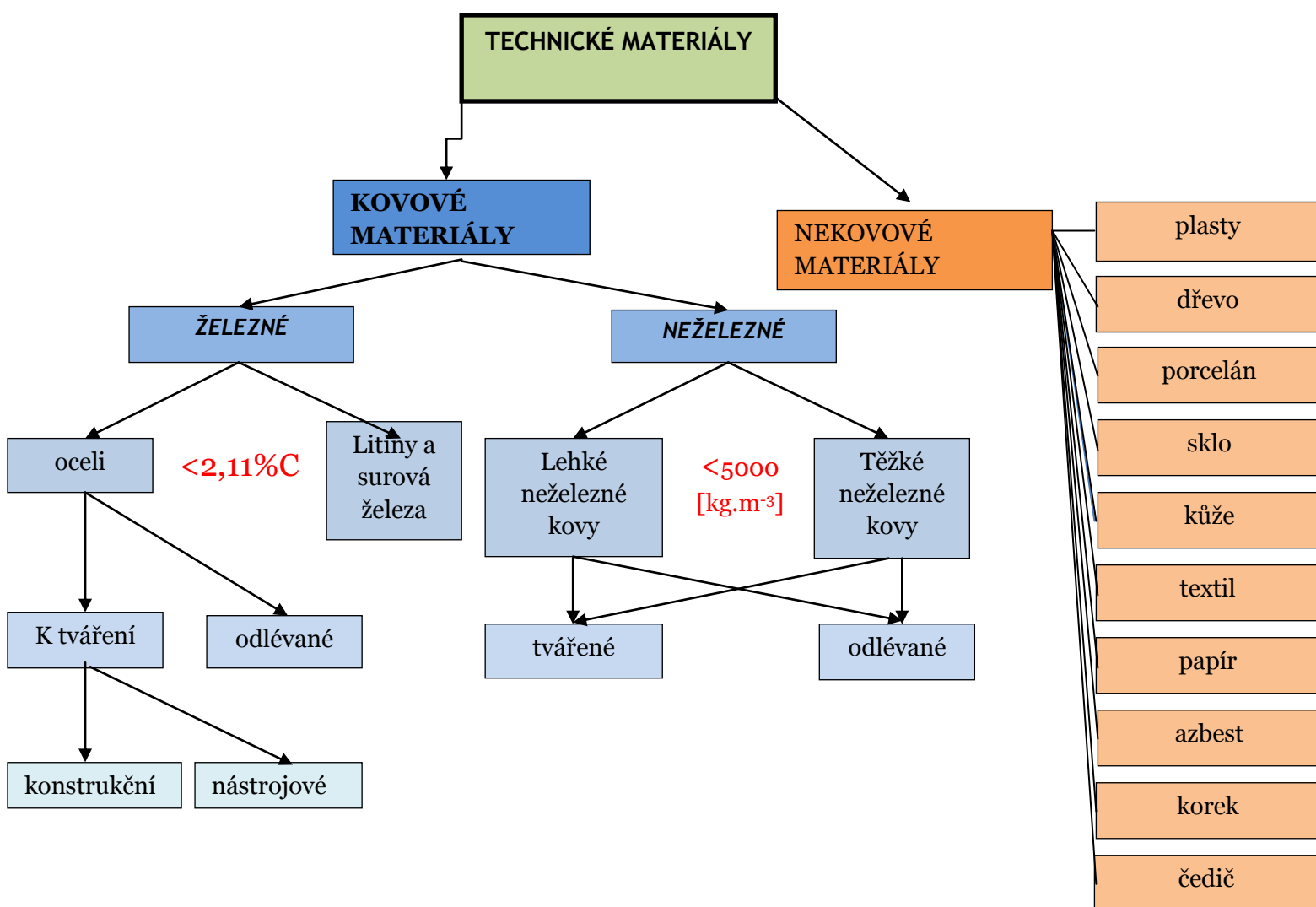




Rozdělení technických materiálů

TECHNICKÉ MATERIÁLY jsou materiály běžně využívané v technické praxi. Ze všech dosud známých prvků tvoří tři čtvrtiny kovy, tyto kovové prvky jsou základními strukturními prvky **KOVOVÝCH MATERIÁLŮ**. Ostatní materiály neobsahující kovové prvky nazýváme **NEKOVOVÉ MATERIÁLY**.

