

AMPM-ÜBUNG

SIMULATION INTERKRITISCHES GLÜHEN DP-STAHL

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber

1. LEHRINHALTE

Im Rahmen der Vorlesung haben Sie bereits Mehrphasenstähle kennengelernt, die ihre Eigenschaften vor allem durch eine interkritische Glühbehandlung erhalten. Die Übung „Einführung in ThermoCalc“ hat dazu vermittelt, wie Sie am Beispiel eines Systems Fe-0,45 Ma.% C ein Gleichgewicht im Zweiphasengebiet α - γ berechnen können. In dieser Übung wird das Wissen weiter vertieft, indem eine DP-Stahl-Zusammensetzung unter Einbezug der Elemente Mn und Si betrachtet wird, Sie also im quaternären System Fe-C-Mn-Si rechnen und nicht im binären System Fe-C. In einer daran anschließenden Simulationsrechnung der diffusionskontrollierten Umwandlung eines metastabilen Austenits in Ferrit (IK-Glühung im Warmbandprozess) sollen Sie erkennen, welche wesentlichen Unterschiede aus der Zugabe von Mn und Si resultieren.

2. LERNZIELE

Mit dieser Übung sind mehrere Lernziele verbunden:

- Berechnung von Phasengleichgewichten während des IK-Glühens eines quaternären Systems Fe-C-Mn-Si
- Bestimmung der IK-Glühtemperatur unter Gleichgewichtsbedingungen
- Erkennen von Partitionierungseffekten im Zweiphasengebiet
- Diffusionsberechnung der IK-Glühung entsprechend einer Warmbandfertigung
- Interpretation der Ergebnisse unter Berücksichtigung der Randbedingungen einer technischen Wärmebehandlung

3. BESCHREIBUNG

Das Programm DICTRA („diffusion controlled transformation“) ist ein Bestandteil des ThermoCalc-Softwarepakets und kann wie dieses sowohl im „console mode“ als auch im „graphical mode“ ausgeführt werden. Bitte nutzen Sie im Rahmen der Übungen grundsätzlich den Konsolenmodus. Die Aufgaben unter 4.1 können Sie bereits mit dem vorhandenen Wissen aus der ersten TC-Übung lösen. Greifen Sie ggf. erneut auf das erste Übungsblatt zurück, um sich die notwendigen Befehle in Erinnerung zu rufen.

Der zweite Aufgabenteil setzt die Verwendung der Software DICTRA voraus, die Sie aus ThermoCalc heraus mit „goto module => dictra monitor“ öffnen können. Die für die Simulation notwendige Befehlsabfolge wird im Rahmen der Übung Schritt für Schritt besprochen und ist zudem unter Abschnitt 5 aufgeführt.

4. AUFGABEN

4.1 Gleichgewichtsberechnungen IK-Glühung

4.1.1 Nutzen Sie für Ihre Berechnungen die Datenbank TCFE10. Gehen Sie für die IK-Berechnung von der chemischen Zusammensetzung aus, die auf Folie zum Dualphasenstahl des VL-Foliensatzes „Ein- und Mehrphasenstähle“ angegeben ist. Vereinfachen Sie diese Zusammensetzung durch Reduktion auf die Elemente Fe, C, Mn und Si und gehen jeweils von den angegebenen max.-Werten aus. Berechnen Sie anschließend ein Phasengleichgewicht im α - γ -Phasengebiet.

4.1.2 Fahren Sie mit der Berechnung aus Aufgabe 4.1.1 fort, indem Sie einen Zielwert von 20% Austenit und 80% als Randbedingung einführen. Das Berechnungsergebnis ist die dafür - bei gegebener Zusammensetzung - notwendige Temperatur, die als Variable freigegeben werden muss (Befehl: `set_condition T=none`). Berechnen Sie auf dieser Basis die IK-Temperatur unter GG-Bedingungen!

4.1.3 Analysieren Sie das Berechnungsergebnis aus Aufgabe 4.1.2 hinsichtlich der Verteilung der enthaltenen Legierungselemente auf die Phasen α und γ . Was fällt Ihnen auf? Können Sie einen Zusammenhang ableiten, der Ihnen aus dem Studium bereits bekannt ist?

4.2 Diffusionsrechnungen IK-Glühung

4.2.1 Führen Sie die Simulation mit dem Modul „dictra-monitor“ entsprechend der unter 5. aufgeführten Befehlsabfolge durch. Die Erläuterung der einzelnen Schritte erfolgt im Rahmen der Übung.

4.2.2 Nachdem die Berechnung beendet wurde, wechseln Sie in das POST-Modul, um die Ergebnisse auszuwerten. Tragen Sie zunächst die Menge an Ferrit (`bcc_a2`) über die Simulationszeit auf. Der Zielwert ist 70% Ferrit und 30% Austenit. Was fällt Ihnen auf?

4.2.3 Modifizieren Sie die Simulationsparameter (IK-Glühtemperatur) ausgehend von dem Ergebnis aus Aufgabe 4.2.2 und führen die Berechnung erneut durch.

5. Anhang: Befehlsabfolge für Dictra-Berechnung

@@ DP-Stahl

@@ gamma-alpha Umwandlung

```
go data
sw tcf10
def_el fe c si mn
rej ph *
rest ph fcc_a1 bcc_a2
get
app
mobfe5
def_el fe c si mn
rej ph *
rest ph fcc_a1 bcc_a2
get
go d-m
```

```
set_cond
GLOBAL
T
0
```

```
xxxx.yy [HIER DEN T-WERT AUS DER GG-BERECHNUNG EINSETZEN (AUFGABE 4.1.2)]
```

```
N
enter_reg
AUSTENIT
```

```
enter_grid
AUSTENIT
10e-6
geo
50
1.1
```

```
enter_ph
ACTIVE
austenit
MATRIX
fcc_a1
```

```
enter_comp
AUSTENIT
FCC_A1
fe
weight_percent [HIER DIE ZUSAMMENSETZUNG DES AUS EINGEBEN]
C
LINEAR
x.y
x.y
```

MN
LINEAR
x.y
x.y
SI
LINEAR
x.y
x.y

enter_phase
inactive
AUSTENIT
NO
BCC_A2
FE
1e-05
closed_system

set_sim_time
3600
YES
60
1E-07
1E-07

sim