

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

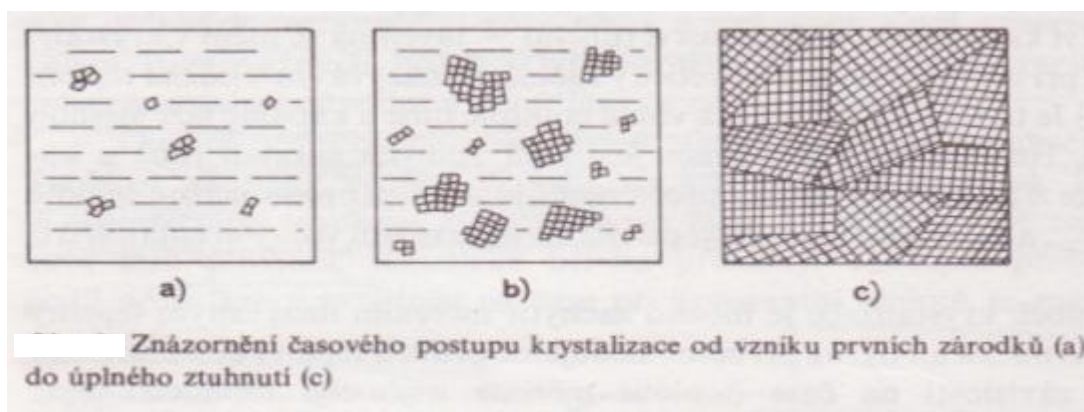
Nauka o materiálu

Krystalizace, difúze

Krystalizace – je difúzní fázová přeměna, při níž kov přechází ze skupenství kapalného do tuhého, tzn., že se tavenina přemění na krystaly. Přeměna taveniny v krystaly probíhá ve třech etapách:

- Etapa** – na mnoho místech se začínají vytvářet krystalizační zárodky. Zárodek je mikroobjem v tavenině, který má stejné seskupení atomů jako má krystalická mřížka kovu.
- Etapa** – dochází k difúzi atomů z taveniny k povrchu zárodků, které tím začínají růst a přemění se v krystaly.
- Etapa** – rostoucí krystaly se začnou po určité době dotýkat a bránit si v růstu a tím dojde k vytvoření hranic mezi krystaly. Hranice mezi krystaly je místo bodových a čárových poruch a má vliv na mechanické vlastnosti materiálu.

Obr. Etapy krystalizace



Období vzniku zárodků se nazývá **nukleace**. Nukleace může být:

- Homogenní** – nastává tehdy, jestliže zárodky vznikají přímo z taveniny
- Heterogenní** – vzniká tehdy, jestliže krystaly rostou na cizích krystalických útvech, jakými jsou například stěny formy, očkovací látky atd.

Na výslednou strukturu mají vliv dvě veličiny:

- Rychlost nukleace V_n** (tvorby zárodků)
- Rychlost růstu krystalů V_r**

Je-li rychlost růstu krystalů větší než rychlost nukleace ($V_r > V_n$) pak vznikne hrubozrnná struktura, protože zrna mají dostatek času k tomu, aby dostatečně narostla, jeli rychlost růstu krystalů menší, než rychlost nukleace ($V_r < V_n$), pak vznikne jemnozrnná struktura, protože zárodky nových krystalů se tvoří rychleji, než je růst krystalů.

Difúze – je děj, při kterém dochází k přemísťování částic hmoty vlivem jejich tepelného pohybu. Difúze může nastat v plynech, kapalinách i tuhých látkách. V kapalinách a plynech probíhá difúze snadno, protože atomy nezaujímají stálé polohy, ale v tuhých látkách, kde jsou atomy drženy meziatomovými silami, je difúze obtížnější.

4 základní pravidla pro difúzi:

- difúze probíhá v tuhých kapalných i plynných látkách
- probíhá vždy z míst s vyšší koncentrací do míst s nižší koncentrací

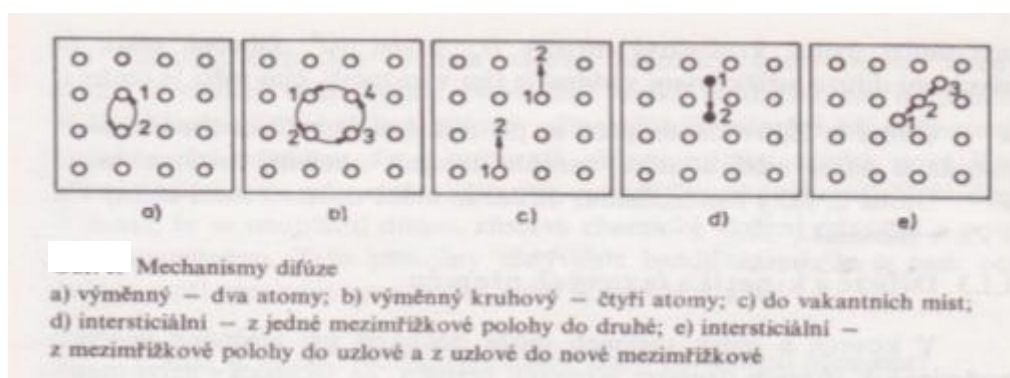
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. probíhá vně i uvnitř materiálu (vně – cementování, uvnitř – koroze)
4. proces difúze je v tuhých látkách urychlen teplotou (čím vyšší teplota, tím je difúze snadnější.)

Difúze se v tuhých látkách může uskutečňovat trojím mechanismem:

1. **výměnným** – kdy si sousední atomy současně vyměňují svá místa v uzlových bodech. Výměna probíhá buď mezi dvěma sousedními atomy, nebo mezi větším počtem atomů, pak hovoříme o výměnném kruhovém mechanismu.
2. **vakantním** – kdy atomy z uzlových bodů se přemísťují do vakantních (volných) míst.
3. **intersticiálním** – kdy atomy z intersticiální (meziuzlové) polohy se přemísťují do jiné intersticiální polohy, nebo intersticiálně umístěný atom vytlačí atom z uzlové polohy a sám zaujme jeho místo.

obr. Mechanismy difúze



Charakteristika základních pojmů binárních diagramů

Soustava – je soubor složek, které na sebe vzájemně působí a vytváří celek. Podle počtu složek rozeznáváme soustavu jednosložkovou, binární (2 složky), ternární (3 složky), kvarternární (4 složky). Soustava může být **homogenní**, pokud je přítomná pouze jediná fáze a tato fáze existuje pouze v jediném typu krystalové mřížky nebo **heterogenní**, jsou-li v soustavě dvě nebo více fází. Soustava může být **rovnovážná**, jestliže má pořád stejné základní podmínky a tyto podmínky se nemění, nebo **nerovnovážná**, která vzniká ze soustavy rovnovážné změnou jedné ze základních podmínek (např. teploty).

Složka – je část soustavy, zahrnující atomy nebo molekuly jednoho druhu.

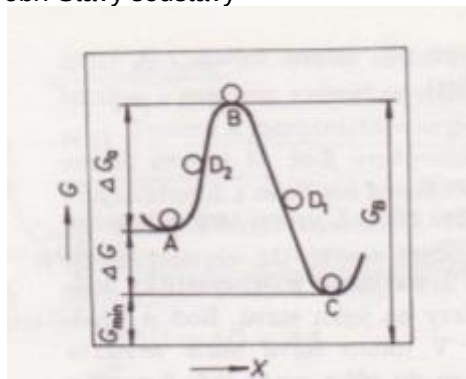
Stavy soustavy

Soustava se může nacházet ve 4 základních stavech:

1. **stav stabilní** – tento stav je charakterizován minimální hodnotou volné entalpie, tzn. že potřebujeme dodat nejvíce energie, abychom tento stav změnili
2. **stav metastabilní** – v tomto stavu může soustava setrvávat dlouhou dobu a samovolně se do něho vrací, byla-li z něho částečně vychýlena. Je to obdoba stavu stabilního, ale má větší hodnotu volné entalpie
3. **stav nestabilní** – v tomto stavu soustava nesetrvá dlouho, jakmile přestaneme dodávat energii, vrátí se zpátky do stavu stabilního nebo metastabilního
4. **stav labilní** – má nejvyšší hodnotu volné entalpie a proto i sebemenší zásah přemění tento stav v jiný.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

obr. Stavy soustavy



- A stav metastabilní
- B stav labilní
- C stav stabilní
- D stav nestabilní

Likvidus – je křivka, na které začíná proces tuhnutí nebo přeměny jedné tuhé fáze v druhou.