KOVOVÉ MATERIÁLY obsahující ve struktuře železo nazýváme **ŽELEZNÉ KOVY**, jsou to nejdůležitější a v průmyslu nejpoužívanější technické slitiny. Na jejich vlastnosti má největší vliv uhlík. Podle jeho obsahu rozděluje slitiny železa na **oceli**, **surová železa** a **litiny**.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

OCELI

Ocel je slitina železa Fe, uhlíku C a dalších doprovodných prvků, kde procentuální zastoupení uhlíku nepřesahuje 2,11. Ocel se vyrábí zkujňováním v konvertorech, martinských pecích, elektrických pecích, nebo kyslíkových konvertorech a následným odlitím do kokil (kovových forem). V kokilách ocel ztuhne na ingoty.

Oceli k tváření rozdělujeme podle stupně legování na oceli **nelegované (uhlíkové)** s tímto maximálním obsahem prvků 0,9% Mn; 0,5% Si; 0,3% Cr; 0,5% Ni; 0,3% Cu; 0,2%W; 0,2% Co; ostatní legury Mo; V; Ti; Al; Nb; Zr a Pb, a na oceli **legované**, kde střední obsah kteréhokoliv z uvedených prvků je vyšší než výše udané hodnoty.

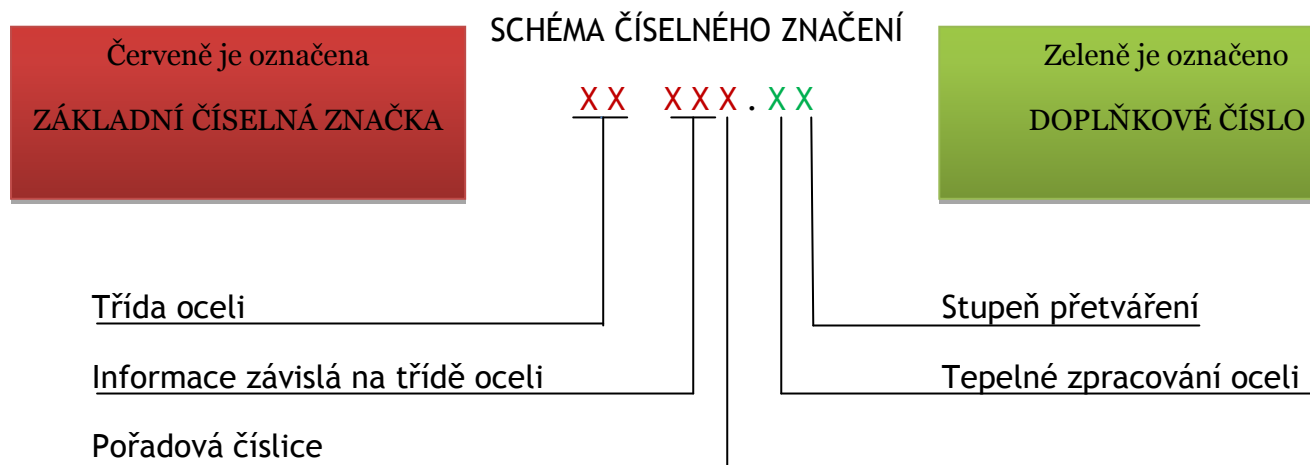
Podle obsahu uhlíku se nelegované oceli rozdělují na:

- nízkouhlíkovou ocel do 0,25 %C
- středněuhlíkovou od 0,25 do 0,6 %C
- vysokouhlíkovou nad 0,6 %

Číselné označování a rozdělení ocelí ke tváření

Výběr z ČSN EN 10020 (42 0002)

Oceli k tváření se označují číselně a toto označení se skládá ze **základní číselné značky** a **doplňkového čísla** odděleného tečkou.



První číslice - v základní pětimístné číselné značce je 1. a vyjadřuje, že se jedná o ocel ke tváření.

