



# TŰZÁLLÓ ANYAGOK

ANYAGMÉRNÖK BSC KÉPZÉS  
HŐENERGIA ÉS SZILIKÁTTECHNOLÓGIAI SZAKIRÁNY, HŐENERGIA MODUL  
(levelező munkarendben)

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**MISKOLCI EGYETEM**  
**MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR**  
**ENERGIA ÉS MINŐSÉGÜGYI INTÉZET**

Miskolc, 2014/15. II. félév

## **Tartalomjegyzék**

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Vizsgakérdések
5. Egyéb követelmények

## 1. TANTÁRGYLEÍRÁS

<b>Tantárgy neve:</b> <b>TŰZÁLLÓ ANYAGOK</b>	<b>Tantárgy Neptun kódja: MAKETT234BL</b> <b>Tárgyfelelős intézet:</b> Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, <b>Energia és Minőségügyi Intézet</b> <b>Tantárgyelem:</b> kötelező (Hőenergia és Szilikátechológiai Szakirány)
<b>Tárgyfelelős: Dr. Póliska Csaba, egyetemi adjunktus</b>	
<b>Javasolt félév:</b> 6. tavaszi félév	<b>Előfeltétel:</b> -
<b>Óraszám/hét:</b> 10 óra előadás + 15 óra gyakorlat	<b>Számonkérés módja:</b> aláírás-gyakorlati jegy
<b>Kreditpont: 5</b>	<b>Tagozat:</b> Bsc levelező

### A tantárgy feladata és célja:

A tantárgy célja, hogy alapvető ismereteket nyújtson a tűzálló anyag alapanyagokkal és vizsgálati módszereikkel kapcsolatban a kohászati, gépipari, szilikátipari, vegyipari vagy könnyűipari vállalatoknál elhelyezkedő anyagmérnököknek.

### A tantárgy tematikus leírása:

A tantárgy sorra veszi a tűzálló anyagokat alkotó oxidos és nemoxidos alapanyagokat, bemutatja fontosabb tulajdonságaikat, alkalmazási területeiket. Tárgyalja a különböző tűzálló anyag gyártmánycsoportokat (égetett tűzálló téglák; nem égetett, vegyi kötésű tűzálló idomok; olvasztott, öntött tűzálló gyártmányok; nem formázott tűzálló anyagok; szálalású termékek; fűrészelt termékek; különleges tűzálló anyagok), azok jellemzőit, a tűzálló termékek beépítési technológiáit, lehetőségeit. A tűzálló anyagok vizsgálataival kapcsolatban kitér a szilárdságtani és termikus igénybevételekre, a szerkezeti tulajdonságok mérési lehetőségeire és a korróziós tulajdonságok meghatározási módszereire.

**A kurzusra jelentkezés módja:** a regisztrációs héten NEPTUN rendszeren keresztül.

**A tantárgy felvételének előfeltétele:-**

**Oktatási módszer:** Előadások, kivetítés használatával, laboratóriumi gyakorlatok

**Félévközi számonkérés módja, követelmények:** zárthelyi dolgozatok, féléves tematikus feladat

### Az aláírás feltételei a félév során:

- 1 db zárthelyi dolgozat elégséges szintű teljesítése (elégséges szint: 50%),
- a félévi gyakorlati munkában való folyamatos részvétel; minden műszeres és számítási gyakorlatot elvégzése, jegyzőkönyvek leadása,
- a félév során kiadott tematikus feladatot határidőre történő leadása és az oktató általi elfogadása,
- az előadások legalább 60%-ának látogatása és a gyakorlatok legalább 70%-án való részvétel.

**A tantárgy lezárásának módja:** gyakorlati jegy

**Értékelés:** ötfokozatú értékelés

*A félévi érdemjegy számítása:* 25% tematikus feladat érdemjegye + 75% zárthelyi dolgozatok átlagának érdemjegye

