



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

**ИНСТИТУТ ПО МЕТАЛОЗНАНИЕ, СЪОРЪЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**С ЦЕНТЪР ПО ХИДРО - И АЕРОДИНАМИКА**  
„Акад. Ангел Балеvски“

Одобрил:

Директор:.....

/ проф. д-р Ивайло Кацаров /

### Програма

на специализиран курс „Математическо моделиране и симулиране на термо-металургичното влияние при заваряване и сродни процеси“  
(хорариум 30 часа)

1. Моделиране и симулиране, дефиниции, класификация, общ подход, физическо характеризиране на процесите
2. Температурно поле при заваряване и сродни процеси – общи понятия, диференциално уравнение на топлопроводност, термо-физични свойства и моделни параметри
3. Функционално-аналитични решения, фундаментално решение, гранични и начални условия, метод на суперпозицията, метод на отраженията
4. Числени решения по МКЕ, имплицитен и експлицитен анализ, квазистационарно решение, пространствена и времева дискретизация, h- и p-метод
5. Приложение за решаване на конкретни задачи, особености при приложение и съпоставка на числените и аналитичните методи на решение (Дименсиониране на температурното поле; Моментни и продължително действащи топлинни източници; Подвижни и бързо движещи се топлинни източници)
6. Класификация и характеризиране на топлинните източници, разпределение на топлинния поток, модели и параметри
7. Моделиране на микроструктурните изменения в стомани, фази преходи и превръщания, гранични състояния, общи зависимости и параметри (Процес на аустенитизация; Анизотермично разпадане на аустенита; Зависимост максимална температура, време на аустенитизация, темп на охлаждане)
8. Характеризиране на температурния цикъл при еднократно нагряване, параметри, свързване на температурните и микроструктурните модели в общ модел
9. Фазов преход в твърдо състояние – преглед и класификация на моделите, метод за свързване на изотермичните и анизотермичните модели
10. Приложение на моделите за фазови преходи, специфични особености, входни данни и калибриране, обработка на резултатите
11. Особености при многоциклово температурно въздействие, Зависимост междинна температура, максимална температура, време на аустенитизация, темп на охлаждане
12. Моделиране на разтварянето и отделянето на преципитации – изменения в дисперсионно уякчени сплави
13. Моделиране на процеса на рекристализация – изменения в деформационно уякчени сплави
14. Дифузия на водород и азот в метала – връзка между разтворимост и концентрация, особености при различните газове, класификация на моделите
15. Приложение на различни модели, входни данни и калибриране, представяне на резултатите, съпоставка

### 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 Gefügeumwandlungen, Shaker Verl., 2009

Съставил:.....

/ доц. дн Николай Дойнов /

Приета на НС, протокол № 10/16.07.2025

Председател на НС:.....

/ проф. д-р Стойко Гюров /