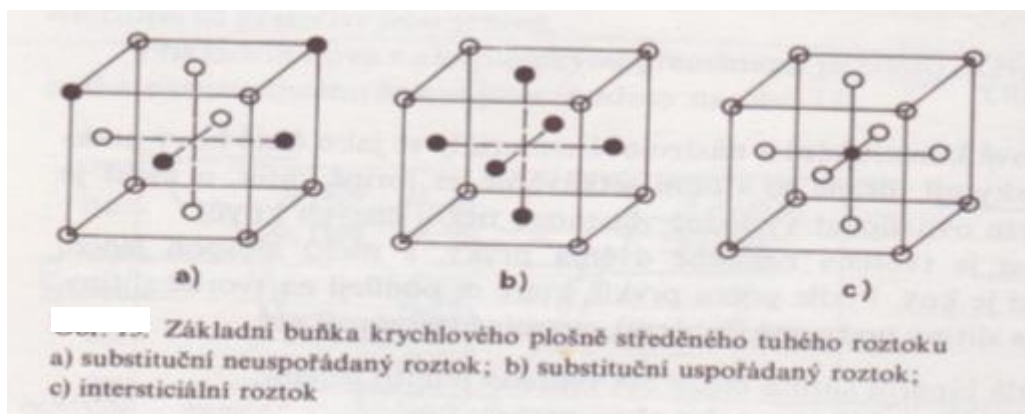
Solidus – je křivka, na které končí proces tuhnutí nebo přeměny.

Tuhý roztok (TR) – je obdobou obecného chemického roztoku s tím, že vzniká při změně fáze kapalné v tuhou. Tuhý roztok může být substituční nebo intersticiální.

Substituční tuhý roztok – atomy rozpouštěného kovu nahrazují atomy rozpouštědla v uzlových bodech mřížky. Mají-li oba kovy (rozpuštěný i rozpouštědlo) příbuzné mocenství a elektrochemický charakter, může dojít k úplné výměně atomů k tzv. **úplné rozpustnosti**. Pokud dojde pouze k omezené výměně atomů, pak hovoříme o **částečné rozpustnosti**.

Intersticiální tuhý roztok – atomy rozpouštěného kovu zaujímají v krystalické mřížce rozpouštědla mezi uzlovou (intersticiální) polohu a proto vzniká pouze omezená rozpustnost, protože atomy rozpouštěného kovu musí být vždy menší než atomy rozpouštědla.

Obr. Tuhé roztoky



Směsný krystal (SK) – je směs dvou složek (ČK, TR nebo kombinací ČK a TR), které jsou uloženy těsně vedle sebe, vznikají za specifických podmínek a jdou mechanicky oddělit. Vzniká uvnitř binárního diagramu tam, kde se stýká solidus s likvidem. Může se vyskytovat ve formě globulární nebo lamelární.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Značí se písmenem E, pak se jedná o eutektikum, které vzniká přímo z taveniny nebo E1, E2E_x, pak se jedná o eutektoid, který vzniká z tuhé fáze.

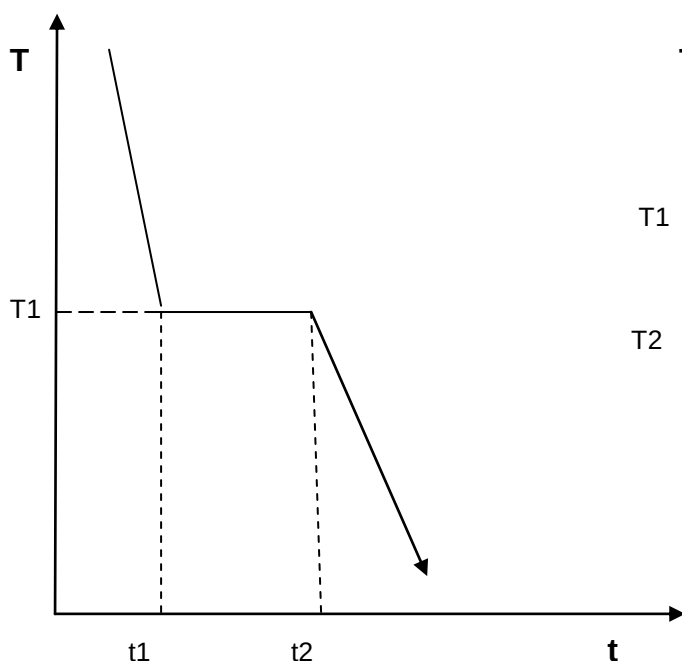
Čistý kov (ČK) – je tuhá látka, která obsahuje pouze jednu složku. Značí se tiskacími písmeny velké abecedy, kromě písmene E. Vzniká, je-li solidus zcela přímkový.

Křivky chladnutí pro čistý kov, směsný krystal a tuhý roztok

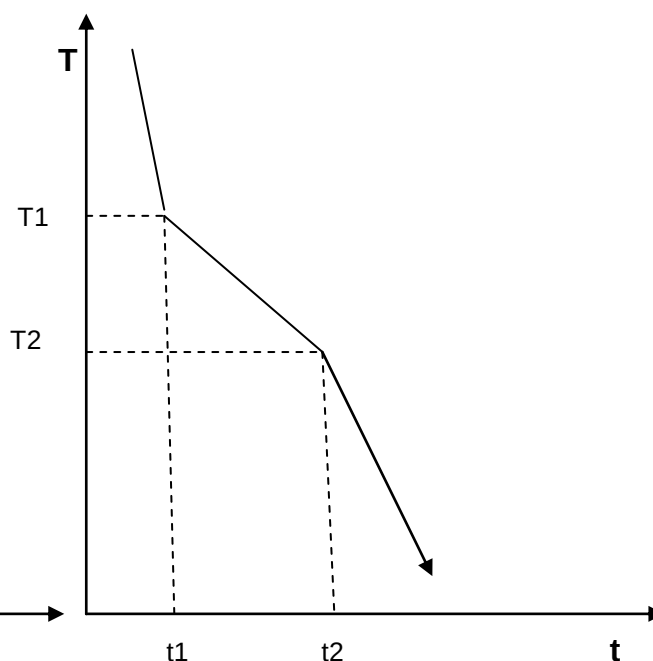
Čistý kov a směsný krystal tuhnou při konstantní teplotě v určitém časovém rozmezí.

Tuhý roztok tuhne v určitém teplotním i časovém rozmezí.

křivka chladnutí ČK a SK



křivka chladnutí TR

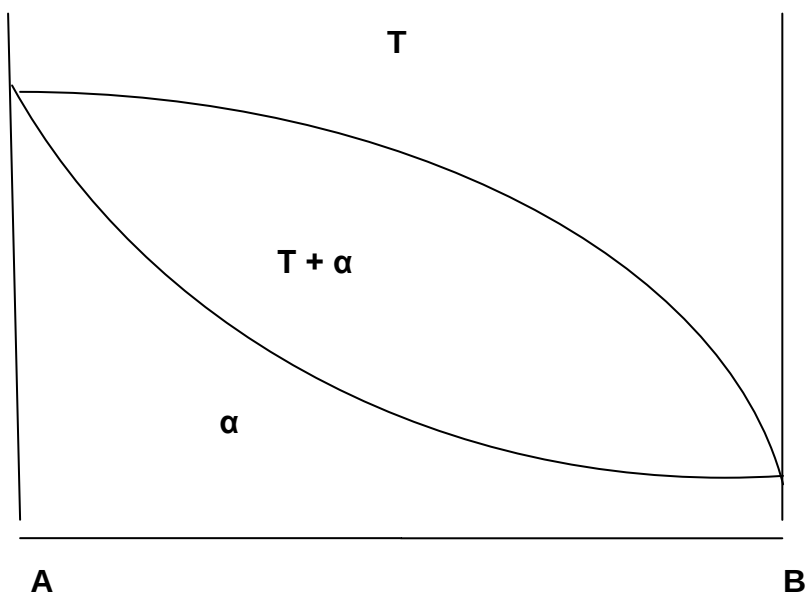


Základní typy binárních diagramů (věty o solidu)

1. **Solidus je zcela křivkový** – pak se jedná o binární diagram s úplnou rozpustností. To znamená, že nad solidem vzniká z taveniny tuhý roztok a pod solidem bude pouze tuhý roztok, který je složen ze dvou čistých kovů.

