

RELATIONSHIP BETWEEN UNIVERSAL CONSTITUTION DIAGRAMS AND DIAGRAMS IRON WITH CARBON

VZTAH MEZI OBECNÝMI ROVNOVÁŽNÝMI DIAGRAMY A DIAGRAMY ŽELEZA S UHLÍKEM

Novotný K., Filípek J.

Ústav techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

E-mail: kn0544@mendelu.cz

ABSTRACT

The article presents details of information about program utilization Macromedia Flash MX at display relationship between universal constitution diagrams and diagrams iron with carbon. Here is evident grande advantage of dynamic entry in comparison with static, which leads to better understanding given to problems. This dynamic entry may be use like supplement at education speciality Material properties on technical university.

Keywords: universal constitution diagrams, diagrams iron with carbon, program Macromedia Flash MX

ABSTRAKT

Příspěvek se zabývá využitím programu Macromedia Flash MX při zobrazení vztahů mezi obecnými rovnovážnými diagramy a diagramy železa s uhlíkem. Je zde patrná velká výhoda dynamického záznamu oproti statickému, která vede k lepšímu pochopení dané problematiky. Tento dynamický záznam lze použít jako doplněk při výuce předmětu Nauka o materiálu na vysokých školách technického zaměření.

Klíčová slova: obecné rovnovážné diagramy, diagramy železa s uhlíkem, program Macromedia Flash MX

ÚVOD

V Nauce o materiálu na jednu a tutéž problematiku můžeme pohlížet z několika zorných úhlů. Při podrobném studiu slitin železa je praktické porovnávat rovnovážné diagramy železa s uhlíkem jak navzájem mezi sebou, tak i srovnávat je s obecnými rovnovážnými diagramy.

V odborné literatuře se nejčastěji setkáváme s porovnáním fázových rovnovážných diagramů železo-karbid železa a železo-grafit. Obě soustavy se kreslí do jediného diagramu tak, že soustava metastabilní jako důležitější je zakreslena plnými čarami a soustava stabilní čárkovaně. Je ustáleným zvykem označovat význačné body stabilní soustavy velkými

písmeny s čárkou na rozdíl od metastabilní soustavy, kde používáme velkých písmen bez čárky.

Software Macromedia Flash nám díky funkci maskování umožňuje vzájemně porovnávat dva i více diagramů současně. Maskování můžeme u diagramů železa s uhlíkem využít v těchto případech:

- 1) rovnovážné diagramy **železo-karbid železa** s rozdílnými popisy fází a strukturních součástí

- *fázový ↔ strukturní*
- *fázový ↔ komplexní*
- *strukturní ↔ komplexní*

Např. slitina železa s 3 % C při fázovém popisu je tvořena $F + Cem$, při strukturním $P + Cem^{II} + L_{tr}$ a při komplexním $(F^P + Cem^{P+III}) + Cem^{II} + [(F^P + Cem^{P+III}) + Cem^{L+II}]$.

- 2) rovnovážné diagramy **železo-grafit** s rozdílnými popisy fází a strukturních součástí

- *fázový ↔ komplexní*

Např. slitina železa s 5 % C při fázovém popisu je tvořena $F + G$, při komplexním $F^{Ed} + G^{I+II+Ed+III} + G^{Ek+II+Ed+III}$. Strukturní diagram není vhodné uvádět, protože je nejednoznačný. U šedých litin sice nastává eutektoidní rozpad austenitu, ale eutektoid ve struktuře nenalezneme (eutektoidní grafit se ukládá ke grafitu ve struktuře už existujícímu).

- 3) rovnovážné diagramy **železo-karbid železa a železo-grafit**

- *fázový ↔ fázový*
- *komplexní ↔ komplexní*

Metastabilní diagram železo-karbid železa a stabilní diagram železo-grafit se liší nejen rozdílnými fázemi a strukturními součástmi, ale i polohou čar a důležitých bodů.

- 4) rovnovážné diagramy **železo-karbid železa a obecné rovnovážné diagramy**

- *fázový ↔ fázový*
- *strukturní ↔ strukturní*
- *komplexní ↔ komplexní*

V diagramu železo-karbid železa se setkáváme s hutnickými názvy ferit, austenit, cementit, ledeburit, perlit apod., které v obecné nauce o kovech odpovídají pojmům tuhý roztok α , tuhý roztok γ , intersticiální sloučenina A_mB_n , eutektikum, eutektoid.