### **Oktatási segédeszközök**

#### ***Kötelező irodalom:***

- [1] Póliska Cs., Mikó J., Palotás Á. B., Szabó J.: Tűzálló anyagok vizsgálatai, ME Kiadó, Miskolc, 2010.
- [2] C. A. Schacht: Refractories Handbook, Marcel Dekker, Inc. New York, 2004.
- [3] Dr. Szemmelveisz Tamásné, Dr. Palotás Árpád Bence, Dr. Kapros Tibor, Dr. Póliska Csaba, Dr. Nagy Géza, Dr. Palotás Árpád, Baranyai Viktor Zsolt, Woperáné dr. Serédi Ágnes, Dr. Szűcs István: Hevítéstechnológia energiagazdálkodási és környezetvédelmi vonatkozásai,  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001\\_1A\\_A2\\_01\\_ebook\\_hevitestechnologia\\_energiagazdalkodasi\\_es\\_kornyezetvedelmi\\_vonatkozasai/adatok.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_A2_01_ebook_hevitestechnologia_energiagazdalkodasi_es_kornyezetvedelmi_vonatkozasai/adatok.html)

#### ***Ajánlott irodalom:***

- [4] Gerald Routschka, Hartmut Wuthnow: Pocket Manual Refractory Materials: Design, Properties and Testing, Vulkan; 3 edition, 2008.
- [5] Barczy Máttyás, Hammer Ferenc, Farkas Sándor, Peres Sándor: Tűzálló anyagok és falazatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
- [6] Farkas Ottóné: Kohászati kemencék, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.

## 2. TANTÁRGYTEMATIKA

Tűzálló anyagok  
Tantárgytematika (ÜTEMTERV)  
Aktuális tanév 6. félév (tavaszi)

Anyagmérnök BSc, III. évfolyam 6. félév

Óraszám	Előadás + Gyakorlat
1	Követelmények, Félév tananyaga, Alapfogalmak
2	Oxidos tűzálló alapanyagok
1	Nemoxidos tűzálló alapanyagok
12	Próbatest készítése, Testtérfogat, testsűrűség meghatározása, hő hatására történő maradó méretváltozás vizsgálata, Tűzálló anyag őrlése és frakcionálása, valódi sűrűségének meghatározása, relatív sűrűség meghatározása Mohr-Westphal mérleg segítségével, Nyitott porozitás és nyomószilárdság meghatározása
2	Tűzálló anyag termékek csoportosítása
3	Szilárdságtani vizsgálatok, Szerkezeti paraméterek
2	Termikus igénybevételek
1	Korróziós tulajdonságok
1	<b>ZH</b>

### 3. MINTA ZÁRTHELYI

Név:	Neptun kód:	Tankör:
------	-------------	---------

#### 1. Zárthelyi feladat

### TŰZÁLLÓ ANYAGOK tantárgyból, „A” csoport

1. Definiálja a következő fogalmakat: kokszosítás; műgyantával kötött tűzálló termék; olvasztott, öntött tűzállóanyagok; antioxidáns; gázáteresztő képesség; hideg nyomószilárdság; referencia hőmérséklet; szurokkal, vagy kátránnyal kötött hőkezelt tűzálló termék; testsűrűség; valódi sűrűség.	15 pont
2. Foglalja össze a SiO <sub>2</sub> fizikai, kémiai tulajdonságait, sorolja fel felhasználási területeit!	6 pont
3. Jellemezze az alumínium-oxid tűzálló anyagot: összetétele, alapanyagai, előállítás, tulajdonságai, felhasználása!	6 pont
4. Jellemezze a MgO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> rendszer és ZrO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub> rendszer tűzálló anyagait: összetétele, alapanyagai, előállítás, tulajdonságai, felhasználása!	6 pont
5. Jellemezze a szilicid tűzálló anyagokat: összetétele, alapanyagai, előállítás, tulajdonságai, felhasználása!	6 pont
6. Melyek a nem formázott tűzálló tömör és hőszigetelő anyagok alapanyagai, és általános jellemzői?	6 pont
7. Foglalja össze a nem formázott tűzálló tömör és hőszigetelő anyagok csoportjába tartozó tűzálló döngölő masszák és betonok beépítési lehetőségeit!	5 pont

Értékelés:

0-24 pont: 1 25-30 pont: 2 31-37 pont: 3 38-44 pont: 4 45-50 pont: 5

A feladatok kidolgozását itt kezdje el és a következő oldalon folytassa!

## A MINTA ZH MEGOLDÁSA

Név:	Neptun kód:	Tankör:
------	-------------	---------

### 1. Zárthelyi feladat

#### TŰZÁLLÓ ANYAGOK tantárgyból, „A” csoport

1. Definiálja a következő fogalmakat: kokszosítás; műgyantával kötött tűzálló termék; olvasztott, öntött tűzállóanyagok; antioxidáns; gázáteresztő képesség; hideg nyomószilárdság; referencia hőmérséklet; szurokkal, vagy kátránnyal kötött hőkezelt tűzálló termék; testsűrűség; valódi sűrűség.