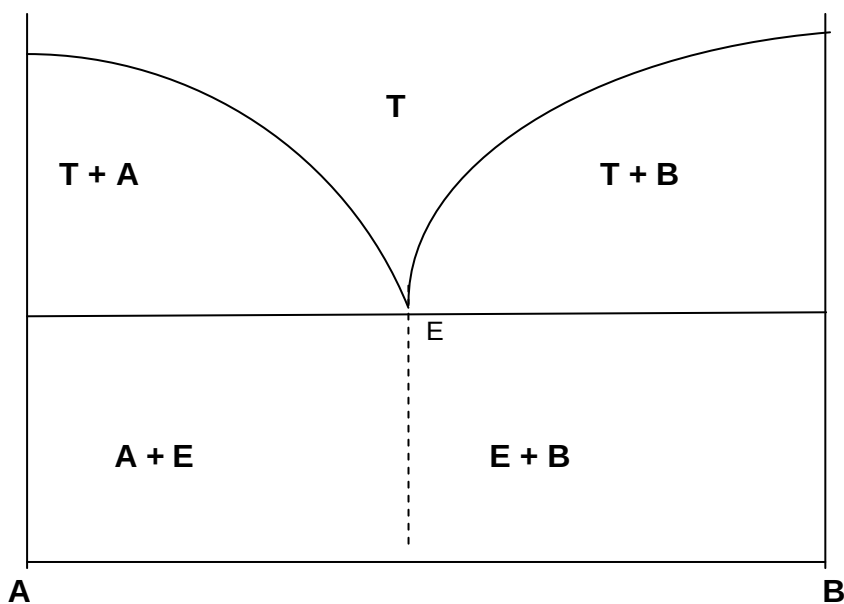
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Solidus zcela křivkový



2. **Solidus je zcela přímkový** – pak se jedná o binární diagram s úplnou nerozpustností. Tam, kde se stýká solidus s likvidem uvnitř diagramu, vzniká směsný krystal, který nám rozdělí binární diagram na levou a pravou část. Nad solidem vzniká z taveniny čistý kov a pod solidem bude čistý kov a směsný krystal. Směsný krystal se bude skládat ze složek, které se nacházejí na konci přímkového solidu.

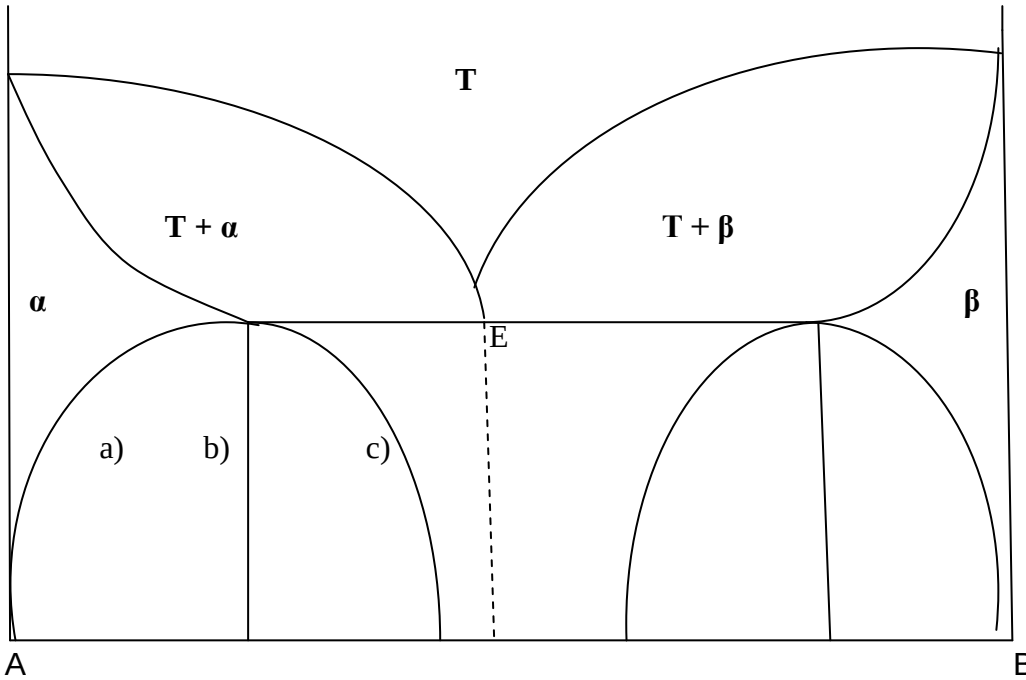
Obr. Solidus zcela přímkový



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. **Solidus je částečně křivkový a částečně přímkový** – pak se jedná o binární diagram s částečnou rozpustností. Tato rozpustnost může být s klesající teplotou zmenšující se (křivka a), zvětšující se (křivka b) nebo konstantní (křivka c). Tam, kde se stýká likvidus se solidem, uvnitř binárního diagramu, vznikne směsný krystal, který nám rozdělí diagram na pravou a levou část. Nad solidem vzniká z taveniny tuhý roztok (protože se jedná o částečnou rozpustnost)

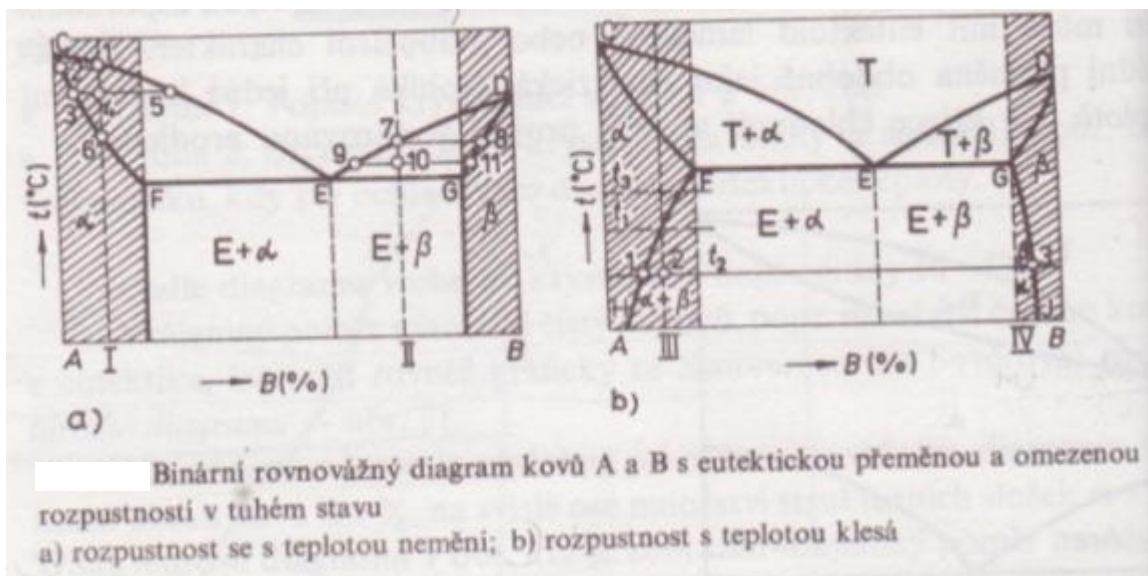
Obr. Solidus je částečně přímkový, částečně křivkový



a) zmenšující se rozpustnost – pod křivkovým solidem bude tuhý roztok, pod přímkovým solidem bude tuhý roztok se směsným krystalem a pod křivkou změny rozpustnosti se bude nacházet tuhý roztok, na jehož hranicích zrn se vyloučí složka, která se nachází na druhém konci přímkového solidu

