

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80012.5007.82SE

Denumirea Proiectului **Modelarea matematică a comportării materialelor cu microstructura**

Rezumat

A fost studiată influența caracteristicilor elastice ale fazelor și a conținutului lor volumic asupra distribuției energiilor de modificare a formei și volumului într-un element reprezentativ al unui material cu microstructură. Analiza a fost efectuată în cadrul unui model constitutiv pe două niveluri. Relația dintre tensorii tensiune și deformare la scară macroscopică și microscopică a fost construită în baza principiilor termodinamicii, legăturilor medii, ortogonalității fluctuațiilor tensorilor tensiune și deformare și extremului discordanței dintre măsurile macroscopice și valorile medii ale analogilor microscopici potriviți. A fost stabilit sistemul general de ecuații pentru determinarea constantelor elastice ale unui policristal multifazic. S-a demonstrat că, în cazul materialelor policristaline multifazice cu rețele cubice, doar două caracteristici elastice independente ale fazelor influențează asupra modulului de forfecare macroscopic: factorii de anizotropie și constantele de forfecare. Se arată că modulul volumic de elasticitate este egal cu media geometrică a modulilor de elasticitate volumetrici obținuți în două variante limită ale modelului: stare de tensiune omogenă și o stare de deformare uniformă. Studiile numerice se referă și la variațiile invariantilor tensorilor tensiune, deformare în funcție de concentrațiile și proprietățile elastice ale fazelor. Calculele arată că invariantii energiei de deformare și a tensiunilor/deformațiilor, variază după legi nemonotone, în funcție de concentrația fazelor.

Au fost investigate legăturile de variație a energiei de modificare a formei și volumului în subelemente, în funcție de factorul de orientare al axelor cristalografice și caracteristicilor de elasticitate a fazelor. Analiza numerică arată o natură semnificativ mai complexă a modificărilor componentelor energiei de deformare în subelemente în comparație cu variațiile invariantilor tensorilor tensiune și deformare. Se analizează influența caracteristicilor elastice ale fazelor și a conținutului lor volumic asupra discordanțelor dintre măsurile macroscopice ale energiei de schimbare a formei, volumului și valorilor medii ale măsurătorilor microscopice.

Abstract

The influence of the elastic characteristics of the phases and their volume content on the distribution of the energies of shape and volume modification in a representative element of a material with a microstructure was studied. The analysis was carried out within a two-level constitutive model. The relationship between the stress and strain tensors at the macroscopic and microscopic scales was built on the basis of the principles of thermodynamics, average connections, orthogonality of fluctuations of the stress and strain tensors and the extreme of the discordance between the macroscopic measures and the average values of the corresponding microscopic analogues. The general system of equations for determining the elastic constants of a multiphase polycrystal was established. It was shown that, in the case of multiphase polycrystalline materials with cubic lattices, only two independent elastic characteristics of the phases influence the macroscopic shear modulus: anisotropy factors and shear constants. It is shown that the bulk modulus of elasticity is equal to the geometric mean of the bulk modulus of elasticity obtained in two limit versions of the model: a homogeneous stress state and a uniform deformation state. Numerical studies also refer to the variations of the invariants of the stress and strain tensors depending on the concentrations and elastic properties of the phases. Calculations show that the invariants of the strain energy and stresses/strains vary according to non-monotonic laws, depending on the concentration of the phases.

The regularities of variation of the energy of shape and volume modification in subelements, depending on the orientation factor of the crystallographic axes and the elastic characteristics of the phases, were investigated. Numerical analysis shows a significantly more complex nature of the changes in the components of the strain energy in subelements compared to the variations of the invariants of the stress and strain tensors. The influence of the elastic characteristics of the phases and their volume content on the discrepancies between macroscopic measures of shape and volume change energy and the average values of microscopic measurements is analyzed.

Conducătorul de proiect dr. Marina Viorica/

Data:

LŞ



Marina Viorica