*Kokszosítás: az illó alkotók eltávolításának a folyamata a tűzálló anyagú próbatestekből, amelyeket széntartalmú kötőanyaggal készítettek vagy itattak át (pl. szurokkal, kátránnyal, vagy műgyantával), hogy maradószenet tartsanak meg bennük.*

*Műgyantával kötött tűzálló termék: nem égetett, széntartalmú tűzálló idom, amelyet osztályozott szemcsés anyag és műgyanta keverékének sajtolásával állítottak elő.*

*Olvasztott-öntött tűzálló anyagok: megolvasztva, olvadékuk formába öntésével állítják elő őket, majd a leöntött tömböt pontos méretre vágják.*

*Antioxidáns: bizonyos formázott tűzálló termékekhez az oxidációval szembeni ellenállásuk céljából adott fémes elem, vagy más anyag.*

*Gázáteresztő képesség: az anyagnak az a tulajdonsága, amely lehetővé teszi, hogy nyomáskülönbség hatására gázok haladjanak át rajta.*

*Hideg nyomószilárdság: az a felületegységre ható legnagyobb terhelés, amelyet a tűzálló termék szobahőmérsékleten, meghatározott körülmények között elvisel, mielőtt eltörik [MPa].*

*Referencia hőmérséklet: meghatározott körülmények között és meghatározott felfűtési sebességgel elért hőmérséklet, amelyen a referenciagúla csúcsa annyira lehajlik, hogy eléri azt a síkot, amelyen a referenciagúla alaplapja fekszik.*

*Szurokkal, vagy kátránnyal kötött, hőkezelt tűzálló termék: szurokkal vagy kátránnyal kötött széntartalmú tűzálló idom, amelyet viszonylag alacsony hőmérsékleten (800 °C-ig) hevítettek.*

*Testsűrűség ( $\rho_b$ ): a porózus test szárazanyag-tömegének és testtérfogatának az aránya [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ], [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ].*

*Valódi sűrűség ( $\rho_t$ ): a porózus test szilárdanyag-tömegének és a valódi térfogatának az aránya [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ], [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ].*

15 pont

2. Foglalja össze a  $\text{SiO}_2$  fizikai, kémiai tulajdonságait, sorolja fel felhasználási területeit!

*Fizikai tulajdonságai: igen kemény ásvány, az üveget, vasat karcolja (7 MOHS), nagyon nagy a mechanikai szilárdsága. Kémiai tulajdonságai: kémiai változás nélkül semmiféle oldószerben nem lehet valódi oldatba vinni, a vizes kolloid kovasavoldat is csak hidratizált  $\text{SiO}_2$  szemcsékből áll, a kristályos kvarc*

6 pont

jellegzetes tulajdonsága a piezo-elektromosság, minden vízmentes kvarc-módosulat erősen inaktív (nagy  $T-n$  is), nedvesség jelenlétében a fluorgáz, hidrogénfluorid megtámadja és  $SiF_4$ -dá alakítja át, aktívabb fémek és szén nagyobb hőmérsékleten redukálják, alkáli lúgokkal, alkáli karbonátokkal és szulfátokkal vagy nehéz fénoxidokkal ömlesztve megfelelő szilikáttá alakul, Felhasználása: a kristályos piezoelektromos kvarcot sokféle célra alkalmazzák: kvarckondenzátoroknak, rezgőkörök rezgésszámának állandósítására, ultrahangkeltésre, piezoelektromos kvarckristályból készült az ún. kvarcóra is, kristályos kvarcból metszett lemezeket optikai műszerekben alkalmaznak, kvarclámpa égőket, hőálló laboratóriumi üvegedényeket, égetőcsöveket, izzító tégléyekeket készítenek belőle.