obr. konstantní rozpustnost

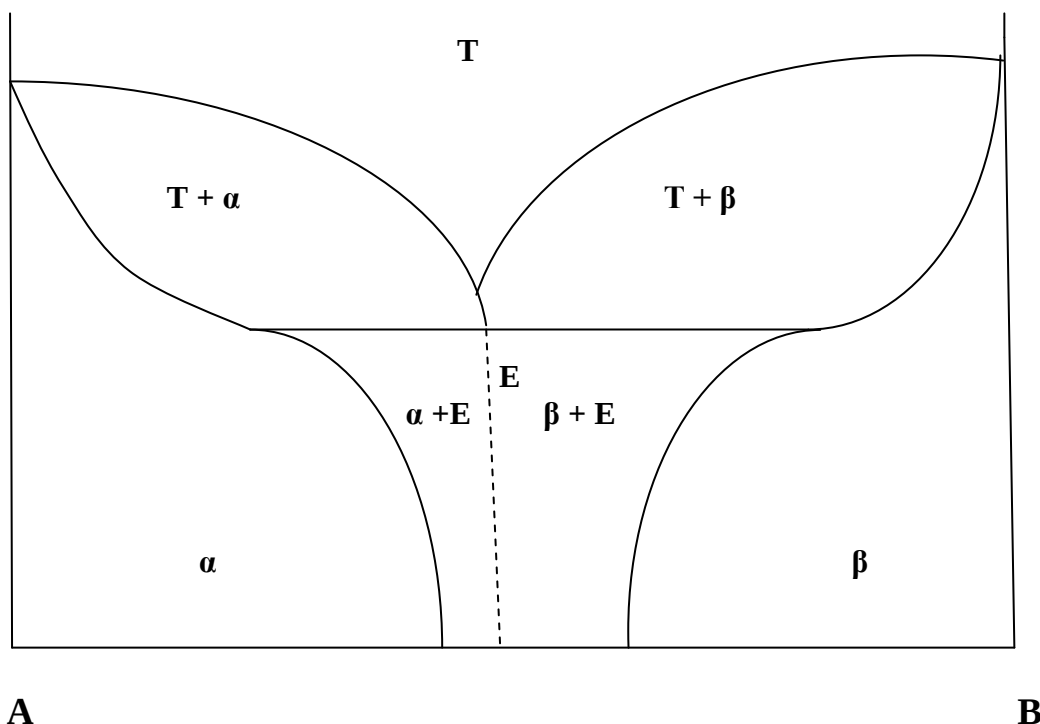
obr. zmenšující se rozpustnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

b)c) zvětšující se rozpustnost a konstantní rozpustnost – pod křivkovým solidem bude tuhý roztok, pod přímkovým solidem bude tuhý roztok a směsný krystal

obr. zvětšující se rozpustnost



Otázky a úkoly:

1. Co je to krystalizace, nukleace?
2. Na čem bude záviset výsledná struktura tuhé fáze?
3. Co je to difúze?
4. Jaké znáte mechanismy difúze? Popište je.
5. Co je to složka a soustava?
6. Jaké znáte stavy soustavy? Popište je.
7. Co je to čistý kov, solidus, likvidus, směsný krystal?
8. Co je to tuhý roztok a jaké znáte druhy?
9. Jaké znáte typy binárních diagramů? Popište je a nakreslete.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Diagram Fe – Fe₃C

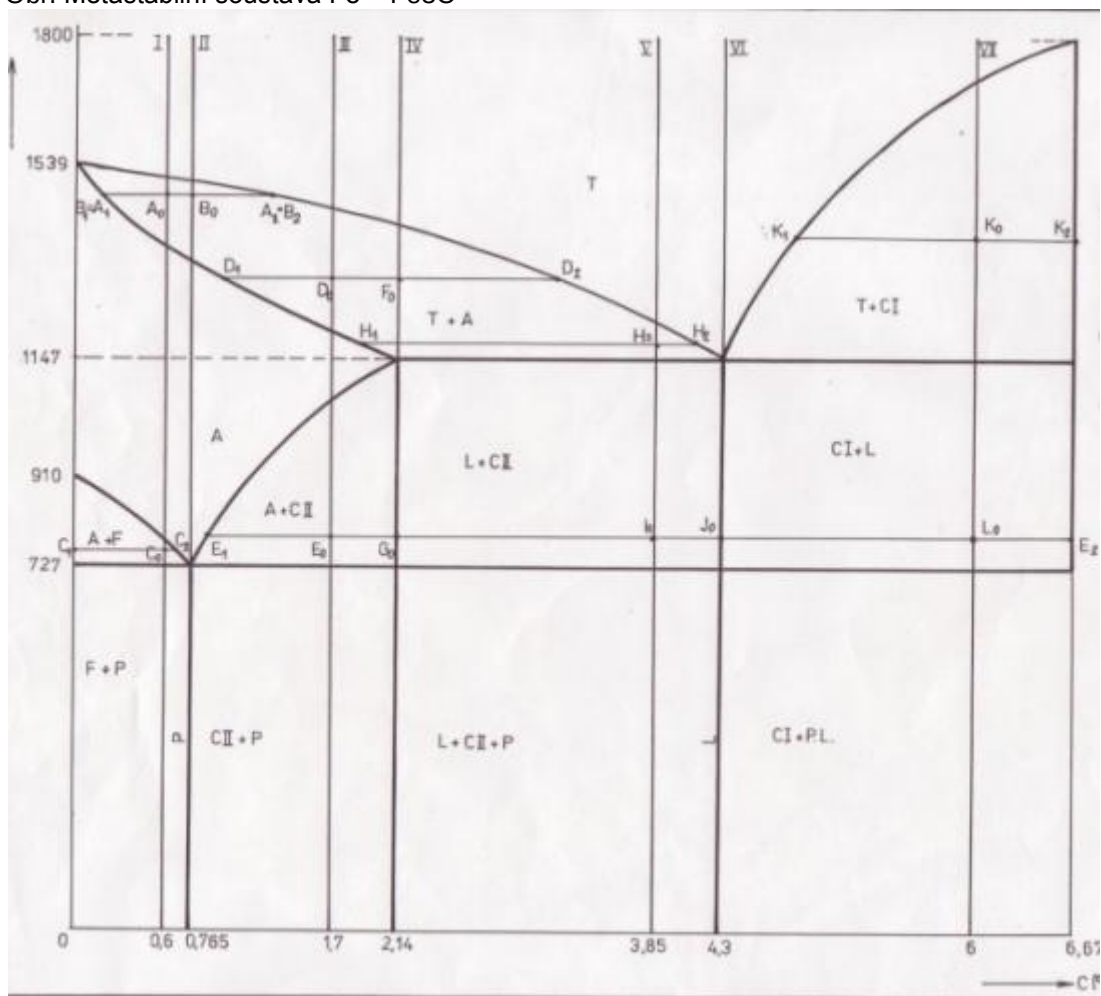
Uhlík spolu s železem tvoří binární slitiny. Podle toho, v jaké podobě se uhlík v soustavě nachází, rozeznáváme:

1. binární soustavu metastabilní Fe – Fe₃C, kde je uhlík vázán jako karbid železa, který je nestabilní a za vhodných podmínek jej můžeme rozložit podle rovnice $\text{Fe}_3\text{C} = 3\text{Fe} + \text{C}$ na stabilní stav. Z uvedených důvodů se proto soustava železo – karbid jeví jako soustava stabilní, i když je ve skutečnosti ve stavu nestabilním. Je to stav zdánlivé rovnováhy, kterému říkáme metastabilní.

2. binární soustavu stabilní Fe – C, ve které je uhlík vyloučen jako grafit.

Pro praxi má největší význam metastabilní soustava železo – karbid, a to do obsahu uhlíku 5%. Především má však význam pro nižší koncentraci uhlíku, tj. pro ocel. Stabilní soustava má naopak největší význam pro slitinu s vyšší koncentrací uhlíku tj. pro litiny až do 5% C.

Obr. Metastabilní soustava Fe – Fe₃C





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ferit (F) – je tuhý roztok uhlíku v železe alfa. Maximální rozpustnost uhlíku v železe je 0,018 % C při teplotě A_{C1} . S klesající teplotou se rozpustnost zmenšuje a při normální teplotě je rozpustnost pouze 0,008 % C. Tato složka je velmi měkká a tvárná a tvoří světlé krystalky.

Austenit (A) – je tuhý roztok uhlíku v železe gama. Maximální rozpustnost uhlíku v železe gama je 2,14 % při teplotě 1147° C. Pod teplotou A_{C1} se austenit již nevyskytuje. Tato složka je nemagnetická, dobře tvárná a plastická, houževnatá, světle šedé barvy.

Cementit (C) – je chemická sloučenina Fe_3C . V diagramu rozlišujeme cementit primární, který vzniká z taveniny, cementit sekundární, který vzniká při zmenšující se rozpustnosti na hranicích zrn austenitu a cementit terciální, který vzniká na hranicích zrn feritu. Tato složka je nejtvrdší složkou diagramu. Cementit je křehký a není tvárný.

Perlit (P) – je směsný krystal eutektoid. Vzniká jako poslední složka diagramu z austenitu při teplotě A_{C1} a při složení 2,14 % C. Je to směs lamel feritu a cementitu, které se střídavě vylučují z austenitu. Za určitých podmínek se destičky sbalují do zrníček tzv. globulí. Perlit je pak tvořen směsí zrníček cementitu ve feritové hmotě. Je to tzv. globulární perlit. Tato složka se projevuje dobrou obrobitelností a perleťovou barvou.