Druhá číslice - ve spojení s první číslicí označuje třídu jakosti oceli.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Třetí a čtvrtá číslice - význam těchto číslic se různí podle třídy ocelí.

Pátá číslice - má význam pořadový.

První doplňková číslice - vyjadřuje konečný stav oceli, tj. druh tepelného zpracování

1x xxx.0 Stav oceli - tepelně nezpracovaný

1x xxx.1 Stav oceli - normalizačně žíhaný

1x xxx.2 Stav oceli - žíhaný s uvedením způsobu žíhání

1x xxx.3 Stav oceli - žíhaný na měkko

1x xxx.4 Stav oceli - kalený, nebo kalený a popouštěný při nízkých teplotách, po rozpouštěcím žíhání (jen u austenitických ocelí)

1x xxx.5 Stav oceli - normalizačně žíhaný a popouštěný

1x xxx.6 Stav oceli - zušlechťený na dolní pevnost obvyklou u příslušné oceli

1x xxx.7 Stav oceli - zušlechťený na střední pevnost obvyklou u příslušné oceli

1x xxx.8 Stav oceli - zušlechťený na horní pevnost obvyklou u příslušné oceli

1x xxx.9 Stav oceli - stavy, které nelze označit číslicemi 0-8

Druhy tepelného zpracování se uvádějí v materiálových listech kromě doplňkové číslice i slovně, pro stav žíhaný se uvádí slovně i druh žíhání.

Druhá doplňková číslice - vyjadřuje konečný stupeň přetváření u ocelových plechů a pásů. Význam těchto číslic platí pro všechny třídy ocelí.

1x xxx.x0 dále nepřeválcováno

1x xxx.x1 lehce převálcováno

1x xxx.x2 $\frac{1}{4}$ tvrdý

1x xxx.x3 $\frac{1}{2}$ tvrdý

1x xxx.x4 $\frac{3}{4}$ tvrdý

1x xxx.x5 4/4 tvrdý

1x xxx.x6 5/4 tvrdý



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1x xxx.x⁷ netvoří se při něm čtyřlístky (jsou zpracovány se zřetelem na omezení anizotropie (v různých směrech různé vlastnosti) mechanických vlastností materiálů - omezení tvorby cípů):mechanické vlastnosti jako u měkce žíhaného materiálu

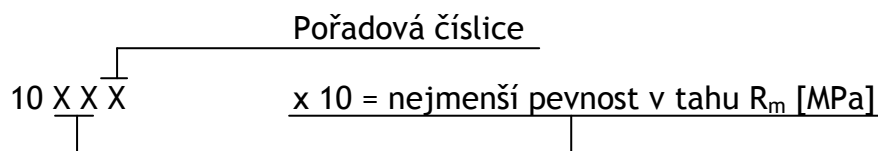
1x xxx.x⁸ zpracováno podle zvláštního předpisu

1x xxx.x⁹ zpracováno podle dohodnutého předpisu

KONSTRUKČNÍ OCELI

Rozdělení do tříd

Oceli třídy 10 jsou oceli nelegované, nemají zaručené chemické složení ani čistotu.



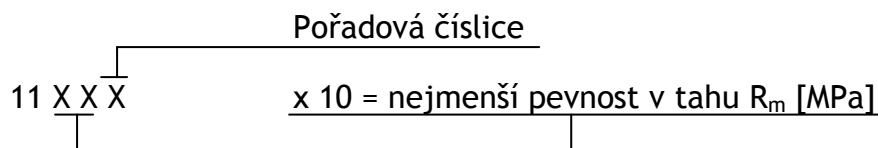
Použití: na nejméně náročné stavařské a zámečnické práce

Příklad: 10 370.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 360 - 440$ MPa
- $R_{emin} = 205$ MPa

Ocel 10 370.0 je konstrukční ocel s dobrou tavnou svařitelností, používá se pro výrobu součástí bez nosných svarů, pro výrobu plechů tloušťky 0,5 - 3,5 mm na lemované součásti.