3. Jellemezze az alumínium-oxid tűzálló anyagot: összetétele, alapanyagai, előállítása, tulajdonságai, felhasználása!

*Az alumínium-oxid a Föld legelterjedtebb oxidjai közé tartozik. A fémkohászat és más iparágak hatalmas tiszta alumínium-oxid szükségletét jelenleg bauxitból, nefelinből és más  $Al_2O_3$ -tartalmú ásványból nyerik.*

*A timföld ( $\gamma-Al_2O_3$ ) és a korund ( $\alpha-Al_2O_3$ ) előállítása rendszerint az alumínium-hidroxid  $Al(OH)_3$  víztelenítésével, majd izzításával történik:*

$Al(OH)_3 \xrightarrow{300\text{ }^\circ C} AlO(OH) \xrightarrow{\text{hevítés}} \alpha-Al_2O_3 \xrightarrow{1000\text{ }^\circ C} \gamma-Al_2O_3$

*Az ipari gyakorlatban használt korund csaknem tiszta kalcinált  $Al_2O_3$ -ból készül ivfényes kemencében történő olvasztással. Az olvasztott alapanyagból a különféle méretű idomokat a következő módokon alakítják ki: grafit formába öntéssel, vagy a leöntött anyagot megőrölve a különböző szemcseösszetételű keverékek készítése után sajtolással.*

*Tulajdonságai: nagy szilárdság, gáztömörség, nagyon jó vegyi és termikus ellenálló képesség, nagy kopásállóság.*

*Felhasználása: üvegolvasztó kádak falazataként, tolókemencékben csúszósín alapanyagként, kamrás izzító kovács-kemencék fenék anyagaként különféle oxidkerámia termékek alapanyagaként.*

6 pont

4. Jellemezze a  $MgO-Al_2O_3$  rendszer és  $ZrO_2-SiO_2$  rendszer tűzálló anyagait: összetétele, alapanyagai, előállítása, tulajdonságai, felhasználása!

*$MgO-Al_2O_3$  rendszer: Spinel tűzálló anyag, melynek alkotói gyakran szilárd oldatban vannak, mivel mindkét oxid szabályos rendszerben kristályosodik.*

*Fontosabb tulajdonságai: olvadáspontja  $2135\text{ }^\circ C$ , keménysége a Mohs-skála szerint 8, nagy mechanikai szilárdság, terhelés alatti lágyulás értéke meghaladja a  $2000\text{ }^\circ C$ -ot. Jó korrózióállóság (bázicitása nagyobb a korundénál, de a bázikus salakokkal szemben nem minden esetben ellenálló), kis hővezetőképesség, kiváló hősokkállóság (termoelem védőcső).*

*$ZrO_2-SiO_2$  rendszer: A cirkon-szilikát a legnagyobb tűzállóságú (és a legdrágább) szilikátok közé tartozik, jellemzői: a  $ZrO_2-SiO_2$  egyensúlyi fázisdiagramban egy vegyület a  $ZrSiO_4$  ( $67,03\%$   $ZrO_2$ ,  $32,97\%$   $SiO_2$ ) található, a vegyületfázis tetragonális rendszerben kristályosodik, hevítés során nem jön létre benne kristályátalakulás. A  $ZrSiO_4$   $1676\text{ }^\circ C$ -on szilárd fázisban  $ZrO_2$ -re és krisztoballitra bomlik, a tiszta cirkon-szilikátnak nincs olvadáspontja. A  $ZrO_2-SiO_2$  rendszerben az eutektikum  $1687\text{ }^\circ C$ -nál olvad ( $11\text{ }^\circ C$ -kal nagyobb hőmérsékleten, mint amelyen a  $ZrSiO_4$  bomlik), a  $ZrO_2-SiO_2$  rendszerben szilárd oldat gyakorlatilag nincs. A  $ZrSiO_4$  tulajdonságai, felhasználása: hőmérséklet-változásokkal szemben kevésbé érzékeny, elektromos ellenállása nagy hőmérsékleten jelentéktelen, savanyú és bázikus*

6 pont



*kémhatású salakoknak, továbbá fémolvadékoknak egyaránt jól ellenáll, alkáliák és fluorit-tartalmú olvadékok megtámadják, olvasztott-öntött tűzálló idomok formájában az üvegyipari kádkemencék fontos falazatanyaga.*