Ledeburit (L) – je směsný krystal eutektikum. Vzniká z taveniny při teplotě 1147° C a při složení 4,3 % C, kdy se skládá z lamel austenitu a cementitu. Při teplotě A_{C1} se mění na ledeburit transformovaný, který se skládá z lamel perlitu a cementitu, protože austenit se pod teplotou A_{C1} nevyskytuje.

Tepelné zpracování

Austenitizace a rozpad austenitu

Definice austenitizace: je to obvykle difúzní fázová přeměna, ke které dochází ohřevem nad teplotu A_{C1} a jejímž výsledkem je vznik austenitu. U všech ocelí začíná austenitizace vznikem zárodků austenitu na fázovém rozhraní mezi **sekundárním cementitem** a **feritem**, tedy přeměnou perlitu na austenit.

Rozpad austenitu

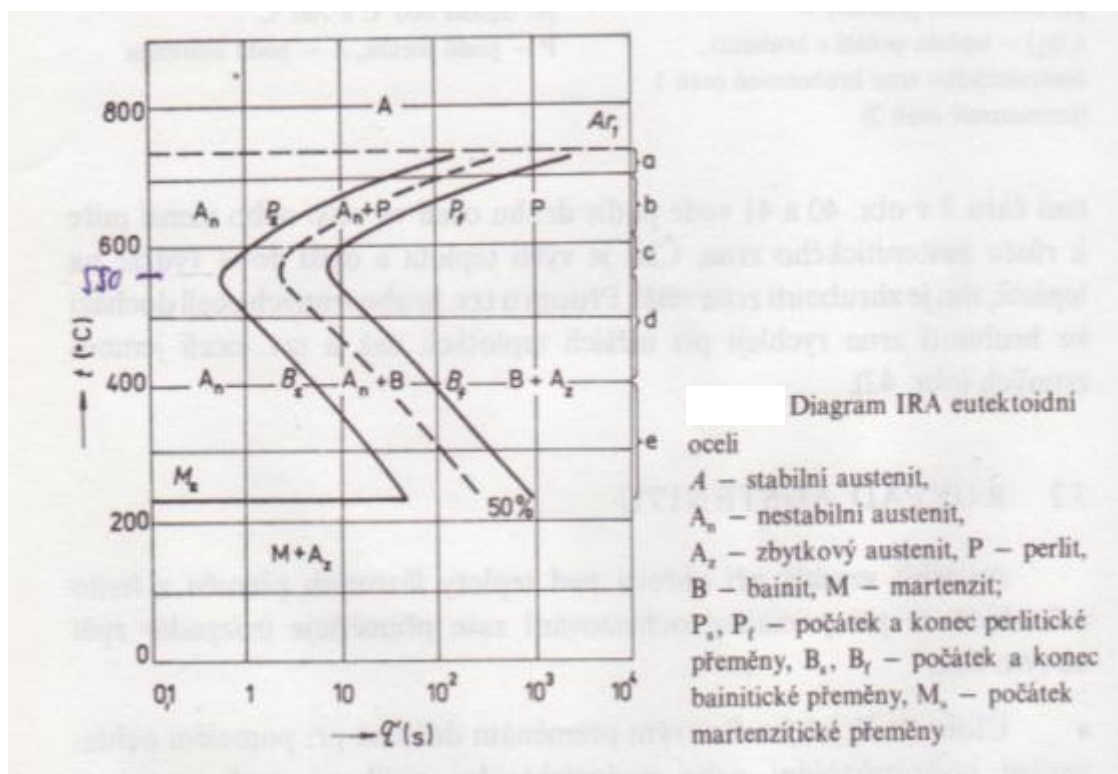
Rozpad austenitu lze realizovat dvěma způsoby:

- Izotermický rozpad austenitu IRA** – spočívá v tom, že se ocel ohřeje do oblasti austenitu, ponechá se na této teplotě, dokud neproběhne homogenizace austenitu, potom se prudce ochladí na určitou teplotu, která je nižší než A_{C3} nebo A_{C1} . Při této konstantní teplotě pak probíhá rozpad austenitu v závislosti na čase.
- Anizotermický rozpad austenitu ARA** – spočívá v tom, že se ocel z austenizační teploty ochlazuje plynule. Tento způsob je v praxi častější.

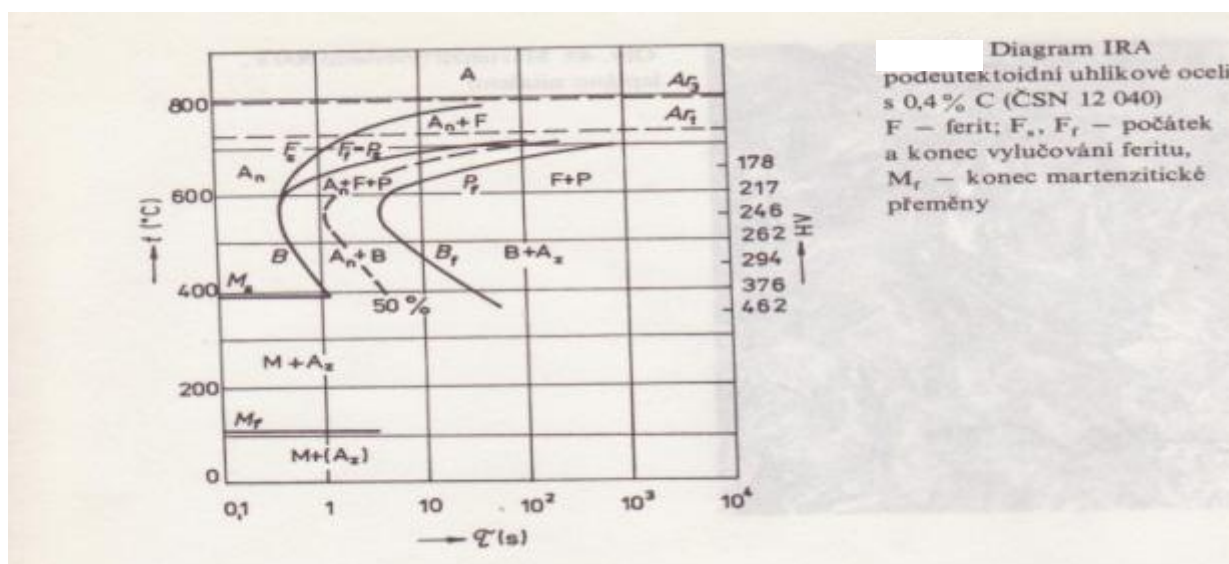
Základní typy diagramu IRA

Obr. Diagram IRA pro eutektoidní ocel

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

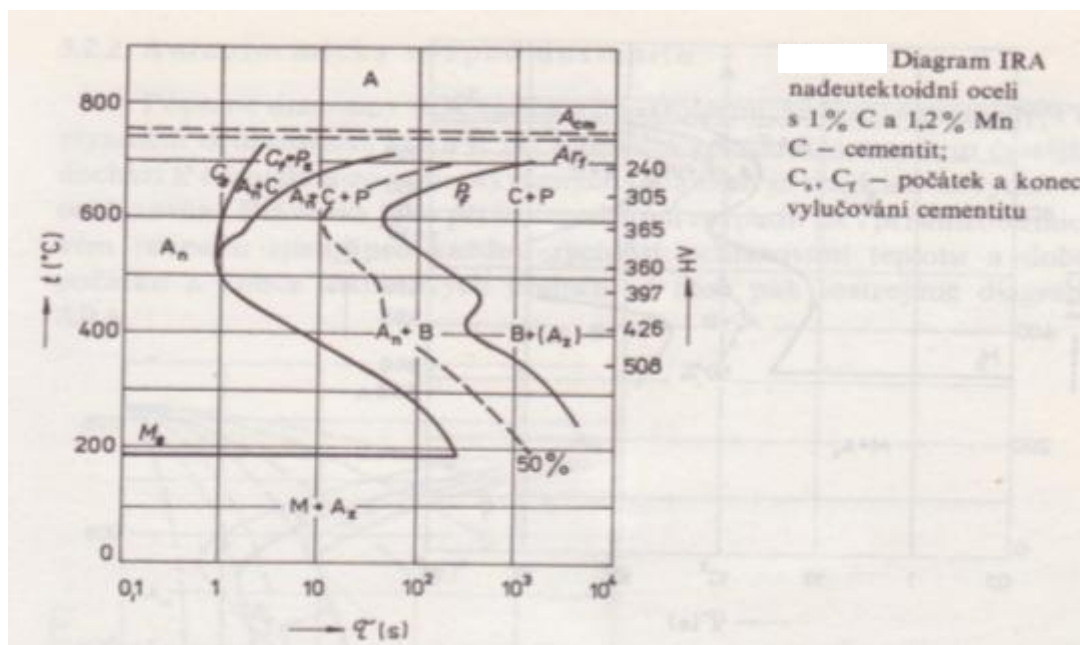


Obr. Diagram IRA pro podeutektoidní ocel



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Diagram IRA pro nadeutektoidní ocel



Rozbor struktur diagramu IRA

a) hrubý perlit – Ferit spolu s sekundárním cementitem vytváří velmi hrubou lamelární strukturu. V oblasti těsně pod A_{C1} se cementit sbaluje do kuliček a vzniká tak tzv. globulární perlit. Vyznačuje se velmi malou tvrdostí a malou pevností.

b) střední perlit – z jednoho austenitického zrna vznikne více zrn jemnolamelárního perlitu, který má 5-8 krát vyšší pevnost, než má hrubý perlit a má také vyšší tvrdost.

c) jemný perlit – lamely sekundárního cementitu nejsou celistvé, ale přerušované. Je to velmi houževnatá, pevná a zároveň tvrdá struktura.