- 5) rovnovážné diagramy **železo-grafit a obecné rovnovážné diagramy**

- *fázový ↔ fázový*
- *komplexní ↔ komplexní*

- 6) rovnovážné **binární** diagramy železa s uhlíkem a **pseudobinární** rovnovážné diagramy

Často se používají pseudobinární diagramy, které jsou sestaveny pro konstantní obsah křemíku a proměnné obsahy železa a uhlíku.

- 7) srovnání **rovnovážných** a **nerovnovážných** fázových přeměn

Podle rovnovážných diagramů se chovají slitiny železa a uhlíku jen při velmi pomalém ochlazování. Se stoupající rychlostí ochlazování probíhají fázové přeměny při teplotách nižších, než odpovídají rovnovážnému diagramu. Při velkých rychlostech chladnutí vznikají nerovnovážné strukturní součásti (bainit, martenzit), které v rovnovážných diagramech nenalezneme.

- 8) srovnání rovnovážných diagramů za **atmosférického** a **zvýšeného tlaku**

Běžné rovnovážné diagramy železa s uhlíkem platí pro atmosférický tlak (0,1 MPa). S rostoucím tlakem klesá rozpustnost uhlíku v austenitu a snižuje se teplota A_1 a A_3 , dochází k posunutí eutektoidního bodu k nižším obsahům uhlíku a nižším teplotám.

VZTAH MEZI OBECNÝMI ROVNOVÁŽNÝMI DIAGRAMY A DIAGRAMY ŽELEZA S UHLÍKEM

Dnešní doba přináší moderní výukové metody a to se odráží ve způsobech vyučování na všech školách. Přední místo zde zaujímá výpočetní technika, pomocí které lze danou problematiku studentům názorněji popsat a tím zvýšit efektivitu vyučování. Příspěvek obsahuje dvě části:

- porovnání rovnovážných diagramů
- čelní zkouška krystalizace litiny

1. Porovnání rovnovážných diagramů

V animaci se porovnává sedm dvojic rovnovážných diagramů:

- fázové rovnovážné diagramy:
 $\text{Fe-C} \leftrightarrow \text{A-B}$
 $\text{Fe-Fe}_3 \leftrightarrow \text{A-A}_m\text{B}_n$
 $\text{Fe-Fe}_3\text{C} \leftrightarrow \text{Fe-C}$
 $\text{Fe-C} \leftrightarrow \text{Fe-Fe}_3\text{C}$
- strukturní rovnovážné diagramy: $\text{Fe-Fe}_3\text{C} \leftrightarrow \text{A-A}_m\text{B}_n$
- komplexní rovnovážné diagramy $\text{Fe-Fe}_3\text{C} \leftrightarrow \text{A-A}_m\text{B}_n$
 $\text{Fe-Fe}_3\text{C} \leftrightarrow \text{Fe-C}$

Na obrazovce je zakreslen základní rovnovážný diagram, který je z uvedené dvojice jmenován jako první. Fáze a strukturní součásti jsou v něm vyznačeny modře. Nad tímto rovnovážným diagramem se pohybuje maska (Obr.1, 2), která je ovládána pomocí kurzorových kláves (*nahoru, dolů, doprava a doleva*). Pod maskou se odkryje porovnávací rovnovážný diagram, který je jmenován jako druhý. Fáze a strukturní součásti v porovnávacím diagramu jsou uvedeny červeně.

Na Obr. 1 jsou čáry i důležité body v obou diagramech totožné, rozdílné je pouze označování fází a strukturních součástí. Na Obr. 2 se však u základního a porovnávacího diagramu liší jak popis jednotlivých oblastí, tak i poloha čar a pozice význačných bodů.

2. Čelní zkouška krystalizace

Tato část animace zachycuje vliv rychlosti chladnutí na strukturu litiny (Obr. 3). Při rychlejším chladnutí vzniká bílá litina, která je v souladu s metastabilním diagramem železo – karbid železa, naopak při pomalém ochlazování se tvoří šedá feritická litina odpovídající stabilní soustavě železo – grafit. Zbývající struktury můžeme popsat kombinací obou diagramů.

DISKUSE

Animace „Vztah mezi obecnými rovnovážnými diagramy a diagramy železa s uhlíkem“ má oproti statickému záznamu několik výhod:

- názornost a jednoznačnost popisu
- pohled pod maskou umožní zobrazit jen požadovanou oblast porovnávacího diagramu
- možnost využití několika masek současně
- interaktivní ovládání

