



MISKOLCI EGYETEM
Műszaki Anyagtudományi Kar
Kerpely Antal Anyagtudományok és
Technológiák Doktori Iskola



Kerámiák mechanikája és technológiája Mechanics and Processing of Ceramics

Prof. Dr. László A. GÖMZE

TANTÁRGYLEÍRÁS

2016.
Szerző: user

Kerámiák mechanikája és technológiája

Mechanics and Processing of Ceramics

Prof. Dr. László A. GÖMZE

Tantárgy jegyzője

Dr. Gömze A. László, egyetemi tanár, Kerámia- és Polimermérnöki Intézet.

szoba: B1/206. mail: femgomze@uni-miskolc.hu, tel: (46) 565-111/15-66, (30) 746-2714, <http://www.matsci.uni-miskolc.hu>

Tantárgy célcsoportja

A tárgy minden, a Kerpely Doktori Iskola, de különösen a **kerámiák és szilikástechnológia** tématerület hallgatójának ajánlott.

Tantárgy nyelve

Magyar vagy angol.

Tantárgy célja

A tantárgy célja az, hogy megismertesse a hallgatókat a kerámiák általános tulajdonságaival, gyártástechnológiájával és a többkomponensű kerámia rendszerekkel.

Tantárgy módszertana

Nagyobb létszám esetén kontaktóra keretében kerül a tananyag átadásra 1-2 fő esetén egyénre szabottan a következő módon: a címszavak és az elérhető irodalom megadása három blokkban, amelyek lefedik a tananyag aktuális részét. Minden egyes blokkhoz ellenőrző kérdéseket is kapnak a hallgatók. Három alkalommal személyes találkozó, amikor mód nyílik a kérdésekre adott válaszok ellenőrzésére, a hallgató oldaláról felmerülő kérdések, illetve a főbb vonatkozások megbeszélésére.

Tantárgy tematikája

1. Témakör

Fundamentals of mechanics and basic mechanical properties of ceramic materials. Relationship between the mechanical properties and nano- micro- and macrostructure of ceramics. Thermal stability and thermomechanical properties of ceramic material systems with 1, 2, 3 or more components. Determination and measurement of elasticity, strength and stress intensity factors.

A mechanika alapjai és a kerámiák általános mechanikai tulajdonságai. Összefüggések a kerámiák legfontosabb mechanikai tulajdonságai, valamint nano-, mikro- és makroszerkezete között. Kerámiák termikus stabilitása és termomechanikai tulajdonságai – egy-, kettő-, három- és többkomponensű kerámia rendszerek. A rugalmassági, szilárdsági és feszültségintenzitási tényezők (faktorok) meghatározása és mérése.

Ellenőrző kérdések:

1. Define and describe the mechanical concept of strength and strain in materials.
2. Define and describe the idealistic mechanical or rheo-mechanical behaviors of ceramic raw, semi-finished and finished materials.

3. Define and describe the deformation-force and deformation-time function in idealistic elastic materials.
4. Define and describe the deformation-force and deformation-time function in idealistic viscous materials.
5. Define and describe the deformation-force and deformation-time function in idealistic plastic materials.
6. Which are the most widely current 1-, 2-, 3- or more component ceramic systems? Explain the polymorphism and thermal stability of ceramic materials on the basis of SiO_2 and $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
7. Describe and explain the phase diagram of the $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ceramic system as genotype of silicate materials.
8. Which kind of test methods can be applied for measurement of elasticity, strength and stress intensity factors?
9. Which kind of test methods can be applied for measurement of viscosity and plasticity of ceramic raw materials?
10. Explain the relationship between the drying sensitivity and microstructure of clay minerals.

2. Témakör

Processing of ceramics – raw material processing, forming and compaction technologies, thermal treatment technologies, surface treatment and mechanical elaboration of fired or sintered ceramics. The role and importance of mechanical and rheological properties of used materials in different technological operations on the quality of final ceramic products. Kerámiák gyártástechnológiája – nyersanyag-előkészítési technológiák, alakadási technológiák, hőkezelési technológiák, felületkezelési technológiák és utólagos megmunkálási technológiák. A mechanikai és reológiai tulajdonságok, illetve igénybevételek szerepe és jelentősége a termékminőségre az egyes technológiai műveleteknél.

Ellenőrző kérdések:

1. Describe and compare the crushing theories.
2. Compare the classical, mechanical and technological approach of crushing theories.
3. Explain the roles of rheological properties in the ceramic raw material processing.
4. Describe the mechanical stress distribution in forming instruments as function of mechanical model of used ceramic raw materials.
5. Describe the mechanical stress distribution in forming process as function of geometrical parameters of forming machines.
6. Heat treatment of ceramics - explain the typical thermomechanical processes during drying and firing – sintering – of ceramics.
7. Heat treatment of ceramics – explain the phase transformation as one of the reasons of thermomechanical stresses in ceramic bodies.
8. Describe the reasons of crack formation during the heat treatment.
9. Crack propagation in ceramics - explain the influence of technological processes on crack forming and propagation.
10. Demonstrate the development of hardness through surface treatment of ceramics.