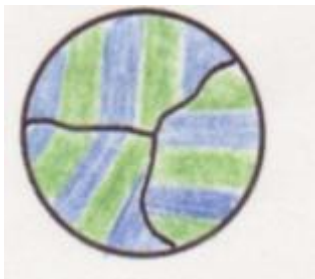
d) horní bainit – nachází se pod nosem křivky (550°C). Pod touto teplotou je difúze již značně omezena a sekundární cementit se začne vylučovat po obvodu feritu ve tvaru jehlic. Tento bainit je vysoce houževnatý a tvrdý zároveň.

e) dolní bainit – nachází se těsně nad teplotou M_s . Tento proces probíhá téměř bezdifúzně a proto se cementit již nestačí vyloučit a zůstane uvězněn uvnitř feritu. Tento bainit se vyznačuje velkou tvrdostí, ale menší houževnatostí.

f) martenzit – vzniká zcela bezdifúzní přeměnou, kdy uhlík zůstane uvězněn v mřížce železa alfa ($\text{Fe } \alpha$) a proto martenzit definujeme jako metastabilní tuhý roztok uhlíku v železe alfa. Vznikne prudkým ochlazením pod teplotu M_s . Martenzit se vyznačuje velmi vysokým vnitřním prnutím, které je příčinou jednoosé napjatosti, která způsobuje velkou tvrdost, ale zároveň i velkou křehkost, která vede až k samopraskání. Tento nepříznivý vliv se dá odstranit tepelným zpracováním, kdy martenzit sice ztratí částečně svou tvrdost, ale zároveň se podstatně zmenší křehkost. U ocelí s nízkým obsahem uhlíku mají krystaly martenzitu tvar jehlic, kdežto při velkém obsahu uhlíku mají tvar desek (disků).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

hrubý perlit



střední perlit



jemný perlit



horní bainit



dolní bainit



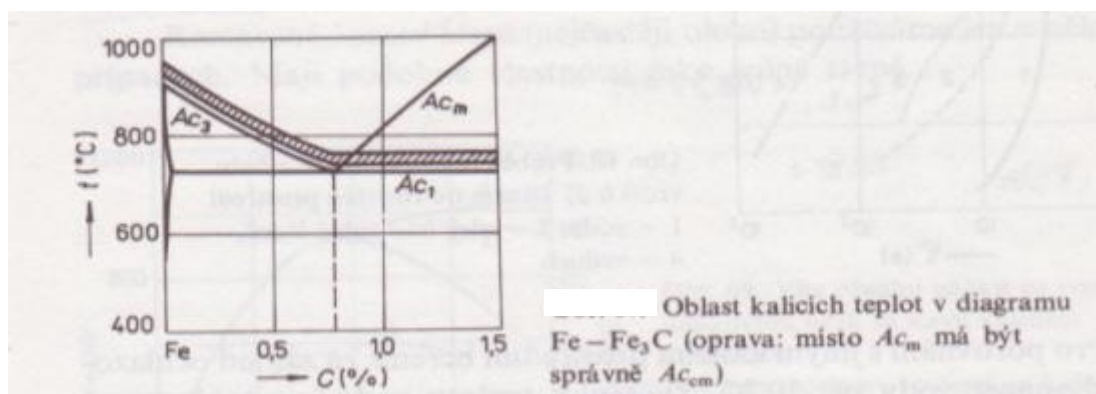
Kalení

Účel: zvýšení tvrdosti oceli vytvořením částečně nebo zcela nerovnovážné struktury

Podstata: kalení spočívá v **ohřevu** součásti na teplotu $30 - 70^\circ \text{C}$ nad teplotu A_{C3} nebo A_{C1} , **výdrži** na této teplotě a **rychlém ochlazení** nadkritickou rychlostí, čímž se potlačí vznik feritu a perlitu a zachovaný nestabilní austenit se při teplotách pod 500°C přemění na bainit nebo martenzit, nebo jejich směs. Kalicí teplota u podeutektoidní oceli se volí $30 - 70^\circ \text{C}$ nad teplotu A_{C3} u nadeutektoidní oceli se volí $30 - 70^\circ \text{C}$ nad teplotu A_{C1} , abychom vyššími teplotami nerozpustili cementit, který přispívá k tvrdosti oceli po kalení. Zásadně se musíme vyhnout kalení podeutektoidních ocelí z teplot ležících mezi A_{C3} a A_{C1} , protože takto ohřátá ocel má ve své struktuře austenit a ferit, které by se po zakalení přeměnily na martenziticko-feritickou strukturu se značným vnitřním pnutím a s nižší tvrdostí.

Obr. Kalicí teploty

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Klíčí prostředí – zajišťuje potřebnou rychlost ochlazování. Mezi kalicí prostředí patří:

- voda** – velmi účinné kalicí prostředí, které je doprovázeno vznikem značného vnitřního pnutí. Neprobíhá plynule, protože se vytvoří parní polštář, který zpomaluje ochlazování. Tvorbu parního polštáře lze zmenšit pohybem součásti ve vodě, nebo pohybem vody. Používá se u předmětů z uhlíkových ocelí, nebo u nízkolegovaných velkých součástí.
- Olej** – mnohem mírnější kalicí prostředí, ochlazování probíhá podobně jako ve vodě. V oblasti martenzitické přeměny bývá rychlost ochlazování 10x menší než u vody a proto vzniká menší vnitřní pnutí. Tento způsob se používá pro legované součásti, někdy i pro drobnější součásti z uhlíkových ocelí.
- Solná lázeň** – u tohoto způsobu dochází k plynulému ochlazování a proto vnitřní pnutí, které zde vzniká je malé.
- Vzduch** – používá se u hluboce prokalitelných ocelí. K zvýšení ochlazovacího účinku se vzduch obvykle dmýchá pod tlakem asi 10 kPa tak, aby byl kalený předmět ochlazován ze všech stran stejně. Toto kalení je příznivé z hlediska vzniku malého vnitřního pnutí, ale je spojeno s nebezpečím oduhličení. Používá se pro kalení velmi složitých předmětů např. zápustek

Kalitelnost – je schopnost oceli dosáhnout kalením zvýšení tvrdosti. Dosažená tvrdost po kalení je závislá především na obsahu uhlíku. Oceli s nižším obsahem uhlíku než 0,2 % považujeme za nekalitelné a teprve při obsahu vyšším než 0,35% uhlíku považujeme oceli za dobře kalitelné. Legované oceli jsou kalitelné i při nižším obsahu uhlíku. U nadeutektoidních ocelí již tvrdost příliš nestoupá s rostoucím obsahem uhlíku, zvyšuje se pouze jejich řezivost.

Prokalitelnost – je schopnost oceli dosáhnout při kalení určité tvrdosti do určité hloubky pod ochlazovaný povrch.

