



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

Основна информация:

Име на курса: Математическо моделиране и симулиране на термо-металургичното влияние при заваряване и сродни процеси

Лектор: проф. дн Николай Дойнов

Телефон: +359 2 46-26-220, +359 876 536686

Имейл: nikolay.doynov@ims.bas.bg

Хорариум: 30 учебни часа

Анотация (до 150 думи):

Целта на предложения курс е да задълбочи основните знания и умения при прилагането на детерминистични методи за моделиране на ефектите водещи до изменение на свойствата в зоната на термично влияние при процеси като заваряване, локална термична обработка и адитивно изграждане. Във фокус на курса са нестационарните и квазистационарните топлинни процеси, фазовите и структурните преходи в твърдо състояние и процесите на дифузия на разтворени в метала газове. Курсът е предназначен за специалностите „машиностроене“ (02.01.00.) и „металургия“ (02.09.01.), но е приложим и за други специалности от техническите науки (02.00.00.).

Съдържанието включва основните принципи за моделиране, класификация на подходите и методите, както и аспектите за практическо приложение. В частност се разглеждат: функционално-аналитични и числени (МКЕ) решения: нестационарно температурно поле; неизотермични дифузионни и бездифузионни процеси на фазови и структурни преходи в стомани и Al-сплави; разтворимост и дифузия на газове в метала. В допълнение се разглежда и връзката между термо-физичните свойства и металургичните реакции.

Тематично съдържание на курса (кратко описание по теми или модули):

- Тема 1: Моделиране и симулиране, дефиниции, класификация, общ подход, физическо характеризирание на процесите
- Тема 2: Температурно поле при заваряване и сродни процеси – общи понятия, диференциално уравнение на топлопроводност, термо-физични свойства и моделни параметри
- Тема 3: Функционално-аналитични решения, фундаментално решение, гранични и начални условия, метод на суперпозицията, метод на отраженията
- Тема 4: Числени решения по МКЕ, имплицитен и експлицитен анализ, квазистационарно решение, пространствена и времева дискретизация, h- и p-метод
- Тема 5: Приложение за решаване на конкретни задачи, особености при приложение и съпоставка на числените и аналитичните методи на решение (Димензиониране на температурното поле; Моментни и продължително действащи топлинни източници; Подвижни и бързо движещи се топлинни източници)
- Тема 6: Класификация и характеризирание на топлинните източници, разпределение на топлинния поток, модели и параметри
- Тема 7: Моделиране на микроструктурните изменения в стомани, фази преходи и превръщания, гранични състояния, общи зависимости и параметри (Процес на



ЦЕНТЪР ЗА ОБУЧЕНИЕ – БАН

1000 София
ул. „Сердика“ № 4
<http://edu.bas.bg>

email: tdc-phd@cu.bas.bg
тел.: 02 987 31 67
02 979 52 60

- аустенитизация; Анизотермично разпадане на аустенита; Зависимост максимална температура, време на аустенитизация, темп на охлаждане)
- Тема 8: Характеризиране на температурния цикъл при еднократно нагряване, параметри, свързване на температурните и микроструктурните модели в общ модел
- Тема 9: Фазов преход в твърдо състояние – преглед и класификация на моделите, метод за свързване на изотермичните и анизотермичните модели
- Тема 10: Приложение на моделите за фазови преходи, специфични особености, входни данни и калибриране, обработка на резултатите
- Тема 11: Особености при многоциклово температурно въздействие, Зависимост междинна температура, максимална температура, време на аустенитизация, темп на охлаждане
- Тема 12: Моделиране на разтварянето и отделянето на преципитации – изменения в дисперсионно уячени сплави
- Тема 13: Моделиране на процеса на рекристализация – изменения в деформационно уячени сплави
- Тема 14: Дифузия на водород и азот в метала – връзка между разтворимост и концентрация, особености при различните газове, класификация на моделите
- Тема 15: Приложение на различни модели, входни данни и калибриране, представяне на резултатите, съпоставка

Форми на обучение и оценяване:

хибридно

Компетентности, придобити в резултат на обучението (3-5 точки):

Очаква се придобиване на фундаментални познания и задълбочени практическите умения при построяването, калибрирането и прилагането на подходите и моделите за симулиране на процесите и прогнозиране на локалните свойства в зоната на термично влияние

Литература:

1. Karkhin, V.A., Thermal Processes in Welding, Springer, 2019
2. Michailov, V., Karkhin, V.A., Petrov, P., Principles of Welding, Politech. Uni. Publ. St. Petersburg, 2016
3. Lindgren, L.-E., Computational Welding Mechanics, Woodhead Publishing, 2007
4. Doynov, N., Ossenbrink, R., Michailov, V., Sensibilitätsanalyse der thermomechanischen FE-Schweißsimulation, Shaker Verl., 2012
5. Grong, O., Metalurgical Modelling of Welding, The Institute of Materials, 1994
6. Buchmayr, B.: Computer in der Werkstoff- und Schweißtechnik, DVS-Verl. Dusseldorf, 1991
7. Ossenbring, R., Thermomechanische Schweißsimulation unter Berücksichtigung von Gefügewandlungen, Shaker Verl., 2009

Допълнителна информация (по желание) (например: специални изисквания, лабораторно оборудване, предварителни знания):

This course may also be held in English or German, upon request