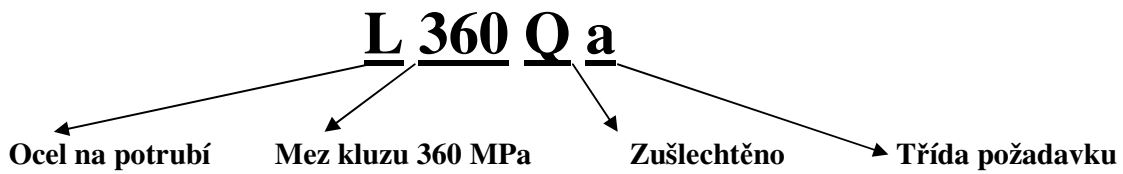
Příklad:



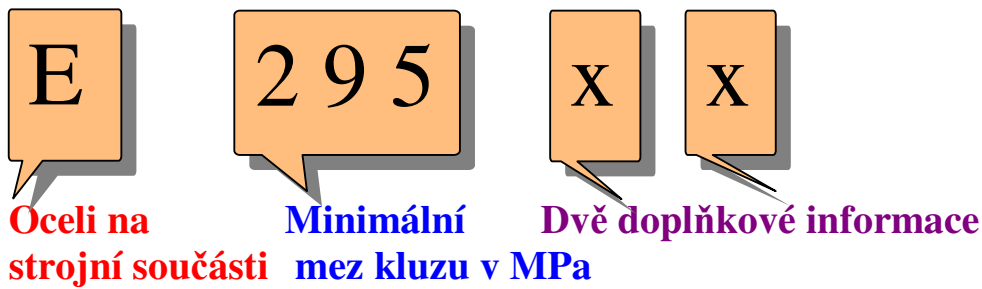
➤ **Oceli na potrubí**



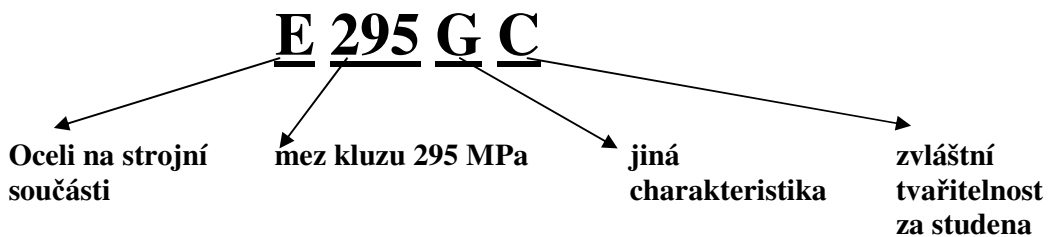
Příklad:



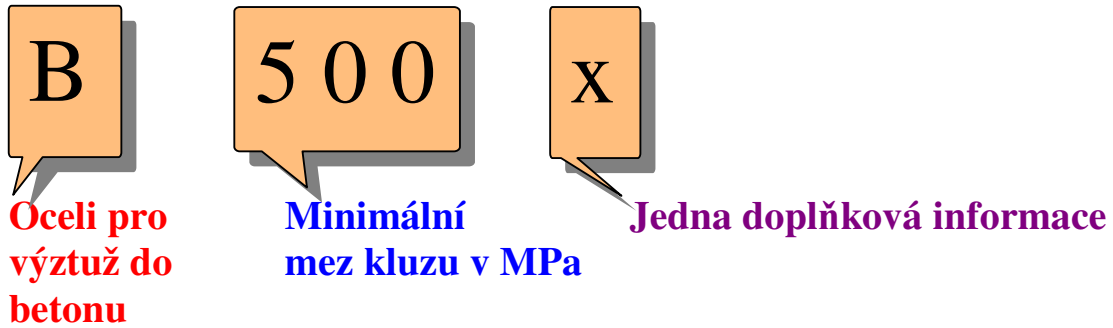
➤ **Oceli na strojní součásti**



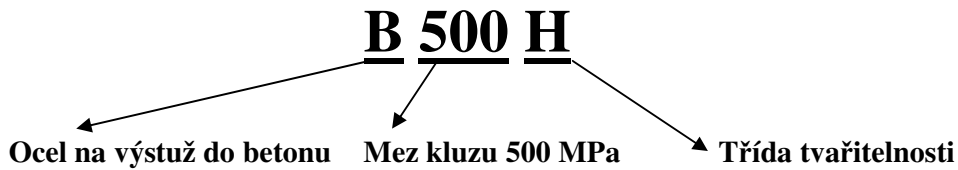
Příklad:



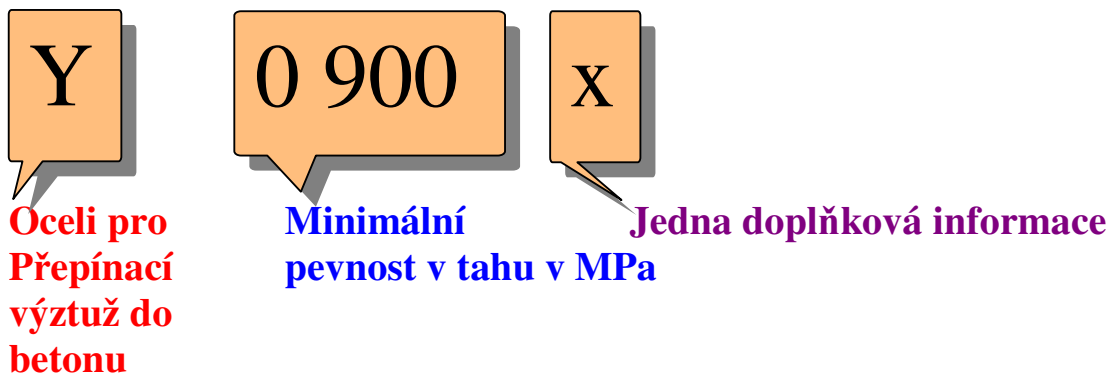
➤ **Oceli pro výztuž do betonu**



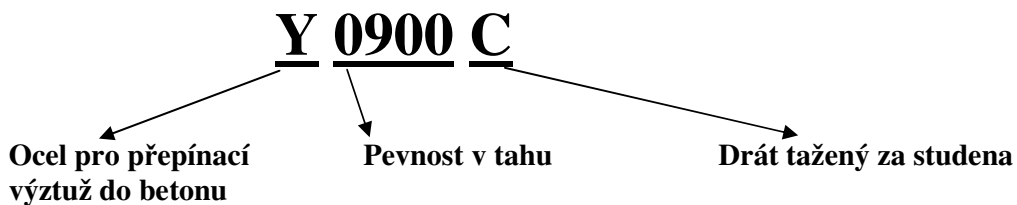
Příklad:



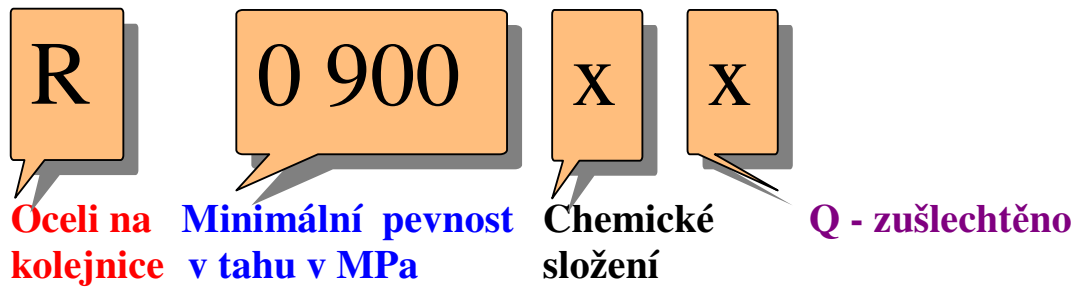
➤ **Oceli pro předpínací výztuž do betonu**