Druhy kalení – rozdělujeme podle výsledné struktury oceli na :

- kalení martenzitické
- kalení bainitické

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Martenzitické kalení

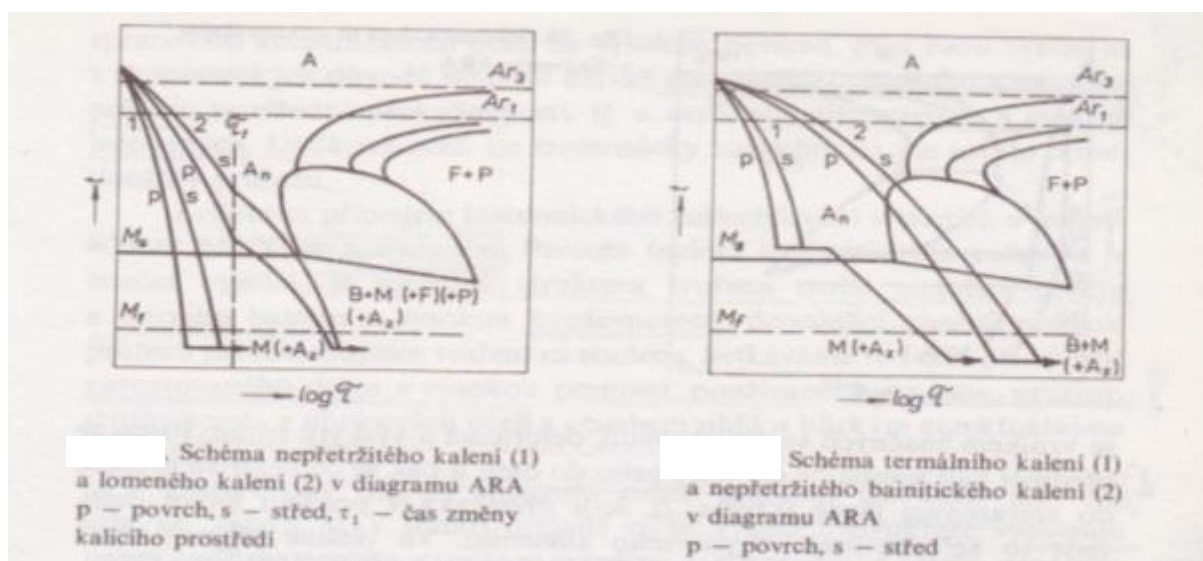
Nepřetržitě kalení – nejjednodušší a nejpoužívanější. Spočívá v plynulém ochlazování na vzduchu, ve vodě nebo oleji.

Lomené kalení – spočívá v ochlazování do dvou různých prostředí voda-olej, olej-vzduch. Používá se u kalení složitějších součástí (např. lomené hřídele), kdy kalení pouze na vzduchu nebo v oleji nestačí k dosažení požadované tvrdosti a ochlazování ve vodě vede k praskání.

Termální kalení – snižuje rozdíl mezi teplotou povrchu a středu kaleného předmětu na nejmenší možnou míru. Ochlazování se provádí v solné lázni na teplotu asi 30° C nad teplotu M_s , potom následuje výdrž na této teplotě, ale musíme dávat pozor, abychom nepřekročili, křivku vzniku bainitu, potom následuje ochlazování zpravidla volně na vzduchu. Použití je omezeno na slabší průřezy vzhledem k menší ochlazení schopnosti solných lázní

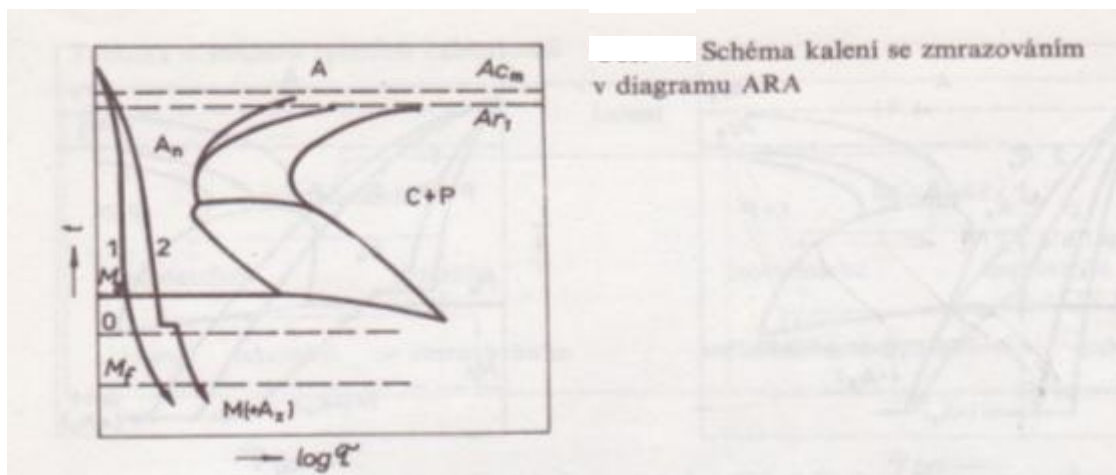
Kalení se zmrazováním – materiál se ochlazuje na teplotu blízkou teplotě M_f , aby se dosáhlo co možná největšího rozpadu zbytkového austenitu na martenzit. Pak následuje krátkodobá výdrž a další ochlazování ve zmrazovací lázni. Tento způsob je dosti nákladný a proto se používá pouze u součástí, u kterých požadujeme rozměrovou stálost, jako jsou např. měřidla, valivá ložiska.

Obr. Kalení na martenzit



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Kalení se zmrazováním



Bainitické kalení

Nepřetržité bainitické kalení – může se provádět pouze u ocelí s výrazně předsunutou bainitickou oblastí. Austenit se rozpadá na bainit nebo směs bainitu a martenzitu

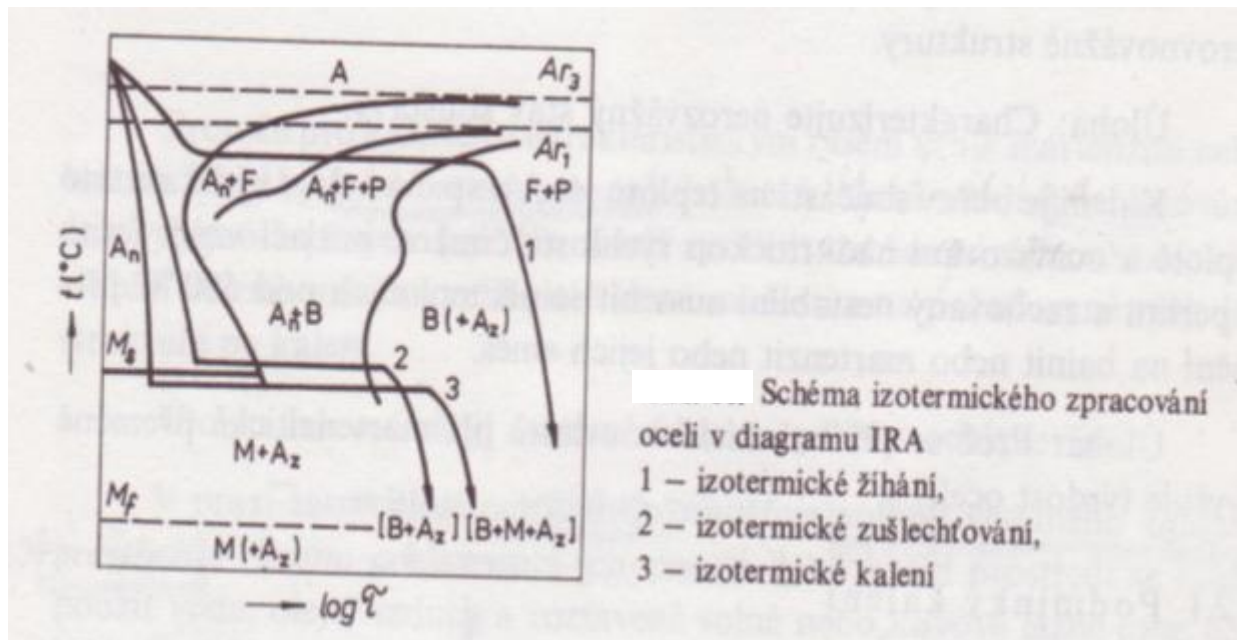
Izotermické zušlechťování – u tohoto způsobu nevzniká martenzit, pouze bainit a zbytkový austenit a proto se tato struktura po kalení nemusí popouštět, protože vnitřní pnutí a deformace jsou napatrné.

Izotermické kalení – probíhá těsně pod teplotou M_s . Ve výsledné struktuře je určitý podíl martenzitu a proto se musí po zakalení provádět ještě popouštění. Tento způsob se používá při zpracování ručních nástrojů.

