



TŰZÁLLÓ ANYAGOK

ANYAGMÉRNÖK BSC KÉPZÉS
HŐENERGIA ÉS SZILIKÁTTECHNOLÓGIAI SZAKIRÁNY, HŐENERGIA MODUL
(nappali 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

Tantárgy neve: TŰZÁLLÓ ANYAGOK	Tantárgy Neptun kódja: MAKETT234B Tárgyfelelős intézet: Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Energia és Minőségügyi Intézet Tantárgyelem: kötelező (Hőenergia és Szilikátechológiai Szakirány)
Tárgyfelelős: Dr. Póliska Csaba, egyetemi adjunktus	
Javasolt félév: 6. tavaszi félév	Előfeltétel: -
Óraszám/hét: 2 óra előadás + 3 óra gyakorlat	Számonkérés módja: aláírás-gyakorlati jegy
Kreditpont: 5	Tagozat: BSc nappali

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:

- 2 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

Ajánlott irodalom:

[4] Gerald Routschka, Hartmut Wuthnow: Pocket Manual Refractory Materials: Design, Properties and Testing, Vulkan; 3 edition, 2008.

[5] Barczy Mátyás, 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

Hét	Előadás	Gyakorlat
1.	Követelmények, Félév tananyaga, Alapfogalmak	Balesetvédelmi oktatás
2.	Oxidos tűzálló alapanyagok	Próbatest készítése
3.	Oxidos tűzálló alapanyagok	Próbatest készítése
4.	Nemoxidos tűzálló alapanyagok	Testtérfogat, testsűrűség meghatározása, hő hatására történő maradó méretváltozás vizsgálata
5.	Tűzálló anyagok előállítás	Testtérfogat, testsűrűség meghatározása, hő hatására történő maradó méretváltozás vizsgálata
6.	I. ZH	Nyitott porozitás és nyomószilárdság meghatározása
7.	Tűzálló anyag termékek csoportosítása	Nyitott porozitás és nyomószilárdság meghatározása
8.	Tűzálló anyag termékek csoportosítása	Tűzálló anyag őrlése és frakcionálása, valódi sűrűségének meghatározása, relatív sűrűség meghatározása Mohr-Westphal mérleg segítségével
9.	Szilárdságtani vizsgálatok, Szerkezeti paraméterek	Tűzálló anyag őrlése és frakcionálása, valódi sűrűségének meghatározása, relatív sűrűség meghatározása Mohr-Westphal mérleg segítségével
10.	Termikus igénybevételek	Tűzálló anyagok vizsgálatával kapcsolatos számítások elvégzése
11.	Termikus igénybevételek	Tűzálló anyagok vizsgálatával kapcsolatos számítások elvégzése
12.	Korróziós tulajdonságok	Tűzálló próbatest korróziós tulajdonságainak meghatározása
13.	II. ZH	Tűzálló próbatest korróziós tulajdonságainak meghatározása
14.	Pót/Javító ZH	Pótgyakorlat

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 ₂ 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 ₂ O ₃ rendszer és ZrO ₂ -SiO ₂ 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 (ρ_b): a porózus test szárazanyag-tömegének és testtérfogatának az aránya [g/cm^3], [kg/m^3].

Valódi sűrűség (ρ_t): a porózus test szilárdanyag-tömegének és a valódi térfogatának az aránya [g/cm^3], [kg/m^3].

15 pont

2. Foglalja össze a 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 SiO_2 szemcsékből áll, a kristályos kvarc

6 pont

jellegetes 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 tégléket 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, tolokemencékben 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 szilicid 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 szilicid szerkezete igen bonyolult, nem alkotnak kristályos rendszereket, mivel az igen nagy szilícium atomok nem tudnak a fém rácsozatába behatolni. A szilicid olvadási vagy bomlási hőmérséklete 1550-2200 °C között van. Tulajdonságai: jó hővezető képességéből adódó kiváló termikus stabilitás, kis elektromos ellenállás, jó ellenálló képesség 1500-1700 °C-on az oxidációval szemben (ez abból adódik, hogy a szilicid felületén az oxidáció eredményeként SiO₂ 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, melegsajtólással, valamint pasztifikált slikerből öntéssel állítják elő. Néhány szilicidnek (pl. a ZrSi₂, TaSi₂, WSi₂, MoSi₂) 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: kötőgyorsítók, -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