**Výukový materiál – správné odpovědi na kontrolní otázky**

Oceli se dělí podle chemického složení na uhlíkové a slitinové – legované. Uhlíková ocel má obsah uhlíku pod 2 %. Slitinová ocel obsahuje ještě další, úmyslně přidané prvky, které zlepšují její vlastnosti. Podle použití se oceli dělí na konstrukční a nástrojové. Konstrukční oceli jsou buď obvyklých jakostí, (obvykle oceli uhlíkové) a ušlechtilé – uhlíkové nebo slitinové. Obsah uhlíku v uhlíkových konstrukčních ocelích bývá max. do asi 0,8 %. Ušlechtilé konstrukční oceli mají proti ocelím obvyklých jakostí větší čistotu, dokonalejší způsob výroby a důkladnější kontrolu.

**Rozdělení ocelí do tříd:**

Konstrukční oceli:

Třída: 10, 11 a 12 – nelegované

 13, 14 a 15 – nízkolegované

 16 – středně legované

 17 – vysoce legované

Nástrojové oceli:

Třída 19, dělí se na nelegované a legované.

**Tepelné zpracování ocelí:**

Jde o změnu struktury a tím i vlastností změnami teploty. Záleží na velikosti těchto změn a na jejich rychlosti, resp. délce trvání.

**Žíhání:**

Je to tepelné zpracování, kdy se součást pomalu ohřeje, setrvá určitou dobu na zvýšené teplotě a pak se pomalu ochladí.

* Žíhání pro zmenšení pnutí: Součásti z nelegovaných ocelí se žíhají při 550 °C až 650 °C asi 1 až 2 hodiny
* Rekrystalizační žíhání: Používá se pro odstranění nepravidelností v krystalické struktuře materiálu. Jde o několikahodinové zahřátí na 550 °C až 650 °C
* Žíhaní na měkko: Ocel se zahřeje na 680 °C až 750 °C na dobu několika hodin. Podobný výsledek by mělo opakované žíhání. Zlepší se tvářitelnost a obrobitelnost oceli.
* Normalizační žíhání: jde o krátkodobé zahřátí na teplotu mezi 700 °C až 900 °C, odstraňuje hrubozrnnou nebo nerovnoměrnou strukturu.
* Homogenizační žíhání: Je to dlouhodobé zahřátí součástí na 1050 °C až 1250 °C, odstraňuje se tím nerovnoměrnost struktury v odlitcích.

**Kalení:**

Je to tepelné zpracování, kdy se u součásti zvyšuje její tvrdost a otěruvzdornost. Kalený předmět se zahřeje na kalicí teplotu a měl by se celý prohřát. Potom se prudce ochladí v lázni – vodě nebo oleji. Tím se také zvýší křehkost, kterou lze zmenšit popuštěním, tedy ohřátím na teplotu 200 °C až 300 °C a pomalým ochlazením na vzduchu.

Při povrchovém kalení jde o rychlý ohřev povrchu součásti, kdy se teplo nestihne dostat až do jádra a opět rychlé ochlazení. Vzniká povrchová tvrdá vrstva, ale uvnitř si díl zachová houževnatost bez zkřehnutí. Kalicí teplota (asi 700 °C až 900 °C) a délka ohřevu se řídí tvarem a velikostí součásti.

Kromě vody a oleje se jako chladicí médium používá také emulze vody s olejem nebo vody s polymerem, teplá kalicí lázeň (až 500 °C) je tvořena roztokem solí. Na povrchu součásti je zakalení (tvrdost) větší, než uvnitř díky rychlejšímu ochlazení povrchu dílu než jeho vnitřku (asi pod 5 mm).

**Popouštění:**

Následuje jako další operace po kalení, kdy se součást ohřeje na popouštěcí teplotu a na této teplotě je určitou dobu udržována a pak se pomalu ochladí. Nelegované, příp. nízkolegované oceli se popouštějí při 200 °C až 300 °C, vysoce legované oceli až do teploty 700 °C. Popouštěním se zmenšuje křehkost oceli a zlepšuje se houževnatost, tvrdost se při nižších použitých teplotách zmenší jen nepatrně.

**Cementování:**

Je to sycení povrchu oceli uhlíkem pro následující kalení. Tak je možné vytvořit u součásti z konstrukční houževnaté oceli s malým obsahem uhlíku tvrdý, zakalený povrch.

Používají se oceli k cementování s obsahem uhlíku pod 0,2 %. Povrchové sycení uhlíkem je nutné, aby vůbec mohlo kalení proběhnout. Provádí se stykem rozžhaveného povrchu (880 °C až 980 °C) s látkou uvolňující uhlík po několik hodin v cementační peci. Používají se cementační prášky, kapaliny a plyn.

Nauhličování oceli práškem probíhá v uzavřených krabicích, které obsahují granulát koksu a dřevěného uhlí. V povrchové vrstvě oceli vzniká karbid železa.

Nauhličování oceli kapalinou probíhá v roztocích kyanidů, které jsou velice toxické. Díly se po operaci musí čistit a zbytky lázně neutralizovat.

Nauhličování oceli plynem se používá spíše ve velkých provozech. Cementační pecí prochází kysličník uhelnatý a vodík a tak se uvolňuje uhlík. Lze použít i metan. Provoz vyžaduje přísná bezpečnostní opatření, protože plyny tvoří se vzduchem výbušnou směs.

Nauhličené, tzn. cementované součásti získají požadované vlastnosti teprve po zakalení a popuštění, jádra součástí zůstanou nezakalená a tudíž houževnatá.

**Nitridování:**

Je to sycení povrchu oceli dusíkem, jehož účinkem se na povrchu součásti vytvářejí tvrdé nitridy železa. Výsledná tvrdost je srovnatelná s cementováním. Nitridování se provádí v nitridační peci při teplotách 560 °C až 580 °C (v nitridační lázni) nebo při 500 °C až 520 °C (v nitridačním plynu – amoniaku).

Nitridování nevyžaduje následné kalení, nezpůsobuje vnitřní pnutí, (protože probíhá při teplotách okolo 500 °C) a tvrdost je zachována až do této teploty. Vzniká tvrdá a hladká, otěruvzdorná vrstva. Nitridování vyžaduje dražší legované oceli.