Oceli třídy 11 jsou oceli nelegované, mají předepsané a zaručené hodnoty mechanických vlastností (mez pevnosti v tahu, mez kluzu a tažnost) a předepsaný obsah C, P, S popřípadě P+S. Vyžaduje se od nich, aby nebyly náchylné k lámavosti za studena. Mechanické vlastnosti ovlivňuje množství uhlíku. Z hutí jsou dodávány ve formě plechů, výlisků, výkovků, drátů, trubek a tvářených profilů.



Oceli třídy 11 XXX s obsahem uhlíku do 0,13 % jsou dobře tvárné za studena, mívají zaručenou svařitelnost a jsou vhodné pro lakování, pokovování a smaltování.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použití: vyrábějí se z nich části karoserií, nádobí, vany.

Příklad: 11 300.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 265 - 375 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 165 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 110

Ocel 11 300.0 je konstrukční ocel, která se používá k výrobě hlubokotažných plechů na části karosérií, na lisování jízdních kol, pro výrobu nádrží na benzín, vysokých dutých nýtů, radiátorů. Nehodí se k pokovování a smaltování.

Oceli třídy 11 XXX s obsahem uhlíku do 0,24 % jsou většinou zaručeně svařitelné dobře tvárné za studena i za tepla.

Použití: svařované konstrukce strojů namáhané staticky, popřípadě mírně dynamicky - čepy, páky, svorníky, pouzdra, ozubená kola, příruby, součásti parních kotlů, vodních turbín, energetických zařízení.

Příklad: 11 423.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 420 - 520 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 226 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 185

Ocel 11 423.0 je konstrukční ocel se zaručenou tavnou svařitelností, která se používá k výrobě mírně namáhaných hřídelů, čepů, ozubených kol, kde není požadována odolnost proti opotřebení.

Oceli třídy 11 XXX s obsahem uhlíku do 0,45 % jsou většinou zaručeně svařitelné dobře tvárné za studena i za tepla.

Použití: svařované konstrukce strojů namáhané staticky, popřípadě mírně dynamicky - čepy, páky, svorníky, pouzdra, ozubená kola, příruby, součásti parních kotlů, vodních turbín, energetických zařízení.

Příklad: 11 423.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 420 - 520 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 226 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 185

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ocel 11 423.0 je konstrukční ocel se zaručenou tavnou svařitelností, která se používá k výrobě mírně namáhaných hřídelů, čepů, ozubených kol, kde není požadována odolnost proti opotřebení.

Oceli třídy 11 XXX s obsahem uhlíku nad 0,45 % jsou oceli odolávající vyšším napjatostem (například vyšším tlakům) a mohou být vystavené většímu opotřebení.

Použití: klíny, vřetena obráběcích strojů, nosné a hybné hřídele.

Příklad: 11 700.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 685 - 835 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 345 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 290

Ocel 11 700.0 je konstrukční ocel vhodná pro větší nestřídavá namáhání, výkovky a výlisky z této oceli dosahují velké tvrdosti i bez tepelného zpracování. Používá se pro výrobu pásů a pruhů za studena válcovaných na destičky Gallových řetězů, držáků soustružnických nožů.

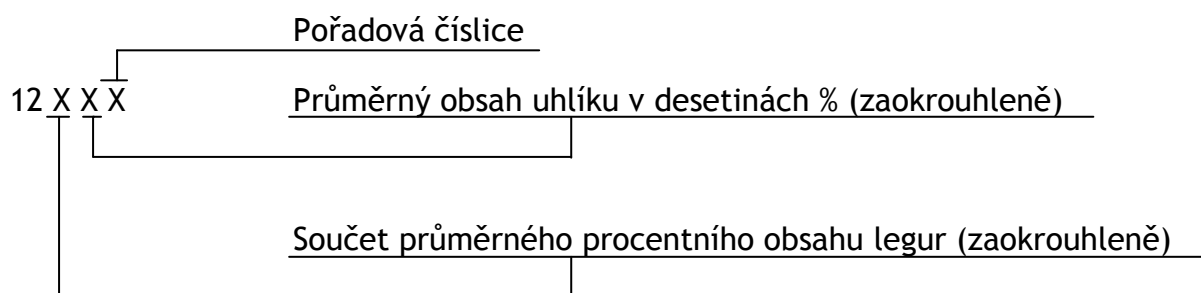
Zvláštní skupina ocelí 11 XXX - oceli automatové, jsou to oceli snadno obrobitelné, jsou charakteristické droбивou třískou.