Patentování – zvláštní případ bainitického kalení, které probíhá v solných lázních při teplotě 400°-450° C. Ve výsledné struktuře se nachází směs jemného perlitu a horního bainitu s vysokou houževnatostí, dovolující značné redukce průřezů při následujícím tváření za studena. Tento způsob se používá při výrobě patentovaného drátu s vysokou pevností (lana, pružiny, struny).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Kalení na bainit



Žhání

Účel – zlepšení vlastností materiálu, jak mechanických (pevnost, houževnatost), technologických (obrobitelnost), tak fyzikálních (el.odpor, magnetická indukce).

Podstata- ocel se ohřeje na žhací teplotu, na které se po určitou dobu udržuje nebo kolem níž kolísá, potom nastává **pomalé** ochlazování. Jestliže teplota nepřekročí teplotu A_{c1} , hovoříme o žhání **bez překrystalizace**, překročí - li teplota žhání teplotu A_{c1} , hovoříme o žhání **s překrystalizací**. Oba způsoby můžeme kombinovat.

Žhání bez rekrystalizace

Žhání ke snížení vnitřního pnutí – používá se ke snížení zbytkových pnutí např. po tepelném zpracování, mechanickém opracování, svařování, při tuhnutí po slévání atd. Spočívá v ohřevu na teplotu 500-600 C, výdrži na této teplotě 1 -10 hodin a pomalém ochlazování v peci na 300° -250° C, potom na vzduchu.

Žhání rekrystalizační – slouží k odstranění deformovaných zrn a zpevnění způsobeného tvářením za studena, za současného vzniku nových zrn bez znaků předchozí deformace k obnovení plastické deformace. Používá se zejména u ocelí s nízkým obsahem „C“. Spočívá v ohřátí na teplotu 550° -700° C, výdrži na této teplotě (asi 1 hod.) a v následném ochlazení.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Žihání na měkko – účelem je změna lamelárního perlitu na globulární, čímž se dosáhne nejnižší možné tvrdosti a tím se zlepší obrobitelnost u oceli s vyšším obsahem uhlíku a tváření za studena u nízkouhlíkových ocelí. Provádí se třemi způsoby:

- 1) ohřev těsně pod teplotu Ac_1 , dlouhodobá výdrž (4-8 hod.) potom pomalé ochlazování v peci do teploty $550^\circ - 450^\circ C$ a na vzduchu
- 2) teplota ohřevu bude kolísat kolem teploty Ac_1 a tím dojde k urychlení průběhu žihání
- 3) teplota ohřevu se udržuje těsně nad teplotou Ac_1 (pro oceli s vyšším obsahem uhlíku)

Žihání s překrystalizací

Žihání normalizační – je jedno z nejpoužívanějších žihání, jehož účelem je zjemnění zrna, které může být hrubé po odlévání oceli, po tváření za vysokých teplot nebo po dlouhodobém žihání při vysokých teplotách. Spočívá v ohřátí materiálu na teplotu $30-50^\circ C$ nad Ac_3 nebo A_{cm} a v dostatečné výdrži na této teplotě, aby se dosáhlo vyrovnání teploty v celém průřezu. Potom následuje ochlazování na klidném vzduchu. U složitějších součástí jako jsou výkovky nebo odlitky dochází při ochlazování na vzduchu ke vzniku vnitřního pnutí a proto se provádí ochlazování na vzduchu pouze v oblasti austenitu tj. do teploty $650^\circ C$ a potom následuje pomalé ochlazování v peci.

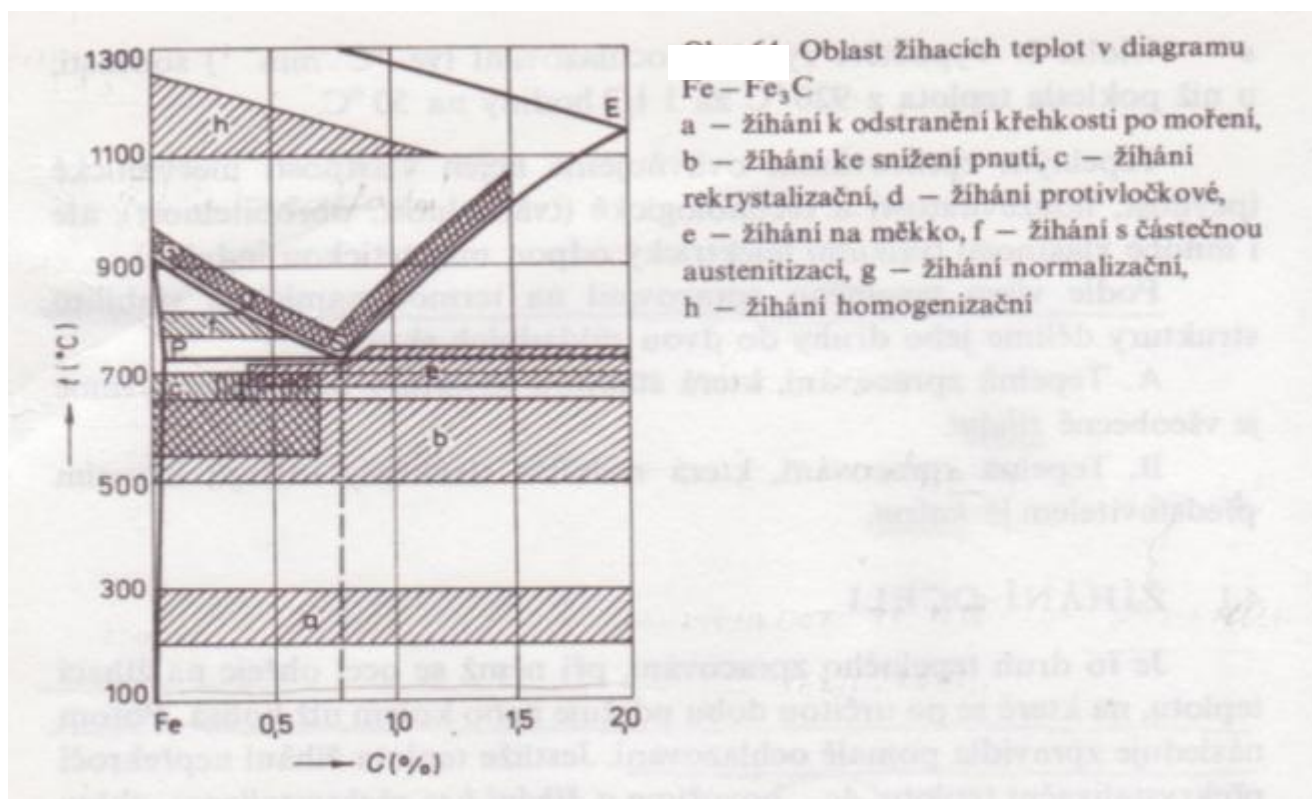
Žihání základní – zvláštní způsob normalizačního žihání. Rozdíl spočívá v tom, že ochlazování se provádí velmi pomalu v peci. Účelem je zlepšit obrobitelnost a tvárnost oceli. Výsledná struktura je hrubozrnější než u žihání normalizačního.

Žihání s částečnou austenitizací - spočívá v ohřevu materiálu na teplotu mezi teplotou Ac_1 a Ac_3 , potom následuje výdrž na této teplotě, která musí být dostatečně dlouhá k tomu, aby se dosáhlo heterogenní směsi austenitu a feritu a v následném ochlazení na vzduchu nebo v peci. Toto žihání zvyšuje houževnatost oceli částeným vyrovnáním chemického složení slitinových prvků v austenitu a ve feritu.

Žihání homogenizační – účelem tohoto žihání je vyrovnat co nejvíce nestejnorodost chemického složení oceli difúzí. Je to ohřev na teplotu podstatně vyšší než jsou teploty Ac_3 a A_{cm} ($1100^\circ - 1250^\circ C$). Potom následuje dlouhodobá výdrž na této teplotě (několik desítek hodin) a pomalé ochlazování.

Obr. Způsoby žihání

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Otázky a úkoly:

1. Co je účelem žhání?
2. Jaké je základní rozdělení žhání a na čem to závisí?
3. Zakreslete a charakterizujte jednotlivé způsoby žhání bez překrytalizace.
4. Zakreslete a charakterizujte jednotlivé způsoby žhání s překrytalizací.
5. Jaký je účel kalení?
6. Jaké jsou kalící teploty pro jednotlivé typy ocelí?
7. Jaké znáte kalící prostředí?
8. Charakterizujte a zakreslete v diagramu IRA jednotlivé způsoby kalení na martenzit a bainit.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zde začněte psát svůj text.

Nadpisy – 1. úroveň – Arial tučný 12

Nadpisy – 2. úroveň – Arial tučný kurziva 11

Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11

Normální text – Arial 10