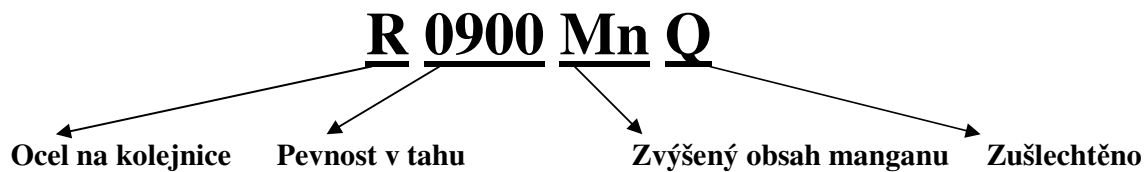
Příklad:



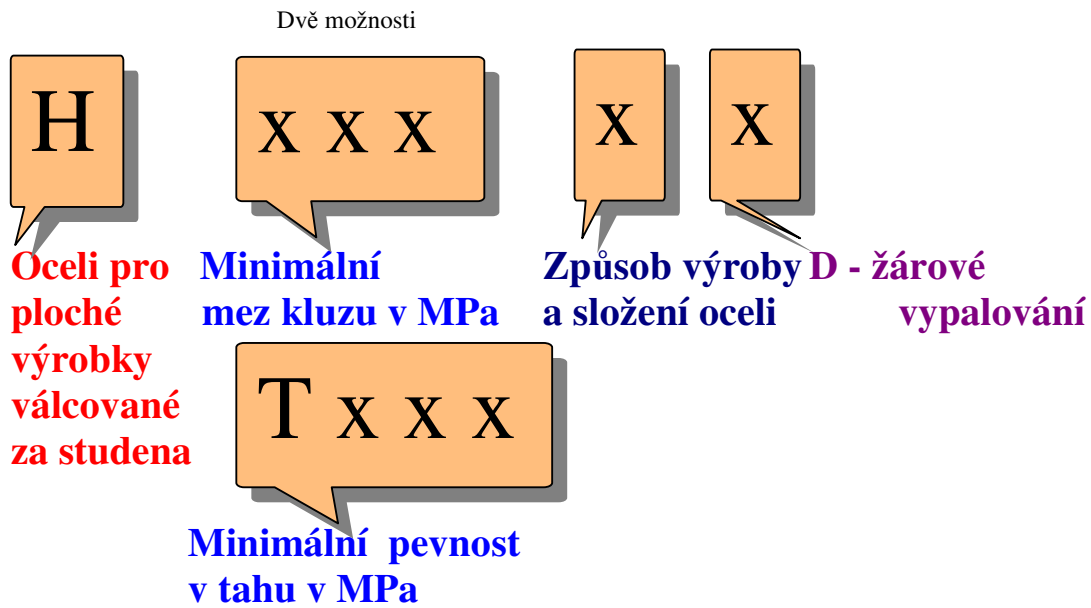
➤ **Oceli na kolejnice**



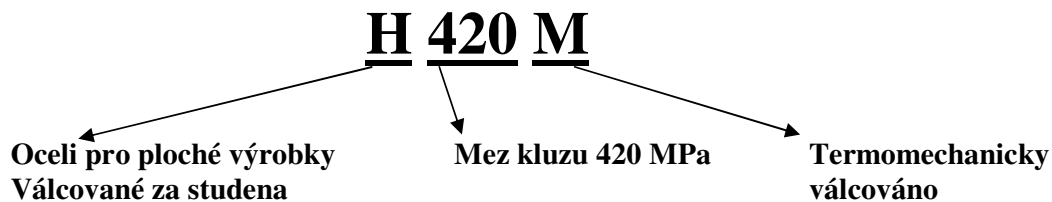
Příklad:



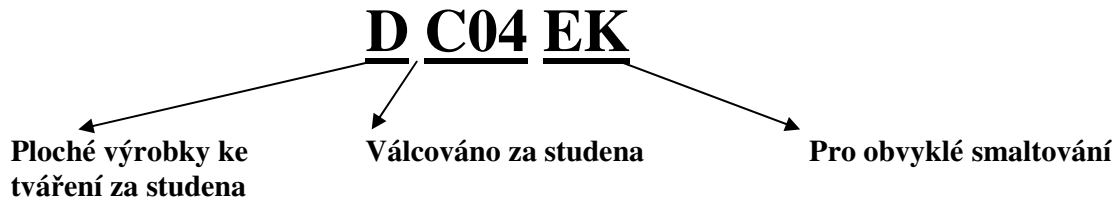
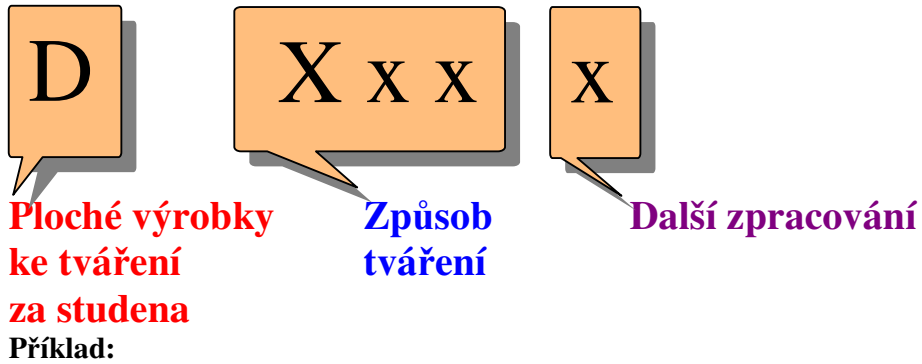
➤ **Ploché výrobky válcované za studena**



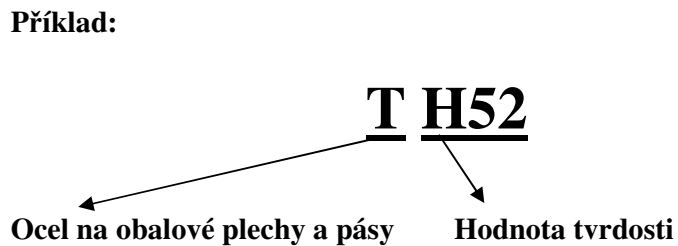
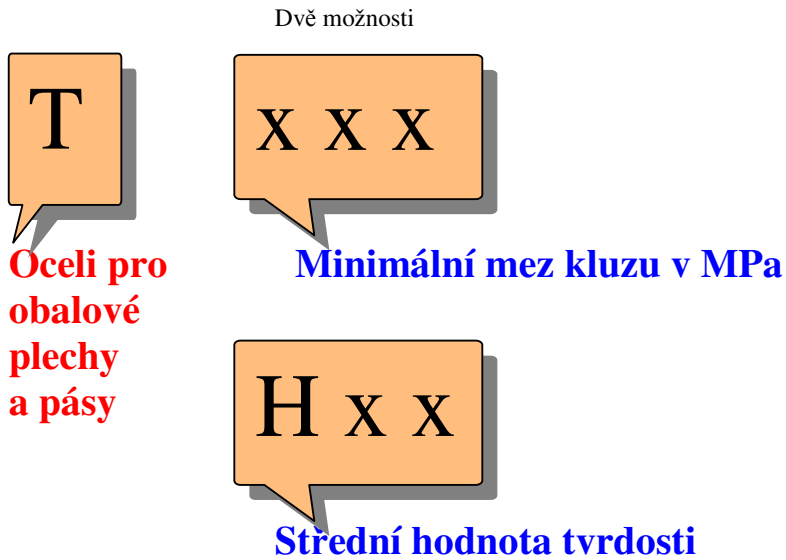
Příklad:



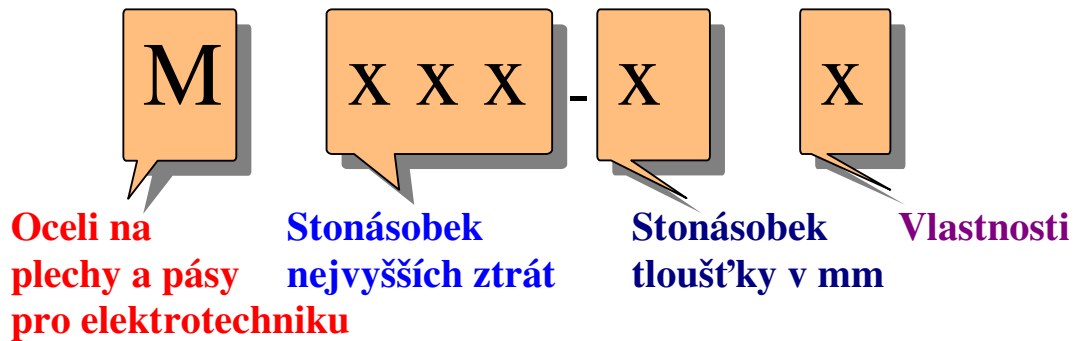
➤ Ploché výrobky k tváření za studena



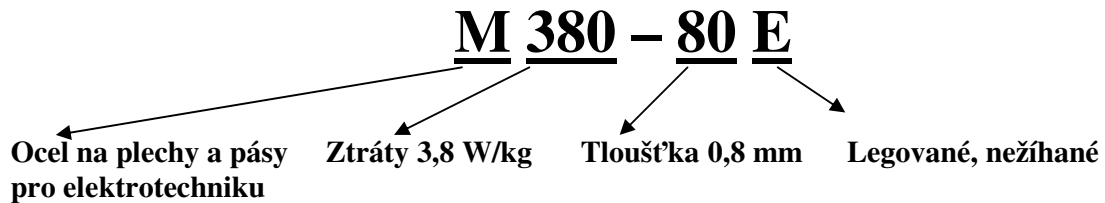
➤ Obalové plechy a pásy



➤ **Plechý a pásy pro elektrotechniku**

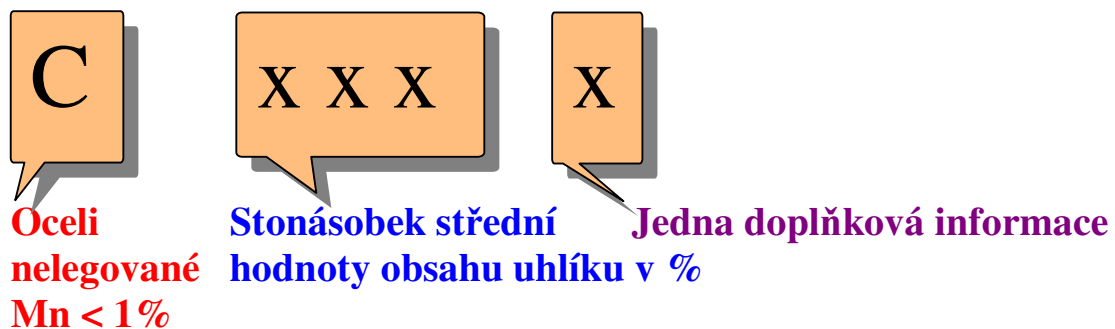


Příklad:

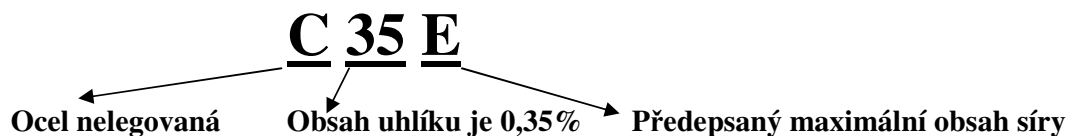


- Skupina 2 - Značky vytvořené podle chemického složení ocelí:

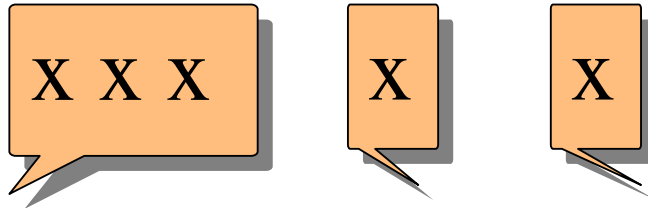
➤ **Nelegované oceli (s výjimkou automatových) se středním obsahem Mn < 1 %**



Příklad:

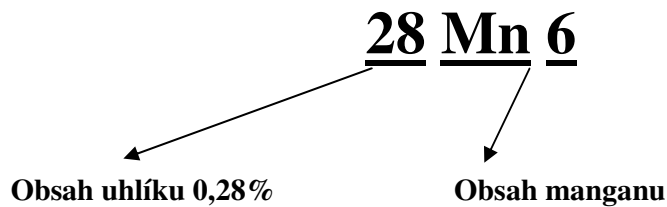


- Nelegované oceli se středním obsahem Mn = 1 oceli a legované oceli (kromě rychlořezných) se středními obsahy jednotlivých legujících prvků pod 5 %

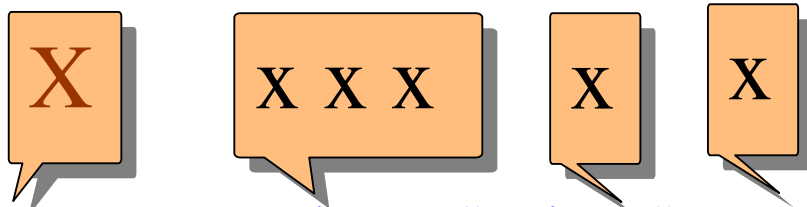


Stonásobek střední hodnoty obsahu uhlíku v % **Značky legujících prvků** **Množství legujících prvků**

Příklad:

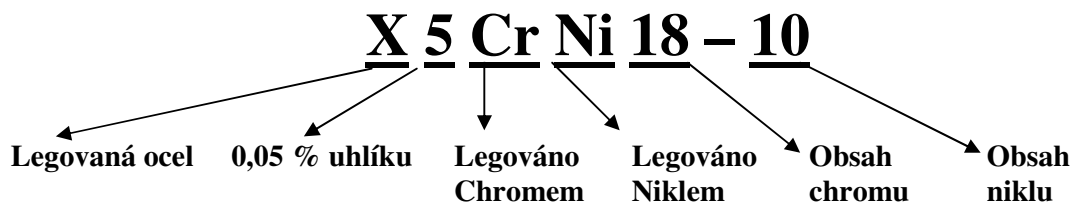


- Legované oceli (kromě rychlořezných) s obsahem min jednoho legujícího prvku = 5 %

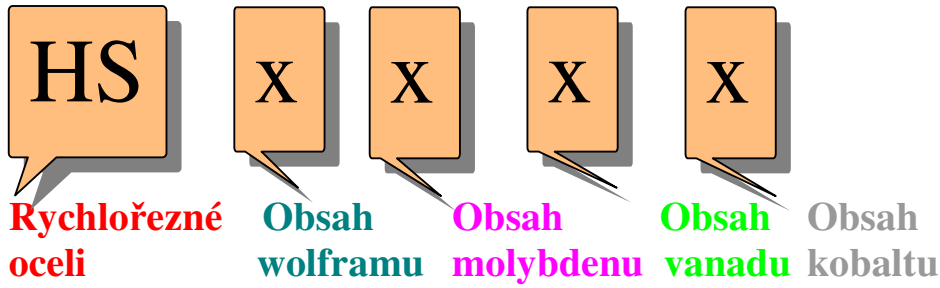


Oceli legované legující prvek = 5 % **Stonásobek střední hodnoty obsahu uhlíku v %** **Značky legujících prvků** **Množství legujících prvků oddělované pomlčkou**