5. Jellemezze a szilicid tűzálló anyagokat: összetétele, alapanyagai, előállítása, tulajdonságai, felhasználása!

*A szilicidok a szilíciumnak fémekkel – leggyakrabban a periódusos rendszer IV-VI. csoportjába tartozókkal – alkotott kettős vegyületei. Igen sok szilicid ismeretes, azonban tűzálló vagy szerkezeti anyagként csak korlátozottan kerül felhasználásra. A szilicidok szerkezete igen bonyolult, nem alkotnak kristályos rendszereket, mivel az igen nagy szilícium atomok nem tudnak a fém rácsozatába behatolni. A szilicidok olvadási vagy bomlási hőmérséklete 1550-2200 °C között van. Tulajdonságaik: jó hővezető képességből adódó kiváló termikus stabilitás, kis elektromos ellenállás, jó ellenálló képesség 1500-1700 °C-on az oxidációval szemben (ez abból adódik, hogy a szilicidok felületén az oxidáció eredményeként SiO<sub>2</sub> védőhártya képződik). Kémiai szempontból rendszerint inertek, az ásványi savakkal szemben jól ellenállnak, égetett állapotban nagy mechanikai szilárdsággal és keménységgel rendelkeznek és ezeket a tulajdonságokat nagy hőmérsékleten is megőrzik. A szilicid termékeket préssel és az utána következő zsugorítással, melegsajtolással, valamint pasztifikált slikerből öntéssel állítják elő. Néhány szilicidnek (pl. a ZrSi<sub>2</sub>, TaSi<sub>2</sub>, WSi<sub>2</sub>, MoSi<sub>2</sub>) van gyakorlati jelentősége.*

6 pont

6. Melyek a nem formázott tűzálló tömör és hőszigetelő anyagok alapanyagai, és általános jellemzői?

*Alapanyagok: természetes vagy mesterségesen előállított tűzálló-szemcsék, hidraulikus vagy vegyi kötőanyag, víz, adalékanyagok: kötésgyorsítók, -lassítók, nagyon finom szemcsefrakció (10-200 mm), pórusképzők, pasztifikátorok, szerves szálak, acélszálak.*

*Általános jellemzőik: a megszilárdulás általában szobahőmérsékleten megvalósul, az alkalmazási hőmérséklet határ akár 1800 °C is lehet, a különböző alkalmazási feltételekhez más-más összetételt, konzisztenciát dolgoztak ki, az igényeknek megfelelően döngöléssel, vibrálással, öntéssel vagy felszórással dolgozhatók be.*

6 pont

7. Foglalja össze a nem formázott tűzálló tömör és hőszigetelő anyagok csoportjába tartozó tűzálló döngölő masszák és betonok beépítési lehetőségeit!

*Tűzálló döngölőmasszák beépítése*

*A tűzálló képlékeny döngölőmassza felhasználásra kész, képlékeny, esetleg előtömörített, nem hidraulikus kötésű tűzálló massa. A felszóró vagy torkret masszák és a Slinger-masszák bedolgozásra kész állapotban 5-40% nedvességet tartalmaznak.*

*Száraz torkretálás: a száraz masszát a szórógéppel úgy hordják fel, hogy csak a*

5 pont

*szórógép fúvókájába vezetik be a szükséges vizet.*

*Nedves torkretálás: a masszát már a szükséges nedvességtartalommal vezetik be a szórógépbe.*

*Minden massa bedolgozásánál biztosítani kell a megfelelő tömörséget és ügyelni kell arra, hogy az egymás után döngölt rétegek között a megkívánt kötés létrejöjjön. Nagy falazatfelületek kialakításánál követelmény azok lehorgonyozása.*

*Tűzálló betonok beépítése: a falvastagság és a formakialakítás nincs szabványhoz kötve, a tervező a formát és a méreteket az üzemi feltételek figyelembevételével szabadon választhatja meg, a rétegvastagságokat a hőszigetelés követelményeihez és a berendezésben megvalósítandó folyamatokhoz kell hozzáilleszteni.*

*A hőtechnikai berendezések falazatának kialakítása lehetséges: egy- és kétrétegű beton blokkokból és panelekből, tűzálló betonból, hőszigetelő anyagból és fém armatúrából álló többrétegű blokkokból és panelekből, olyan többrétegű berendezésekből, amelyekben a hőszigetelő és tömör monolit rétegek falazását közvetlenül a kemencében valósítják meg.*

Értékelés:

0-24 pont: 1 25-30 pont: 2 31-37 pont: 3 38-44 pont: 4 45-50 pont: 5

A feladatok kidolgozását itt kezdje el és a következő oldalon folytassa!

#### **4. VIZSGAKÉRDÉSEK**

-

## **5. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK**

A zárthelyi dolgozat írása közben a mobiltelefon használata tilos!

Miskolc, 2015. február 02.

Dr. Póliska Csaba  
tantárgyjegyző

Prof. Dr. Palotás Árpád Bence  
intézetigazgató