

Einladung zum Mechanikseminar

Vortragsthema: **Prinzipien der numerischen Mechanik der Nanokomposite**

Vortragender: Prof. Dr.Sc. Boris E. Pobedria, Staatl. Lomonossow-Universität Moskau

Ort: Gebäude MS, Raum 107

Zeit: **Mittwoch, 20. Okt. 2010, 16:15 Uhr.**

Kurzfassung:

Die Beschreibung der Postulate der Kontinuumsmechanik erfolgt im Raum $R^1 \otimes \Omega$, wobei R^1 den eindimensionalen Raum der Zeit bedeutet, und Ω – einen metrischen Raum ganzzahliger oder auch fraktaler Dimension darstellt. Im einfachsten Falle ist Ω der dreidimensionale euklidische Raum. In der Mehrskalens-Kontinuumsmechanik wird jedes Teilchen des n-ten Niveaus als Kontinuum vom Niveau n+1 angesehen ($n = 1, 2, \dots, N$). Bei $N = 3$ heißt das erste Niveau ($n = 1$) *Makroniveau*, das zweite Niveau ($n = 2$) – *Mesoniveau* und das dritte Niveau ($n = 3$) – *Mikroniveau*. Diese Vorgehensweise ist Grundlage für den Aufbau einer Theorie der Nanomechanik.

Die mathematische Modellierung der Mehrskalensmechanik von Nanokompositen erfolgt unter Berücksichtigung des letzten Standes in der Theorie der Konstitutivgleichungen, der Thermodynamik von Systemen abseits vom Gleichgewicht, der Funktionalanalyse, bei den Gleichungen der mathematischen Physik, der Methoden der Mittelbildung, der Diakoptik, der numerischen Mechanik und der Schädigungstheorie.

Als theoretische Grundlage der Nanomechanik kann das 2-skalige Kontinuum dienen. Zu seinem Aufbau kann jedes Teilchen dieses Kontinuums als Kontinuum vom Niveau Zwei (Mikrokontinuum) dargestellt werden. Der einfachste Fall eines solchen Mikrokontinuums ist das COSSERAT-Modell. Bei diesem Modell ist der Spannungstensor σ_{ij} nicht mehr symmetrisch und es wird zusätzlich ein nichtsymmetrischer Tensor der Momentenspannungen μ_{ij} eingeführt. Es sei vermerkt, dass sich diese Momentenmechanik des Kontinuums auf natürliche Weise aus der verwendeten Methode der Mittelbildung ergibt. Die Konstitutivgleichungen eines solchen Mediums werden als Operatoren vorgegeben, welche die Tensoren σ_{ij} und μ_{ij} mit den kinematischen Tensoren verbinden: mit der Distorsion $u_{i,j}$ (Gradient des Verschiebungsvektors) und den Krümmungen κ_{ij} .

Die konstitutiven Gleichungen jeder Komponente des Komposits können skleronom, rheonom, linear und nichtlinear sein und auch von der Temperatur, von Phasenübergängen und von der Schädigungsentwicklung abhängen. Auf unterschiedliche Arten, darunter auch die Methode der Mittelbildung, werden effektive Charakteristika dieser Komposite bestimmt. Dabei werden die Konstitutivgleichungen jeder Komponente des Komposits und dessen Struktur als bekannt vorausgesetzt. Die experimentelle Bestimmung aller Materialfunktionen für Komponenten mit Nanostruktur ist sehr schwierig, manchmal auch unmöglich. Vorgestellt werden Modelle, mit denen diese Materialfunktionen aus den bekannten effektiven Charakteristiken des Gesamtkomposits und den Charakteristiken der Komponenten mit Makrostruktur konstruiert werden können.

Für ein elastisches Medium können diese Beziehungen wie folgt geschrieben werden:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= C_{ijkl}u_{k,l} + A_{ijkl}\kappa_{kl}, \\ \mu_{ij} &= B_{ijkl}u_{k,l} + D_{ijkl}\kappa_{kl}.\end{aligned}$$

Die Materialtensoren vierter Stufe A_{ijkl} , B_{ijkl} , D_{ijkl} müssen experimentell bestimmt werden. Aus der Literatur sind derartige Experimente bisher nicht bekannt.

Die verwendete Methode der Mittelbildung ermöglicht eine theoretische Bestimmung der Materialtensoren. Dazu wird ein Vektor der Kompositstruktur $\vec{\varphi}$ eingeführt

$$\varphi_i(\xi) = \varepsilon \xi_i \left(1 + \varepsilon a_j \xi_j + \varepsilon^2 b_{jk} \xi_j \xi_k + \dots \right),$$

wobei a_j, b_{jk}, \dots – bekannte Größen und ξ_i – sogenannte „schnelle“ Koordinaten, die mit den globalen Koordinaten x_i nach der Formel $\xi_i = x_i/\varepsilon$ zusammenhängen (ε – kleiner Parameter).

In der Arbeit wurden alle Materialtensoren nach der „Methode der Nullnäherung“ bestimmt.