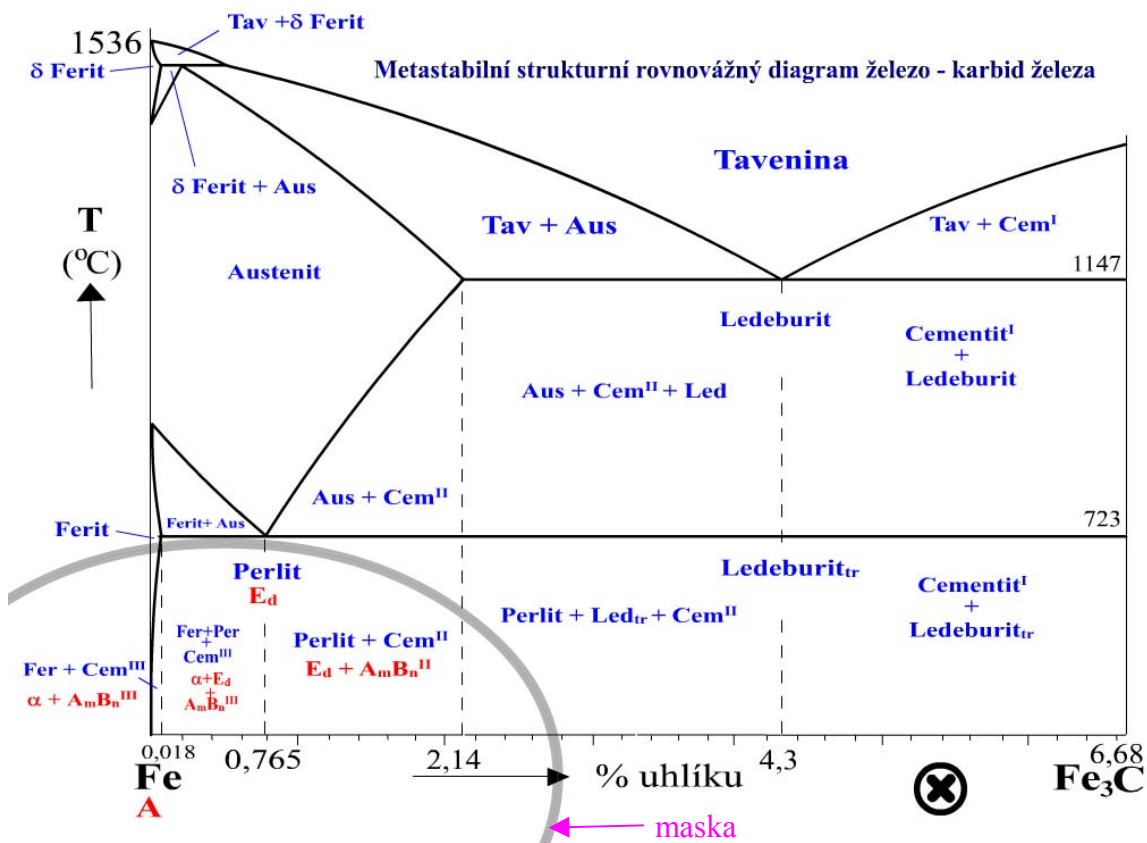
ZÁVĚR

Animovaný záznam učební látky zvýší nejen názornost dané problematiky při výuce Nauky o materiálu, ale pomůže studentům pochopit složité procesy probíhající při výrobě a tepelném zpracování kovových materiálů. Lze jej využít jako doplněk v přímé výuce i při samostudiu na vysokých školách technického zaměření.

