

**Тема: ОСНОВИ НА ЕЛЕКТРОННОЛЪЧЕВИТЕ ПРОЦЕСИ**

***BASICS OF ELECTRON BEAM PROCESSES***

*This course may also be held in English, upon request*

**Лектор:**

**Доц. д-р инж. Елена Георгиева Колева**

*Assoc Prof. Dr. Elena Georgieva Koleva*

**Хорариум:**

20 учебни часа

**Анотация:**

Целта на курса е да даде на докторантите основни познания в областта на електроннолъчевото заваряване. Курсът включва изучаване на устройството и управлението на инсталации за електроннолъчево заваряване, източниците на електронни снопове, характеризирането на електронни снопове, взаимодействието на ускорени заредени частици с материал, топлинни модели и статистически подход за моделиране, ISO и други стандарти при електроннолъчево заваряване както и запознаване с други електроннолъчеви процеси - електроннолъчево топене и рафиниране на материали, електроннолъчева литография, електроннолъчева повърхностна модификация, отлагане на слоеве с електроннолъчево изпарение.

**Annotation:**

The course aims to give the PhD students basic knowledge in the field of electron welding. The course includes the study of the design and the control of systems for electron beam welding, sources of electron beams, characterization of electron beams, the interaction of accelerated charged particles with materials, thermal models and statistical modeling approach, ISO and other standards for electron beam welding, as well as introduction to other electron beam processes - electron beam melting and refining of materials, electron beam lithography, electron beam surface modification deposition of layers with electron beam evaporation.

**П Р О Г Р А М А**

1. Физика на разпространението на снопове от заредени частици във вакуум. Характеризиране на електронни снопове. – 2 часа.
2. Измерване на профила на лъча и оценяване на емитанса му. – 2 часа.
3. Източници на електронни снопове. – 2 часа.
4. Взаимодействие на ускорени електрони с материали. – 2 часа.
5. Електроннолъчево заваряване и области на приложение. – 2 часа.
6. Физични процеси при електроннолъчевото заваряване. – 2 часа.
7. Топлинни модели при електроннолъчево заваряване. – 2 часа.
8. Приблизителна оценка на геометричните характеристики при електроннолъчево заваряване. Термична ефективност. – 2 часа.
9. Тестове и физикомеханични свойства на заваръчните шевове. Видове дефекти. – 2 часа.

10. Статистически подход за моделиране и оптимизация на процеса електроннолъчево заваряване – 2 часа.
11. Управление и автоматизация на процеса електроннолъчево заваряване. – 2 часа.
12. ISO и други стандарти при електроннолъчево заваряване. – 2 часа.
13. Електроннолъчево топене и рафиниране на материали. – 2 часа.
14. Електроннолъчева литография. – 2 часа.
15. Електроннолъчева повърхностна модификация. – 1 час.
16. Отлагане на слоеве с електроннолъчево изпарение. – 1 час

## **К О Н С П Е К Т**

### **по “ ОСНОВИ НА ЕЛЕКТРОННОЛЪЧЕВИТЕ ПРОЦЕСИ ”**

1. Физика на разпространението на снопове от заредени частици във вакуум. Характеризиране на електронни снопове – яркост, емитанс.
2. Измерване на профила на лъча и оценяване на емитанса му. Измерване на радиалното разпределение на плътността на тока на лъча – методи, устройства, изчислителни процедури.
3. Източници на електронни снопове. Електроннооптични системи, термоелектронна емисия, конструктивни елементи на електронната пушка, плазмени източници на електронни снопове.
4. Взаимодействие на ускорени електрони с материали. Разпределение на погълнатата енергия при електронно облъчване на твърди образци. Интегрално пространствено разпределение на погълнатата енергия.
5. Електроннолъчево заваряване и области на приложение. Инсталация за електроннолъчево заваряване – елементи, характеристики, вакуумна и охладителна системи, фокусираща и отклоняваща системи, действие. Контролно измервателни устройства.
6. Физични процеси при електроннолъчевото заваряване.
7. Топлинни модели при електроннолъчево заваряване.
8. Приблизителна оценка на геометричните характеристики при електроннолъчево заваряване. Термична ефективност.
9. Тестове и физикомеханични свойства на заваръчните шевове. Видове дефекти.
10. Статистически подход за моделиране и оптимизация на процеса електроннолъчево заваряване. Регресионни модели, невронни мрежи, робастно проектиране.
11. Управление и автоматизация на процеса електроннолъчево заваряване.
12. ISO и други стандарти при електроннолъчево заваряване.
13. Електроннолъчева повърхностна модификация.
14. Електроннолъчево топене и рафиниране на материали.
15. Електроннолъчева литография. Инсталации с директно експониране. видове електронни резисти, чувствителност и контраст на двойки резист-проявител.
16. Отлагане на слоеве с електроннолъчево изпарение.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Младенов Г. *Електронни и йонни технологии*. Изд. „Проф. Марин Дринов“, София 2009.
2. Schulze, Klaus-Rainer. "*Electron Beam Technologies*". DVS Media, Düsseldorf, 2012.

3. Elmer, John (2008-03-03). "*Standardizing the Art of Electron-Beam Welding*". Lawrence Livermore National Laboratory. Retrieved 2008-10-16.
4. Glazov S.I., Lyushinskiy A.V., Magnitov V.S., Oboznov V.V., Chuklinov S.V.: *Fundamentals of technology of electron beam and diffusion welding*. Ed. O.S. Sirotkin and S.V. Chuklinov. Publishing house of research and technical board of SPA "Saturn", Rybinsk (2001)
5. Dobeneck D.v.: *Electron Beam Welding – Examples of 30 Years JobShop Experience*. Pro-beam AG & Co. KGaA (2005).
6. Schultz, Helmut (1993). *Electron beam welding*. Cambridge, England: Woodhead Publishing/The Welding Institute. ISBN 1-85573-050-2
7. ISO 14744-1:2008(en). *Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines — Part 1: Principles and acceptance conditions*.
8. ISO 15609-3:2004. *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials -- Welding procedure specification -- Part 3: Electron beam welding*.
9. ISO/TR 17671-7:2004(en). *Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 7: Electron beam welding*.

Съставил:.....

(доц. д-р инж. Елена Колева)