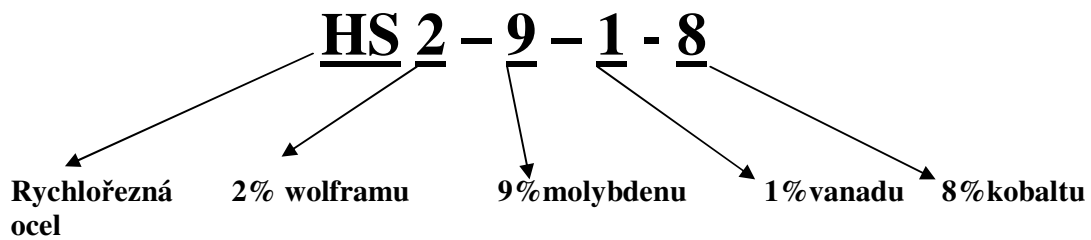
Příklad:



➤ Rychlořezné oceli



Příklad:



Pokud chceme označit ocel na odlitky tak je označování stejné, pouze se před celou

značku napíše velké písmeno

G

9.2.2 Systémy číselného označování podle EN 10027-2

Tato norma upřesňuje pravidla pro tvorbu číselného označení jednotlivých ocelí. Jednoduše řečeno, každá ocel má vytvořeno své registrační číslo, pod kterým je zanesena v databázi číselného značení. V současné době je známo asi 12 000 slitin technického železa.



1. Vysvětli značku tohoto materiálu **11 373**
2. Vysvětli značku tohoto materiálu **12 040**
3. Vysvětli značku tohoto materiálu **14 520**
4. Vysvětli značku tohoto materiálu **19 830**
5. Vysvětli značku tohoto materiálu **15 142**
6. Vysvětli značku tohoto materiálu **S235JRG2**
7. Vysvětli značku tohoto materiálu **L360Qa**
8. Vysvětli značku tohoto materiálu **P265GH**
9. Vysvětli značku tohoto materiálu **E295GC**
10. Vysvětli značku tohoto materiálu **14 260**
11. Vysvětli značku tohoto materiálu **42 2540**
12. Vysvětli značku tohoto materiálu **28Mn6**
13. Vysvětli značku tohoto materiálu **X2CrNiMo**

10 Použití ocelí



Cílem této kapitoly je abych znal jaké strojní součásti se vyrábějí z jakých ocelí



2 vyučovací hodiny + 4 hodiny domácí přípravy



10.1 Oceli třídy 10

(konstrukční oceli obvyklých jakostí) – patří k nejlevnějším ocelím, které mají nízký obsah uhlíku a nezaručenou čistotu i chemické složení. Jsou dobře svařitelné a obrobitelné. Používají se v tepelně nezpracovaném stavu nejčastěji jako dráty a plechy. Příklady použití:

- 10 000 – méně důležité součásti bez nosných svarů
- 10 004 – pásy a pruhy na obíjení beden a na pancéřování kabelů, bezešvé trubky pro podružné účely (vodovody, ústř.topení, chladicí zařízení, důlní stojky apod.)
- 10 370 – Konstrukce a součásti strojů bez nosných svarů, šrouby, nýty, upevňovadla, drobné kolejnice.
- 10 420 – konstrukce a součásti strojů bez nosných svarů, nýtované lodní konstrukce, výhybkový materiál.
- 10 451 – k výrobě nýtů pro nýtované konstrukce z ocelí 11 483 a 11 523, tyče a dráty do tloušťky 20 mm.
- 10 216 – k výrobě zkručených tyčí pro betonovou výztuž
- 10 500 – výroba důlních a polních kolejnic
- 10 650 – jeřábové a železniční kolejnice
- 10 750 – žlábkové kolejnice pro městské dráhy a vlečky

10.2 Oceli třídy 11

(konstrukční oceli obvyklých jakostí) – mají předepsanou čistotu a zaručenou pevnost v tahu, mez kluzu i tažnost. Jsou odstupňovány podle obsahu uhlíku a podle pevnosti. Příklady použití:

- 11 343 – drobné lisované a tvářené výrobky, např. stavební a nábytkové kování, třmeny, rozpěrky, páky, hřebíky apod., málo namáhané nýtované a svařované konstrukce
- 11 375 – (dle ČSN EN S235JRG2) kované a lisované součásti určené ke svařování (mostní, jeřábové a strojní konstrukce, spirální skříňe vodních turbín), vrata plavidlových komor.
- 11 423 – málo namáhané hřídele a ozubená kola, zápustkové výkovky, součásti železničních vozidel (narázníky, tažné háky, brzdové hřídele apod.)
- 11 523 – (dle ČSN EN S355J2G3) mostní i jiné konstrukce, svařované a nýtované trupy říčních a námořních plavidel
- 11 600 – jako u ocelí předchozí, ale jsou určeny pro větší namáhání (klíny, pastorky, šneky, vřetena lisů, apod.)

- 11 700 – výkovky a výlisky, které mají mít velkou tvrdost bez tepelného zpracování (části rozvodného ústrojí, tvrdé válce apod.), pásy a pruhy za studena válcované na destičky Gallových řetězů
- 11 800– výroba kovaných koulí do mlecích mlýnů, tvarové pružiny a destičky kloubových řetězů

10.3 Oceli třídy 12

(konstrukční oceli ušlechtilé uhlíkové) – používají se tam, kde jsou větší požadavky na jakost oceli než u třídy 11. Tato ocel se používá zejména v tepelně zpracovaném stavu, např. oceli cementované a povrchově kalené. Příklady použití:

- 12 010 – málo namáhané cementované součásti strojů a silničních motorových vozidel (čepy, pouzdra, šrouby, vačkové hřídele, zasouvací vidlice, ozubená kola, apod.), nástroje a měřidla (kalibry, trny, frézy na dřevo, apod.)
- 12 040 – (dle ČSN EN C35) velké hřídele stabilních spalovacích motorů, parních strojů, čerpadel, velké pístnice, automobilové klikové hřídele, ojnice, páky řízení, závěsy pružin, apod.
- 12 050 – (dle ČSN EN C45) hřídele turbokompresorů, čerpadel, těžkých strojů, větší ozubená kola, šneky, písty kompresorů, klikové hřídele, ojnice, páky řízení, závěsy pružin, hřídele elektromotorů a dynam.
- 12 063 – pro potřeby zvýšené odolnosti proti otěru, např. obruče a celistvá kola pouličních kolejových vozidel
- 12 088 – patentový drát pro těžná lana
- 12 041, 12 060, 12 071, 12 081, 12 090 – určeny pro výrobu různých druhů pružin.

10.4 Oceli třídy 13

(konstrukční oceli ušlechtilé slitinové) – jsou to oceli legované manganem a křemíkem a používají se tam, kde ocel tř.12 nevyhovuje a ocel chromová by byla drahá. Je známá jako ocel pružinová a používá se pro pružiny velmi namáhané s vysokou mezí průtažnosti, dostatečnou houževnatostí a velkou mezí únavy. Příklady použití:

- 13 141 – (dle ČSN EN 28Mn6) menší hřídele, ojnice, šrouby, páky a velké výkovky
- 13 242 – (dle ČSN EN 37MnV7) značně namáhané strojní součásti (klikové hřídele, nápravy, čepy automobilů a traktorů)
- 13 180 – zvláště namáhané ploché pružiny, pružiny z tenčích drátů a pružiny zvláštních průřezů a tvarů pro hospodářské stroje
- 13 270 – (dle ČSN EN 60Si7) vinuté pružiny kolejových vozidel a hospodářských strojů, listy k pružinovým bucharům, spojkové lamely a pružiny automobilů.