3. Témakör

Rheological modeling of ceramics and determination of their rheo-mechanical equation. Determination of toughness, cyclic fatigue, thermal stress and thermal shock in ceramics. Crack propagation in ceramics – determination of "R-curve". Effect of macrostructure (porosity, fiber reinforced cement, ...) and material composition (Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 , ...) on mechanical properties of ceramics. Phase transformation in Si_3N_4 and C ceramics under high speed collisions. Statistical evaluation of experimental data. Kerámiák reológiai modellezése és reo-mechanikai anyagegyenletei. Kerámiák szívóssága, ciklikus kifáradása, termikus feszültsége és hősokk-állósága. Repedés-terjedés kerámiákban, az R-görbe meghatározása. A makroszerkezet (porozitás, szálerősítés, ...)

és az anyagösszetétel (Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 , ...) hatása a kerámiák mechanikai tulajdonságaira. Fázisátalakulások a Si_3N_4 és C kerámiákban nagysebességű ütközések hatására. A szilárdsági adatok statisztikai kiértékelése.

Ellenőrző kérdések:

1. Draw and explain the deformation-stress and deformation-time curves of Voight-Kelvin-type ceramic materials.
2. Draw and explain the deformation-stress and deformation-time curves of Maxwell-type ceramic materials.
3. Draw and explain the deformation-stress and deformation-time curves of Al_2O_3 feed stocks.
4. Draw and explain the rheo-mechanical model of hetero-modulus, hetero-viscous and hetero-plastic ceramic composites.
5. Explain the role of rheo-mechanical properties in development hetero-modulus, hetero-viscous and hetero-plastic complex materials with extreme dynamic strength.
6. Explain and compare the toughness of Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 .
7. Explain and compare the hardness of Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 and cubic boron-nitride (CBN).
8. Explain the phase transformation in carbon and forming diamond particles under high speed collision.
9. Explain the phase transformation in Si_3N_4 and forming diamond-like $c\text{-Si}_3\text{N}_4$ particles under high speed collision.
10. Describe and compare the Gaussian or normal distribution with the Weibull distribution.

Tantárgyhoz kapcsolódó irodalmak

1. Engineering Materials Handbook, Vol. 4. ASM International (1991)
2. Terry A. Ring: Fundamentals of Ceramic Powder Processing and Synthesis (1996) Academic Press.
3. Dr. Szabó Miklós - Dr. Gömze A. László és mások: Kerámiaipari Évkönyv 2001. ÉTK Kiadó, Budapest
4. C.B. Carter, M.G. Norton: Ceramic materials (2007) Springer
5. John B. Wachtman: Mechanical Properties of Ceramics (2009) John Wiley and Sons
6. Gömze A. László: Rheology (2015) IGREX Ltd. ISBN: 978-963-12-3088-8
7. Gömze A. László: Applied Materials Science I. (2016) IGREX Ltd. ISBN: 978-963-12-6600-9
8. Szakfolyóiratok: ÉPÍTŐANYAG, Keramische Zeitschrift, Steklo i Keramika, Interacram

Tantárgy teljesítése, számonkérés

Az ellenőrző kérdésekre adott helyes válaszokat követően szóbeli vizsga.

Tantárgyhoz kapcsolódó komplex vizsgakérdések

1. Kerámia nyersanyagok rheo-mechanikai jellemzése – hasonlítsa össze az anyagok Voight-Kelvin és Maxwell modell szerinti deformáció-stressz és deformáció-idő görbéit.
2. Ismertesse és magyarázza el a mechanikai feszültségek relaxációját a kerámiával megerősített összetett anyagoknál, mint pl. az aszfalt.
3. A szívósság, a ciklikus fáradás és a repedés továbbterjedése műszaki kerámiákban, mint a Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 .

4. A mechano-kémiai aktiválás és fázis átalakulás kerámia nyersanyagokban, mint a hagyományos téglagyagoknál az aprítás és őrlés során.
5. Mechanikai tulajdonságok, mikro- és a makroszerkezetek és a kerámiák porozitás közötti kapcsolat- növekvő képlékenység pórusszerkezeteken át.
6. Rheo-mechanical characterization of ceramic raw materials – compare the deformation-stress and deformation-time curves of Voight-Kelvin and Maxwell materials.
7. Describe and explain the mechanical stress relaxation in ceramic reinforced complex materials like asphalt pavement.
8. Toughness, cyclical fatigue and crack propagation in technical ceramics like Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , Al_2O_3 .
9. Mechano-chemical activation and phase transformation in ceramic raw materials like convectional brick clays during their crushing and grinding.
10. Relationship between mechanical properties and micro- and macrostructures and porosity of ceramics – increasing plasticity through pore structures.