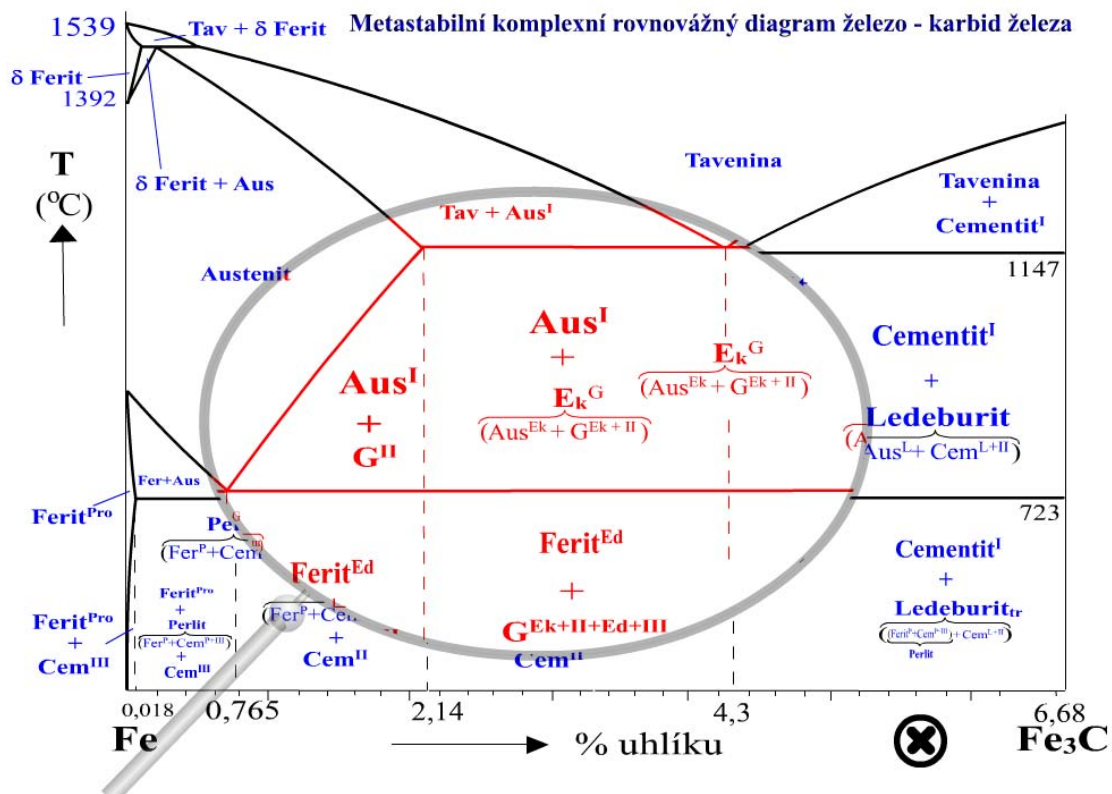
LITERATURA

FILÍPEK, J.: Nauka o materiálu. MZLU Brno ISBN 80 – 7157 – 351 – 5.

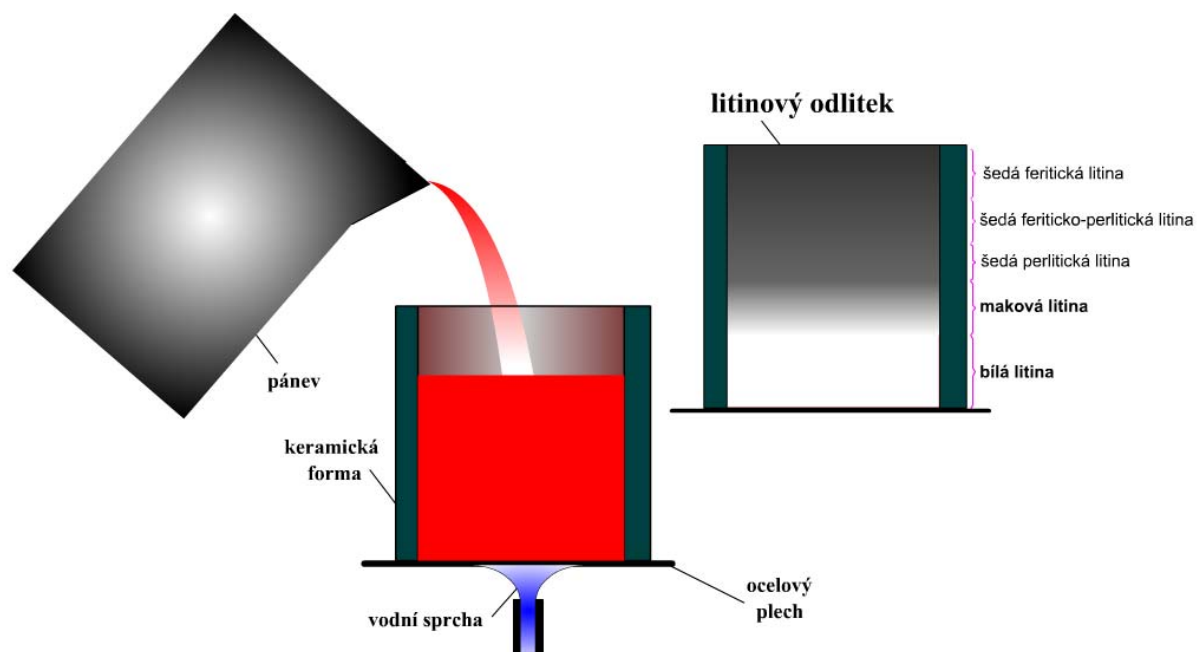
PLUHAŘ, J., KORITTA, J.: Strojírenské materiály. SNTL/ALFA Praha 1977, s. 562.



Obr. 1 Porovnání strukturních rovnovážných diagramů Fe-Fe₃C a A-A_mB_n



Obr. 2 Porovnání komplexních rovnovážných diagramů Fe-Fe₃C a Fe-C



Obr. 3 Čelní zkouška krystalizace