Pro elektrotechniku jsou důležité oceli legované křemíkem, které se používají na dynamové a transformátorové plechy

10.5 Oceli třídy 14

(konstrukční oceli ušlechtilé slitinové) – jsou legovány chromem do 1,8%. Používají se na součásti značně namáhané. Pokud mají nízký obsah uhlíku, tak se cementují, s vyšším obsahem uhlíku kalí. Příklady použití:

- 14 220 – (dle ČSN EN 16MnCr5) je to nejrozšířenější typ cementační oceli (ozubená kola, hnací a vačkové hřídele, čepy, talířová a řetězová kola, kardanové hřídele, válečky k motorovým hnacím řetězům.

- 14 100, 14 109 (100Cr6), 14 208, 14 209 – části valivých ložisek (kuličky, válečky, jehličky, soudečky, kroužky apod.)
14 260 – ventilové pružiny pístových motorů, ventilové desky, pružiny nárazníků, apod.

10.6 Oceli třídy 15

(konstrukční oceli ušlechtilé slitinové) – mají tyto vlastnosti – vysokou mez pevnosti a mez kluzu, zaručenou mez tečení, zvýšenou odolnost proti korozi, žárovečnost a jsou vhodné pro zušlechťení. Příklady použití:

- 15 110 – kotle, tlakové nádoby, bezešvé kotlové trubky
15 131 – (dle ČSN EN 34CrMo4) součásti vystavené vyšším teplotám (šrouby a svorníky parních turbín, parní potrubí, apod.)
15 142 – (dle ČSN EN 42CrMo4) na velmi namáhané součásti strojní a součásti silničních vozidel, na velké výkovky
15 260 – ventilové pružiny, pružiny na vysoká napětí, pružiny zbraní, apod.

10.7 Oceli třídy 16

(konstrukční oceli ušlechtilé slitinové) – jsou určeny pro součásti vysoce namáhané jak na povrchu, tak i v průřezu. Příklady použití:

- 16 240 – středně namáhané součásti s vyššími nároky na houževnatost a izotropii, např. díly stojanů a beranů lisů, výstředníkové hřídele, klikové hřídele, pastorky, válce pro vysoké tlaky, hřebenové válce, nápravy.
16 342 – (dle ČSN EN 17CrNiMo6) turbínová a kompresorová kola a menší hřídele
16 320 – součásti pracující za nízkých teplot jako lopatky a hřídele turbokompresorů
16 532 – vysoce namáhané součásti letadel jako podvozky, pístnice, závěsy křídel, šrouby apod.

10.8 Oceli třídy 17

(konstrukční oceli ušlechtilé slitinové) – jsou to oceli korozivzdorné, žárovzdorné, žárovečné a speciální. Příklady použití:

- 17 113 – (dle ČSN EN X10CrAl7) na součásti pecí vystavených působení síry a nauhličujících látek.
17 125 – pro kalírny, železární a tepelnou techniku, trubkové systémy kotlů pro teplotu spalin do 930°C
17 141 – tepelně velmi namáhané elektrické topné odpory do 1 300°C
17 322 – velmi namáhané sací a výfukové ventily letadlových a automobilových motorů.
17 349 – (dle ČSN EN X2CrNiMo) pro korozivzdorná zařízení a jejich součásti odolné mezikrystalické korozi, mají zvýšenou odolnost proti kyselinám.
17 436 – na nemagnetické součásti, zejména rotorové kruhy pro elektrické generátory (rotorové kruhy, klíny, spojovací součásti, apod.)
17 481 – výkovky, plechy a trubky na součásti pracující až při -195°C

10.9 Oceli třídy 19

(nástrojové oceli)

Uhlíkové – používají se především pro ruční nástroje

- 19 015 – formy - menší cementované formy pro tváření plastů a pryže.
měřidla - délková měřidla odečítací a stavitelná, délková a tvarová měřidla pevná.
- 19 065 – ruční nástroje - rašple a struháky všech druhů.
cementované nástroje - moletové válce, desky pro ocelotisk známek.
- 19 192 – výstružníky, nůžky, sekáče, kladiva, kamenické nářadí, nýtovací nářadí, apod.
- 19 255 – pilníky všech druhů

Legované manganem – mají dobrou tvarovou a rozměrovou stálost

- 19 313 – závitníky, závitové čelisti, spároměry, kalibry, šablony, apod.

Legované chromem – chrom zvyšuje prokalitelnost a od 4%Cr jsou nástroje kalitelné na vzduchu

- 19 436 – řezné nástroje. Nástroje pro stříhání za studena, nástroje pro tváření za studena, formy, nástroje pro drcení a mletí.

Legované kombinací více prvků – hlavně pro nástroje na tváření za tepla i za studena

- 19 564 – nástroje pro tváření - zápustky pro lisy, zápustkové vložky, kovátko, protlačovací nástroje, nástroje pro postupové lisy.
nástroje pro stříhání - ostříhovací matrice, prostříhovací trny, apod.
- 19 680 – mimořádně tepelně namáhané matrice na protlačování profilových trubek a tyčí z mědi a jeho slitin

Legované wolframem – jsou náročné na tepelné zpracování, ale po něm mají vysokou tvrdost a odolnost proti otěru i při vyšších teplotách

- 19 712 – frézy, vrtáky, výstružníky, vrtáky protahovací a protlačovací trny, závitníky závitové čelisti, apod.

Rychlořezné oceli (RO) – jsou komplexně legované a vyrábějí se klasicky nebo práškovou metalurgií. Legujícími prvky jsou wolfram, chrom, vanad, molybden (karbidotvorné prvky) a kobalt. Uhlíku mívají zpravidla méně než 1%

- 19 820 – řezné nástroje, nástroje na tváření za studena, nástroje pro stříhání za tepla, nástroje na obrábění nekovových materiálů.
- 19 855 – řezné nástroje - vysoce namáhané nástroje pro obrábění oceli o vysoké pevnosti a těžkoobrobitelných materiálů při vysokých řezných rychlostech, např. soustružnické, obráběcí a hoblovací nože, frézy, nástroje na ozubení



1. K čemu se používají oceli třídy 10 a 11?
2. Které oceli používáme k výrobě pružin?
3. Které oceli se používají k výrobě strojních součástí (hřídele apod.)
4. K čemu se používají oceli třídy 17?
5. Jaké nástroje se vyrábějí z uhlíkové nástrojové oceli?

11 Litiny



kuplovna, lupínkový grafit, kuličkový grafit, vermikulární grafit,



Cílem této kapitoly je, abych pochopil podstatu litiny. Abych znal v čem se litina vyrábí, podle čeho litiny rozdělujeme a jak a k čemu se jednotlivé druhy litin používají.

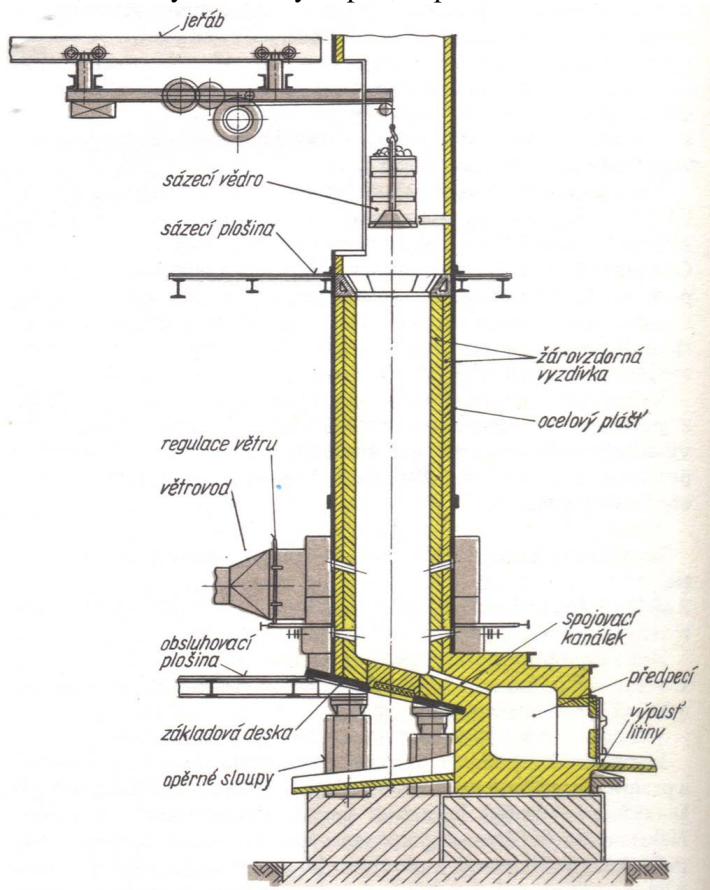


2 vyučovací hodiny + 4 hodiny domácí přípravy



11.1 Výroba litin

Litina je slitina železa s uhlíkem, jehož obsah je minimálně 2%, křemíkem manganem a případně dalšími prvky. Vyrábí se v šachtové peci zvané kuplovna, plamenných pecích nístějových nebo v elektrických pecích. V peci přetavujeme suroviny v tomto složení –surové železo, litinový a ocelový odpad, vápenec a koks.