Použití: pro výrobu součástí na rychlořezných automatech.

Příklad: 11 109.0

Je ocel automatová, velmi dobře obrobitelná používá se ve šroubárnách k výrobě spojovacích součástí.

Oceli třídy 12 mají ve srovnání s oceli třídy 10 a 11 vyšší čistotu a nižší obsah S a P. Procentuální množství C se pohybuje v rozsahu od 0,06 do 0,9. Oceli třídy 12 jsou oceli nelegované, mechanické vlastnosti ovlivňuje především množství uhlíku a způsob tepelného zpracování. Z hutí jsou dodávány ve formě plechů, výlisků, výkovků, drátů, trubek a tvářených profilů.





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oceli třídy 12 XXX k cementování jsou oceli s obsahem uhlíku do 0,2 % (cementování je syčení povrchu součásti uhlíkem a následné zakalení, je to způsob chemickotepelného zpracování, které vede u strojních součástí k tvrdému otěruvzdornému povrchu a houževnatému jádru).

Použití: používají se k výrobě ozubených a řetězových kol, zasouvacích vidlic, kalibrů, trnů, čepů a měřidel.

Příklad: 12 010.0 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 450 - 710 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 295 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 236

Ocel 12 010.0 je konstrukční ocel nelegovaná k cementování se zaručenou tavnou svařitelností, vhodná pro lisování za studena. Používá se pro méně namáhané cementované čepy, pouzdra, vačkové hřídele, ozubená a řetězová kola. Je vhodná pro výrobu kalibrů, trnů a měřidel nebo bezešvých trubek.

Oceli třídy 12 XXX k zušlechtování jsou oceli s obsahem uhlíku od 0,4 do 0,6 %, (zušlechtování je kalení a následné vysokotepelné popouštění, zajišťující u součástí vysokou houževnatost při zachování pevnosti).

Použití: používají se k výrobě vřeten obráběcích strojů, klikových hřídelů spalovacích motorů, ozubených kol, pístnic.

Příklad: 12 060.1 mechanické vlastnosti:

- $R_m = \text{min. } 600 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 345 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 253

Ocel 12 060.1 je konstrukční ocel nelegovaná k zušlechtování. Používá se pro výrobu méně namáhaných klikových a vačkových hřídelů automobilů, ozubených kol, pístnic a plunžrů.

Oceli třídy 12 XXX k povrchovému kalení jsou oceli s obsahem uhlíku od 0,4 do 0,6 %, u nichž se požaduje vysoká tvrdost povrchu (povrchové kalení je tepelné



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

zpracování, při kterém dochází k rychlému ohřátí povrchové vrstvy a následnému prudkému zchlazení, výsledkem je tvrdý otěruvzdorný povrch a houževnaté jádro).

Použití: používají k výrobě čepů, čelistí šoupátek, ozubených kol, kladek, vahadel, vidlic.

Příklad: 12 050.1 mechanické vlastnosti:

- $R_m = \min. 530 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 305 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 225

Ocel 12 050.1 je konstrukční ocel nelegovaná k zušlechťování a povrchovému kalení. Používá se pro výrobu hřídelů turbokompresorů, čerpadel, těžních strojů, elektromotorů a dynam, pro výrobu větších ozubených a šneků, pro automobilové klikové hřídele, ojnice, páky řízení, závěsy pružin, čepy.

Oceli třídy 12 XXX na patentované dráty jsou oceli s obsahem uhlíku od 0,3 do 1% (*patentování* drátů je kalení ocelových drátů s větším obsahem uhlíku, ocel se tím stává pevnější a houževnatější).

