



Interdisziplinäre Projektarbeit

Modellierung des Lichtbogen- Strahlungstransports in ANSYS CFX

- Modelling the arc radiation transport in ANSYS CFX -

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel (TU Dresden)

Betreuer: Dr. rer. nat. A. Spille-Kohoff (CFX Berlin Software GmbH)
Dr.-Ing. M. Schnick (TU Dresden)
Dipl.-Ing. M. Hertel (TU Dresden)

Bearbeiter: Sebastian Jäckel, Matrikelnummer: 3294629
Bearbeitungszeitraum: 03.01.2011 – 30.06.2011

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	ii
Tabellenverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	iii
Symbolverzeichnis	iv
1 Einleitung & Stand der Technik	1
2 Zielstellung	4
3 Modellbildung	5
3.1 Magnetohydrodynamik.....	5
3.1.1 Strömungsmechanik.....	6
3.1.2 Elektromagnetik.....	8
3.2 Wärmestrahlung.....	10
3.2.1 Strahlungstransportgleichung.....	13
3.2.2 Approximationsmethoden.....	15
3.4 Stoffeigenschaften.....	21
4 Modellüberprüfung mittels NEC-Ansatz	23
4.1 Modell.....	24
4.2 Ergebnisse.....	26
4.3 Zusammenfassung Modellüberprüfung.....	33
5 Strahlungstransport in einem MSG-Lichtbogen	34
5.1 Modell.....	34
5.2 Ergebnisse.....	37
5.2.1 Emissionsgebiete.....	38
5.2.2 Absorptionsgebiete.....	40
5.2.3 Vergleich mit einem NEC-Modell.....	44
5.3 Validierung.....	47
6 Zusammenfassung	49
Literaturverzeichnis	51

6 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein numerisches Modell mit Strahlungstransportrechnung zur Simulation von Schweißlichtbögen erstellt. Die Implementierung des Strahlungstransports erfolgte über eine P_1 -Approximation mit einem in Energiebänder aufgeteilten Spektrum.

Mit Hilfe einer Berechnung von Nettoemissionskoeffizienten konnte die generelle Anwendbarkeit der gewählten Approximationsmethode belegt und die vom *INP Greifswald* zur Verfügung gestellten gemittelten Absorptionskoeffizienten nach *Planck* überprüft werden. Der durch die spektrale Approximation entstehende Fehler in Abhängigkeit der optischen Dicke wurde durch ein modifiziertes Modell exemplarisch bewertet. Hierdurch wurde gezeigt, dass eine korrekte Mittelung des spektralen Absorptionskoeffizienten mit den vorgestellten Verfahren nicht möglich ist.

Am Ende der Arbeit wurde das zuvor beschriebene Strahlungstransportmodell in einer Lichtbogensimulation angewendet. Hierzu wurde ein MSG-Lichtbogenmodell verwendet, das auf den Annahmen eines stationären Zustandes und konstanter Elektrodengeometrie basiert.

Die berechneten Emissions- und Absorptionsgebiete wurden als frequenzunabhängige sowie bandabhängige Größen dargestellt. Die Berechnungen belegen die These der starken Emission im metaldampfdominierten Lichtbogenzentrum sowie die Reabsorption ultravioletter Strahlung am Lichtbogenrand. Für die Emission ergibt sich ein dominierender Einfluss des ersten, für die Absorption des zweiten Bandes. Da das erste Band durch den Bereich der Resonanzlinien gekennzeichnet ist, stützen die Ergebnisse die These des sehr großen Einflusses der Koeffizientenmittelung auf das Ergebnis. Der Vergleich mit Ergebnissen aus einem NEC-Modell und Messergebnissen optischer Emissions-Spektroskopie verdeutlicht, dass das Strahlungsmodell einen erheblichen Einfluss auf die Temperaturverteilung im Lichtbogen hat. Gegenwärtig ist festzustellen, dass weder das NEC- noch das P_1 -Modell die Messergebnisse abbilden können.

Basierend auf den in dieser Arbeit erlangten Erkenntnissen kann das P_1 -Modell unter Voraussetzung korrekter spektraler Approximation in Lichtbogenmodellen angewendet werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass mit einer verbesserten Reproduzierung des Spektrums eine Strahlungstransportrechnung zu einer verbesserten Aussagefähigkeit der Lichtbogenmodelle führt. Hierfür muss das Ziel anschließender Arbeiten die korrekte Mittelung der Absorptionskoeffizienten sein. *Nordborg* und *Jordanidis* [12] schlagen hierfür innerhalb der Frequenzbänder eine Selektion der Absorptionskoeffizienten nach deren Amplitude vor.