Obr. 11.1 Kuplovna

11.2 Rozdělení a použití litin

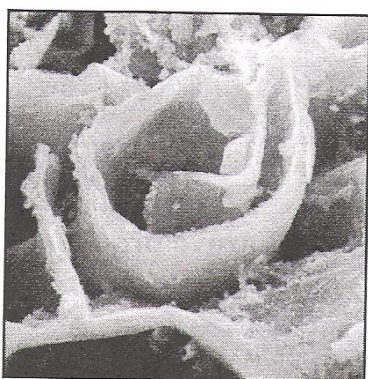
11.2.1 Šedá litina (s lupínkovým grafitem)

je nejstarší a nejpoužívanější pro výhodné technologické vlastnosti – nízkou tavící teplotu (1 200°C), zabíravost a poměrně dobrou obrobiteľnost. Velmi dobře tlumí chvění, ale má poměrně malou pevnost a tažnost.

ČSN 42 2410 – (EN-GJL-100) na součásti kamen, skříně rozvaděčů, na sanitární a smaltované zboží

ČSN 42 2420 – (EN-GJL-200) na strojní odlitky, armatury, části motorů, turbín, pístových strojů, na válce kompresorů a motorů

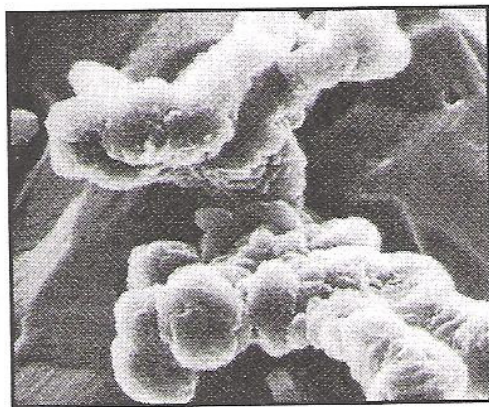
ČSN 42 2430 – (EN-GJL-300) značně namáhané strojní odlitky, na stojany těžkých obráběcích strojů, speciální odlitky, součásti armatur



Obr. 11.2 Lupínkový grafit

11.2.2 Litina s červíkovitým (vermikulárním) grafitem

vlastnostmi tvoří přechod mezi šedou a tvárnou litinou. Má vyšší pevnost než šedá litina a naopak lepší tepelné vlastnosti, lepší útlumové schopnosti a lepší slévateľnost než litina tvárná. Vyrábí se očkovaním hořčíkem za současného přidání prvků (titan), které zamezí tvorbu kuličkového grafitu. Tyto litiny jsou vhodné k použití pro tepelně namáhané odlitky, především odlitky vystavené změnám teploty, jako např. ocelářské kokily, bloky válců, hlavy válců a části brzd motorových vozidel. Evropskou normou není dosud normalizována.



Obr. 11.3 Vermikulární grafit

11.2.3 Tvárná litina (s kuličkovým grafitem)

vyrábí se očkovaním hořčíkem. Ve srovnání s šedou litinou má výrazně lepší mechanické vlastnosti, jako vyšší pevnost, tažnost i houževnatost. Nevýhodou je špatná slévateľnost z důvodů velké smršťivosti, kdy je potřeba konstruovat velké nálitky. Přesto je to vysoce kvalitní materiál, který v sobě spojuje přednosti oceli na odlitky a přednosti šedé litiny. ČSN 42 2303 – (EN-GLS-400-18) součásti silničních vozidel a zemědělských strojů, tělesa armatur a jiné dynamicky namáhané odlitky
ČSN 42 2305 – (EN-GLS-500-7) součásti staticky i dynamicky namáhané, na vodící a kluzné lišty, tělesa armatur, na válečky rovnaček a podávací válečky, na převodové skříňě
ČSN 42 2307 – (EN-GLS-700-2) součásti značně namáhané otěrem, na ozubená kola a vačkové hřídele, na oběžná a rozváděcí kola čerpadel, na brzdové bubny.



Obr. 11.4 Kuličkový grafit

11.2.4 Bílá litina

uhlík obsažený v bílé litině je vázán ve formě cementitu Fe_3C . Litina je velmi tvrdá, křehká a na lomu bílá. Použití bílé litiny je pro její velkou křehkost velmi omezené, např. na mlecí desky, mlecí tělesa, rošty apod. Hlavní význam spočívá v tom, že se z ní vyrábí litina temperovaná.

11.2.5 Temperovaná litina (s vločkovým grafitem)

vyrábí se tepelným zpracováním (temperováním tj. grafitizační žhání) z bílé litiny. Je odolná proti nadměrnému zokujení, lépe obrobitelná než šedá litina a má dobré feromagnetické vlastnosti. Podle způsobu temperování rozlišujeme litinu s bílým lomem (temperovaná oduhlčujícím způsobem) a litinu s černým lomem (temperování neoduhlčujícím způsobem).
ČSN 42 2536 – (EN-GJMW-350-4) na odlitky pro nápravy, tkalcovské stavy, kompresory, odlitky prstů k žacím strojům, třmenů, západek, klíčů k zámkům, apod.
ČSN 42 2540 – (EN-GJMW-400-5) na odlitky pro motocykly a automobily, odlitky fitinků, pro staticky namáhané odlitky ke zvláštním účelům.
ČSN 42 2531 – (EN-GJMB-300-6) stavební kování, šroubové klíče, odlitky pro hydraulické rozvody se zvýšeným požadavkem na nepropustnost, odlitky pro textilní, zemědělské a obráběcí stroje, garážové zvedáky, pro Ewartovy a svorníkové řetězy, armatury v elektrotechnice, vagony, traktory.
ČSN 42 2555 – (EN-GJMB-550-4) odlitky pístů Dieslových motorů, vahadel, klikových hřídelí.

11.2.6 Tvrzená litina

je to druh litiny, u které vlivem rychlejšího ochlazování povrchu odlitku vznikne velmi tvrdá povrchová vrstva a jádro zůstane měkčí a houževnatější. Dosahujeme toho odléváním do kovových forem – kokil nebo se do licí formy vloží kovová hladítka. Používá se hlavně na výrobu hladkých i profilovaných válců pro válcovací stolice, průvlakových desek, na vačkové hřídele s tvrzenou povrchovou částí vaček a čepů, na zdvihátka ventilů spalovacích motorů, vagónová kola, součásti drtících strojů, apod.