Použití: používají k výrobě jehel, ocelových lan, pružin

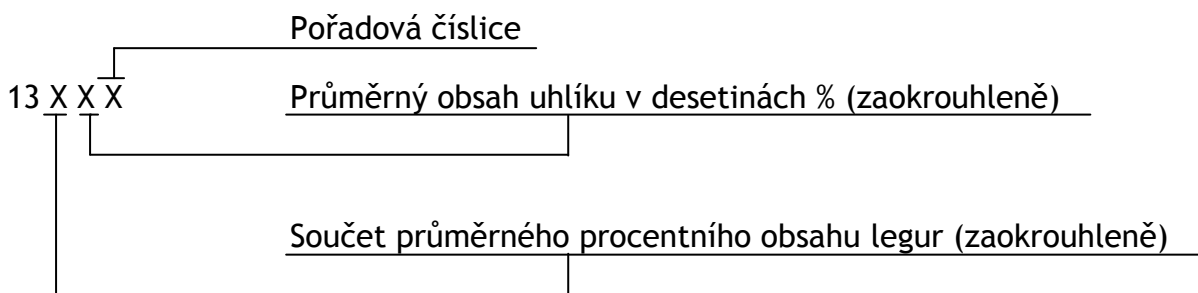
Příklad: 12 090 mechanické vlastnosti:

- $R_m = \max. 834 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 0,6 R_m \text{ MPa}$

Ocel 12 090 je konstrukční ocel nelegovaná pružinová. Používá se pro výrobu drátů pro lana, psací pera, velmi namáhané tenké pružiny, pro ploché šroubovitě a ventilové pružiny.

Oceli třídy 13 základní legující prvky jsou mangan, křemík a vanad. Používají se tam, kde svými vlastnostmi nevyhovuje nelegovaná ocel a kde by ocel chromová nebo chromniklová byla zbytečně nákladná. Mangan je často levnou a dobrou náhradou niklu. Oceli třídy 13 lze zušlechťovat, avšak k cementování se tyto oceli nehodí, neboť křemík brání sycení povrchu uhlíkem a mangan způsobuje zhrubnutí zrna při dlouhodobém ohřevu při cementování, při kalení vzniká nebezpečí výskytu trhlin.

Použití: Oceli třídy 13 jsou známy jako pružinové oceli, které jsou určeny pro výrobu velmi namáhaných pružin s vysokou pružností a dostatečnou houževnatostí a velkou mezí únavy. Pro elektrotechniku jsou zvláště důležité křemíkové oceli, používané na dynamové plechy a transformátorové plechy.



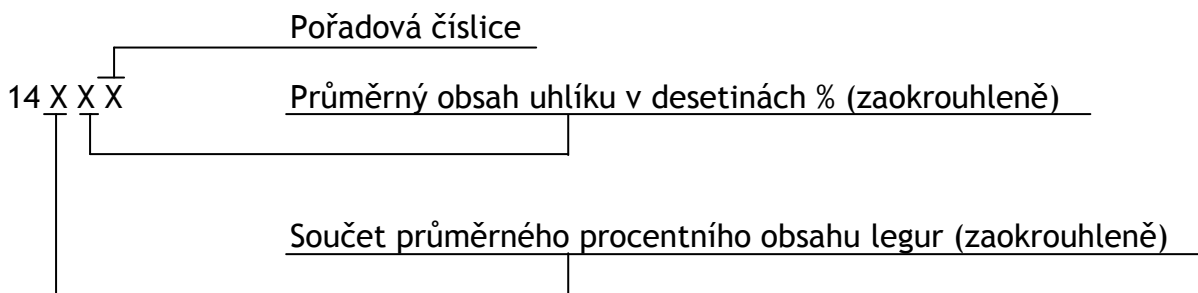
Příklad: 13 251.1 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 780-1030 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 440 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = 225 - 295

Ocel 13 251.1 je konstrukční ocel nízkolegovaná pružinová. Je vhodná k výrobě šroubovitých pružin a pružnic silničních a kolejových vozidel a zemědělských strojů. Používá se k výrobě kuželových pružin k pružinovým bucharům

Oceli třídy 14 jsou legovány chromem, popřípadě chromem a manganem či křemíkem a hliníkem. Oceli třídy 14 patří mezi nejčastěji používané slitinové oceli, které umožňují dosáhnout velmi dobrých vlastností bez použití nedostatkových prvků. Mohou se cementovat, kalit, zušlechťovat, i nitridovat.