11.2.7 Legovaná litina

legováním se zlepšují následující vlastnosti šedých, tvárných i temperovaných litin:

- a) **mechanicko-technologické vlastnosti** – pevnost, tvrdost, houževnatost, odolnost proti opotřebením, prokalitelnost, dobrá obrobitelnost při zachování pevnosti
- b) **vlastnosti za zvýšených teplot** – mez pevnosti při tečení, žárovzdornost, objemová stálost
- c) **korozivzdornost** v neutrálním, kyselém nebo zásaditém prostředí

Podle legur dělíme legované litiny na:

- 1. Litiny legované hliníkem** – mají vysokou odolnost proti oxidaci a vzniku okují a korozivzdornost, vyznačují se malou hustotou a vysokým elektrickým odporem. Používají se na odlitky výfuků, rošty koksárenských topenišť, žárovzdorné odlitky.
- 2. Litiny legované křemíkem** – s obsahem křemíku do 10% jsou tyto litiny žárovzdorné do teploty 850°C např slitina „silal“. Pro zvýšení žárovzdornosti se přidává do litiny chrom. Používají se např. na roštnice, výstelky a víka pecí, cementační nádoby. Pro dosahování vyšší žárovzdornosti se mohou legovat také přidáním molybdenu. S obsahem křemíku do 20% se tyto litiny vyznačují vysokou chemickou odolností vůči kyselinám. Používá se na odlitky čerpadel kyselin, armatury, mísiče a kotle v chemickém průmyslu.
- 3. Litiny legované chromem** – tato litina se vyznačuje vysokou odolností vůči korozi, opotřebením a žárovzdorností až do vysokých teplot. Slouží pro výrobu odlitků vystavených abrazivnímu namáhání, např. drtící, míchací, třídící a úpravárenská zařízení.
- 4. Litiny legované niklem** – přísada niklu zvyšuje pevnost, odolnost vůči korozi, žárovzdornost i odolnost proti opotřebením. Ve srovnání s litinou legovanou chromem je její výroba jednodušší a levnější. Používá se na výrobu oběžných kol čerpadel, mlecích koulí, korozivzdorné odlitky čerpadel a ventilů, konstrukční díly pecí, součásti těles plynových turbín a sklářské lisovací formy.



1. Podle čeho rozlišujeme litiny?
2. Kolik uhlíku obsahují litiny?
3. Jakým způsobem a v čem se vyrábí litina?
4. K čemu se používá šedá litina?
5. K čemu se používá tvárná litina?
6. K čemu se používá vermikulární litina?
7. Jaká je podstata tvrzené litiny?
8. K jakým účelům slouží bílá litina?

12 Značení litých materiálů



ČSN, EN



Cílem této kapitoly je, abych pochopil princip značení litin podle ČSN i EN a dokázal přečíst jakékoliv označení litiny.

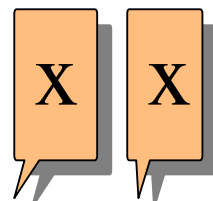
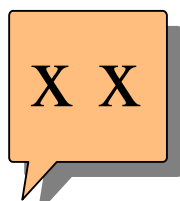
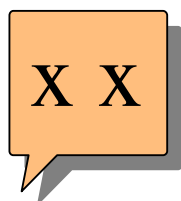


2 vyučovací hodiny + 4 hodiny domácí přípravy



12.1 Značení dle ČSN

Číselné označení slitin železa na odlitky je tvořeno základním šestimístným číslem, k němuž je možno připojit dvoumístné doplňkové číslo. Základní číslo označuje druh materiálu a ve spojení se značkou ČSN.



**Třída normy
hutnictví**

**Druh litiny
nebo oceli
na odlitky**

- 23-tvárná litina
- 24-šedá litina
- 25-temperovaná bílá a tvrzená litina
- 26-uhlíková ocel
- 27-nízko a středně legovaná ocel
- 28-ocel na odlitky přesně lité, nebo trvalé magnety
- 29-vysokolegované oceli

**Přesnější
určení**

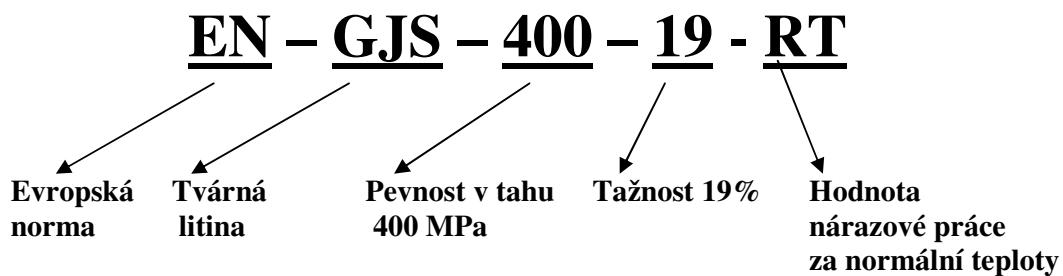
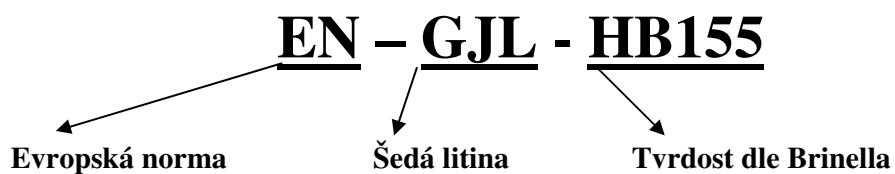
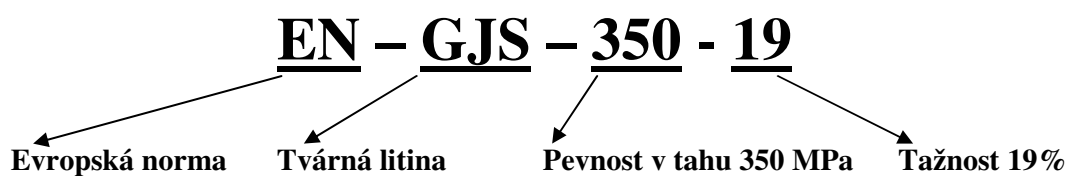
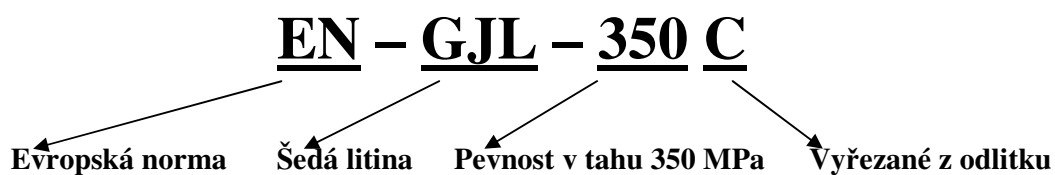
**Tepelné
zpracov.**

**Způsob
lití**

**přibližná pevnost v tahu
v desítkách MPa**

typ slitiny – složení a vlastnosti

Příklady:



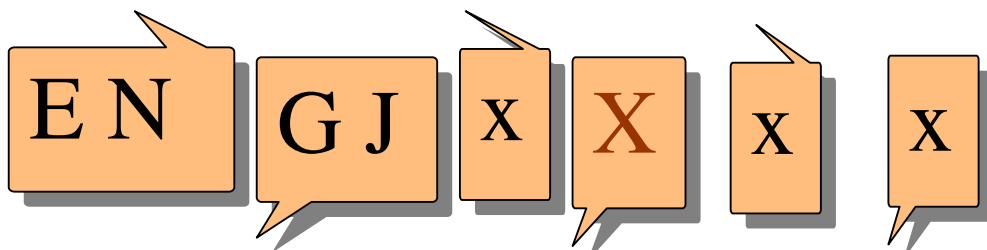
12.2.2 Označování podle chemického složení