Použití: Chromové oceli jsou vhodným materiálem na součásti kuličkových a válečkových ložisek, jsou vhodné na trvalé magnety, v zušlechťeném stavu se ocel používá pro výrobu ozubených kol, pístních kroužků, vaček, klikových hřídelů.





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad: 14 109.3 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 610-725 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 440 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max 225

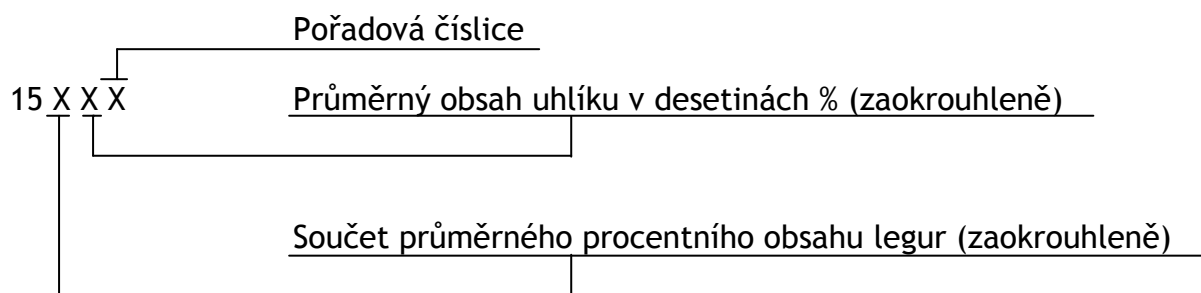
Ocel 14 109.3 je konstrukční ocel dobře obrobitelná a tvárná za tepla. Je vhodná k výrobě kuliček od $\phi 0,25 \text{ mm}$, válečků a kuželíků od $\phi 0,18 \text{ mm}$ a kroužků valivých ložisek do tloušťky stěny 16 mm.

Oceli třídy 15 jsou legovány kombinací chromu s vanadem nebo molybdenem popřípadě wolframem. V závislosti na kombinaci legur mají oceli třídy 15 specifické vlastnosti:

- dobrou prokalitelnost
- vhodnost k zušlechťování
- vysokou mez pevnosti v tahu
- zaručenou mez tečení
- odolnost proti korozi

Jsou vhodné k cementování, zušlechťování, povrchovému kalení, nebo nitridování.

Použití: především na vysokotlaké kotle a trubky, na součásti parních turbín a jiné součásti namáhané za tepla, také na velmi namáhané strojní součásti nápravy motorových vozidel, ojnicí šrouby, vahadla ventilů, konstrukce letadel.



Příklad: 15 121.5 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 440-590 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 295 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = 125 - 180



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



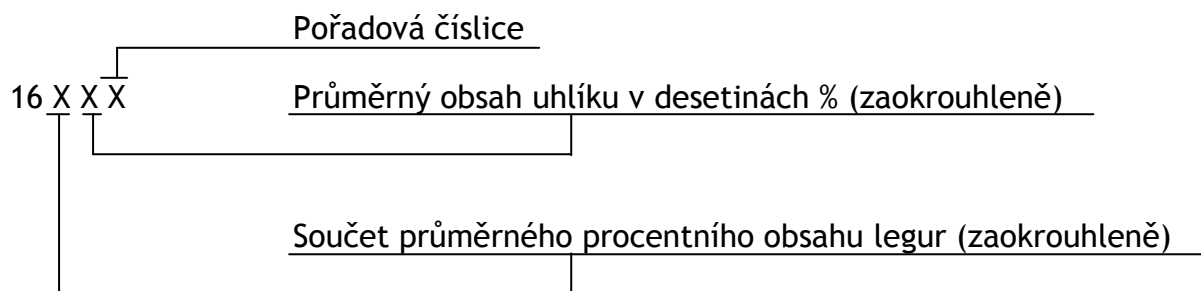
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ocel 15 121.5 je konstrukční ocel nízkolegovaná dobře obrobitelná a tvárná za tepla i za studena. Je vhodná k výrobě kotlů, tlakových nádob, bezešvých trubek a kovaných součástí vystavených teplotám nižším než 560 °C.