➤ Označení bez udání obsahu uhlíku

Evropská norma

Druh litiny

Legující prvky

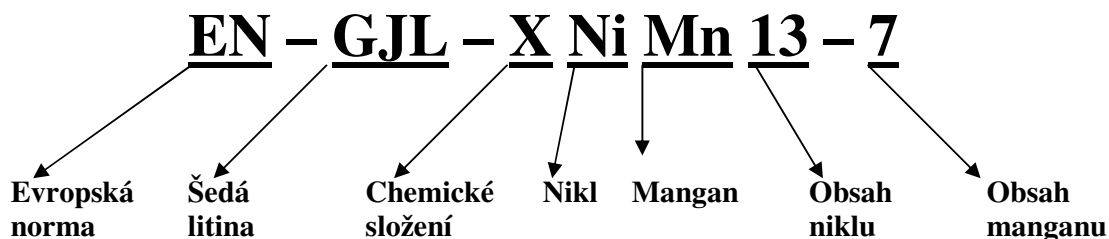


G značí materiál na odlitek
J značí litinu

Značení dle
chemického složení

Množství legujících
prvků

Příklad:



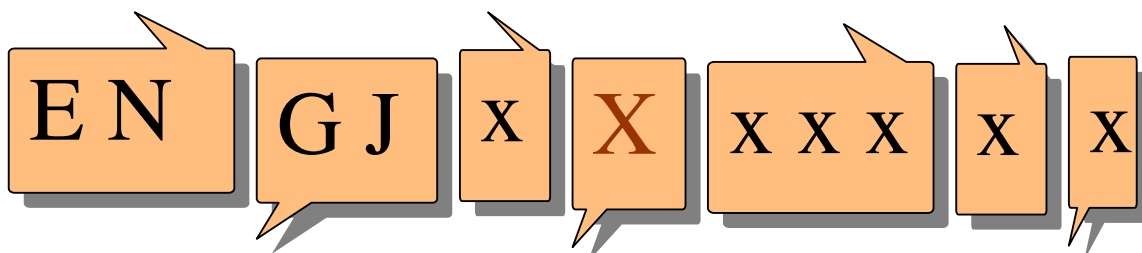
➤ Označení s udáním obsahu uhlíku

Evropská norma

Druh litiny

Obsah uhlíku
krát 100 v %

Legující
prvky

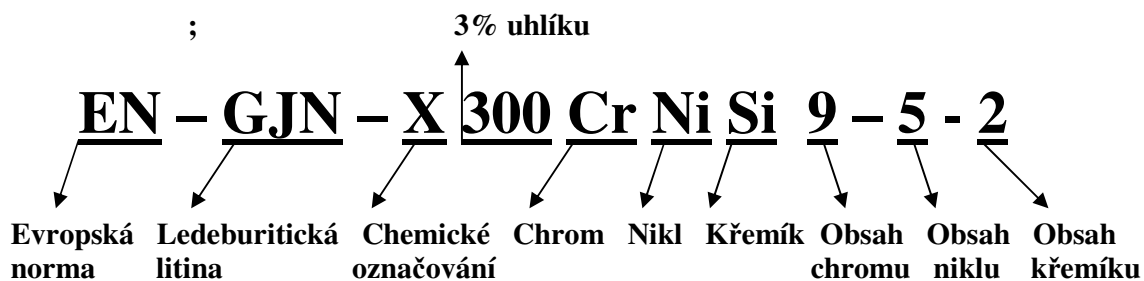


G značí materiál na odlitek
J značí litinu

Značení dle
chemického složení

Množství legujících
prvků

Příklad:



1. Vysvětli značku tohoto materiálu **42 2425**
2. Vysvětli značku tohoto materiálu **42 2303**
3. Vysvětli značku tohoto materiálu **GJL-200**
4. Vysvětli značku tohoto materiálu **42 2540**
5. Vysvětli značku tohoto materiálu **GJMW-400-5**
6. Vysvětli značku tohoto materiálu **GJN-X300CrNiSi 9-5-2**

13 Obsah

1	Přehled doprovodných značek	2
2	Pojmy strojírenské technologie – úvod do předmětu	3
3	Rozdělení technických materiálů	4
3.1	<i>Technické materiály</i>	4
3.2	<i>Mendělejevova periodická tabulka prvků</i>	5
3.3	<i>Základní kovy používané ve strojírenství</i>	5
3.4	<i>Další prvky důležité ve strojírenství</i>	6
3.5	<i>Rozdělení materiálů podle použití</i>	7
4	Vlastnosti technických materiálů	8
4.1	<i>Fyzikální vlastnosti</i>	8
4.2	<i>Chemické vlastnosti</i>	9
4.3	<i>Mechanické vlastnosti</i>	9
4.4	<i>Technologické vlastnosti</i>	10
5	Technické železo	11
5.1	<i>Výroba surového železa –přehled</i>	11
5.1.1	<i>Železné rudy</i>	11
5.1.2	<i>Příprava železné rudy</i>	11
5.1.3	<i>Palivo pro vysokou pec</i>	13
5.1.4	<i>Struskotvorné přísady</i>	13
5.1.5	<i>Vysoká pec</i>	14
5.1.6	<i>Vzduch pro vysokou pec</i>	16
5.1.7	<i>Produkty vysoké pece</i>	16
6	Jiné postupy výroby železa z rud	18
6.1	<i>Přímá výroba železa</i>	18
6.2	<i>Tavná redukce</i>	18
7	Přehled výroby oceli	20
7.1	<i>Výroba oceli v Martinských pecích</i>	20
7.1.1	<i>Martinská pec</i>	20
7.1.2	<i>Tandemová pec</i>	21
7.2	<i>Výroba oceli v konvertorech</i>	21
7.2.1	<i>konvertor LD</i>	21
7.2.2	<i>konvertor dmýchaný spodem –</i>	22
7.2.3	<i>konvertor s kombinovaným dmýcháním</i>	23
7.3	<i>Výroba oceli v elektrických pecích</i>	23
7.3.1	<i>elektrické obloukové pece</i>	23
7.3.2	<i>elektrické indukční pece</i>	24
7.3.3	<i>pece s plazmovým ohřevem</i>	24
7.4	<i>Mimopecní metalurgie</i>	24
7.5	<i>Odlévání ocelí</i>	25
7.6	<i>Schéma výroby technického železa</i>	27

8	Rozdělení ocelí	28
8.1	Rozdělení ocelí do tříd dle ČSN	28
8.2	Rozdělení ocelí dle EN	29
9	Označování ocelí	30
9.1	Označování ocelí dle ČSN	30
9.1.1	Obecná značka	30
9.1.2	Oceli třídy 10 a 11	31
9.1.3	Oceli třídy 12 až 16	31
9.1.4	Oceli třídy 17	32
9.1.5	Oceli třídy 19 (nástrojové)	32
9.2	Označování ocelí dle EN	33
9.2.1	Systém zkráceného označování ocelí podle EN 10027-1	33
9.2.2	Systémy číselného označování podle EN 10027-2	41
10	Použití ocelí	43
10.1	Oceli třídy 10	43
10.2	Oceli třídy 11	43
10.3	Oceli třídy 12	44
10.4	Oceli třídy 13	44
10.5	Oceli třídy 14	44
10.6	Oceli třídy 15	45
10.7	Oceli třídy 16	45
10.8	Oceli třídy 17	45
10.9	Oceli třídy 19	46
11	Litiny	47
11.1	Výroba litin	47
11.2	Rozdělení a použití litin	48
11.2.1	Šedá litina (s lupínkovým grafitem)	48
11.2.2	Litina s červíkovitým (vermikulárním) grafitem	48
11.2.3	Tvárná litina (s kuličkovým grafitem)	49
11.2.4	Bílá litina	49
11.2.5	Temperovaná litina (s vločkovým grafitem)	49
11.2.6	Tvrzená litina	50
11.2.7	Legovaná litina	50
12	Značení litých materiálů	51
12.1	Značení dle ČSN	51
12.2	Značení dle EN	52
12.2.1	Označování podle mechanických vlastností	52
12.2.2	Označování podle chemického složení	54
13	Obsah	56