Oceli třídy 16 základní legující prvek u ocelí třídy 16 je nikl v kombinaci s chromem, molybdenem, vanadem, wolframem, oceli této třídy patří k nejlepším v kombinaci pevnostních charakteristik a houževnatosti, mají největší hodnoty prokalitelnosti, používají se při minusových teplotách. Jsou vhodné k cementování a zušlechťování.

Použití: jsou vhodné pro velmi namáhané strojní součásti a součásti silničních motorových vozidel, klikové a spojovací hřídele, čepy, také pro výrobu velmi namáhaných leteckých součástí, podvozků letadel, závěsů křidel, pístnic.



Příklad: 16 240.7 mechanické vlastnosti:

- $R_m = 785-930 \text{ MPa}$
- $R_{emin} = 590 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = 239 - 285

Ocel 16 240.7 je konstrukční ocel nízkolegovaná dobře obrobitelná a tvárná za tepla, je obtížně svařitelná. Je vhodná k výrobě součástí strojů a silničních vozidel, kloubových hřídelů, ojníc, pístních čepů, válců, pastorků.

Oceli třídy 17 patří podle použití ke konstrukčním legovaným ocelím. Tato třída se dále dělí na středně a vysoce legované. Legující prvky jsou: 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, Mn - Cr - V, Cr - Ni - Mo - V, Cr - Ni - Mo - W, Cr - Ni - Mo - Ti, Cr - Ni - V - W, Cr - Ni - W - Ti atd.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podle účelu a použití dělíme oceli třídy 17 na:

- korozivzdorné
- žáruvzdorné
- žárupevné
- odolné proti opotřebení
- vhodné pro nízké teploty
- se zvláštními fyzikálními vlastnostmi

Označování této třídy ocelí je odlišné

Třetí číslice vyjadřuje přísadovou skupinu.

- 17 0 xx - Oceli chromové
- 17 1 xx - Oceli chromové s dalšími přísadovými prvky (Al, Mo, Ni)
- 17 2 xx - Oceli chromniklové, popř. stabilizované (Ti, Nb)
- 17 3 xx - Oceli chromniklové, popř. stabilizované (Ti, Nb) a s dalšími přísadovými prvky (Mo, V, W, aj.)
- 17 4 xx - Oceli manganochromové, manganochromniklové
- 17 5 xx - Oceli niklové
- 17 6 xx - Oceli manganové
- 17 7 xx - Oceli volné
- 17 8 xx - Oceli volné
- 17 9 xx - Oceli volné

Čtvrtá číslice v základní číselné značce ocelí třídy 17 vyjadřuje stupeň bohatosti přísadových prvků, většímu obsahu prvků v oceli odpovídají postupně číslice od nuly výše.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklad: 17 042.2 mechanické vlastnosti:

- $R_m = \text{max. } 880 \text{ MPa}$
- tvrdost HB = max. 253

Ocel 17 042.2 je konstrukční ocel korozivzdorná, dobře obrobitelná, obtížně svařitelná, vhodná pro tyče, plechy a bezešvé trubky. Je dobře tvárná za tepla, za studena je dobře obrobitelná. Odolává žáru do teploty 800°C . Je použitelná na součásti klidně a mírně namáhané, které mají odolávat rezivění. Je vhodná na různá kuchyňská zařízení, lze ji použít na trubky přehřívačů vzduchu, na rekuperátory a ochranné trubky termočlánků. Je vhodná pro výrobu chirurgických nástrojů, měřidel, kalibrů.

Použitá literatura:

LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: ALBRA, 2005. ISBN 80-7361-011-6

PLUHAŘ, J A KOLEKTIV. *Nauka o materiálech*. Praha: SNTL, 1989.

HLUCHÝ, M. KOLOUCH, J. *Strojírenská technologie 1- 1.díl Nauka o materiálu*. Brno: CENTA, 1996. ISBN 80-7183-017-8