



Győri Zsuzsanna Rozália

Útépítésben alkalmazott kötőanyagok, habarcsok, festékek

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Burkolat, útkörnyezet kezelése I.

A követelménymodul száma: 0598-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-003-30

ÚTÉPÍTÉSBEN ALKALMAZOTT KÖTŐANYAGOK, HABARCSOK, FESTÉKEK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Napfürdő város Önkormányzata pályázatot írt ki a város közlekedésének javítása érdekében az alábbi munkákra:

- 15 db meglévő aszfalt burkolatú út korszerűsítése. A korszerűsítés során útszélesítést, pályaszerkezet megerősítést és a vízvezető rendszer kiépítését kell elvégezni.
- 23 db meglévő aszfalt burkolatú útnak a búrburkolat felújítása. A felújítás során kátyúzást, felületkiegyenlítést és 6 cm vastag aszfaltszőnyegezést kell végezni.
- 2 db új önkormányzati út építése, melyből az egyik a város keleti kapujánál a kiépítés alatt álló új ipari parkba vezető út, a másik pedig a város déli oldalán épülő lakóparkhoz vezető út.
- 7 db meglévő, mechanikai stabilizációval rendelkező földutat, a város nyugati oldalán már tíz éve megépített családi házas övezetében, kell szilárd burkolattal kiépíteni.
- A várhoz vezető út műkő burkolattal, és a hozzá tartozó 2 járda és gyalogút leburkolása természetes kőburkolattal
- 3 db híd szigetelésének, az acél szerkezeteinek, korrózió védelmének és festésének elkészítése.
- 350 db közti jelzőtábla elhelyezése (újak és hiányzók pótlása), 80 db cseréje.
- 85 utcában meglévő lekopott, illetve az újonnan épített és felújított utakon új burkolati jelek, gyalogátkelők festése.

Az Európa Útépítő ZRT a benyújtott pályázata alapján elnyerte a fenti beruházásokra és felújításokra kivitelezés jogát. Az önkormányzat megkötötte Társasággal a vállalkozói szerződést. A vállalkozói szerződésben többek között rögzítették az alábbi adatokat, követeléseket és kötelezettségeket:

- A szerződő felek adatait
- A szerződés tárgyát (tételesen felsorolva minden műszakilag különálló munkarészt)
- A vállalási összeget
- Nem teljesítés, nem megfelelő minőségben történő, nem a vállalt határidőre történő teljesítés esetére vonatkozó kötelezettségeket
- Az építési és felújítási munkák kezdetének és végső befejezésének időpontját
- Az egyes létesítmények ütemezését (munkaterület átadás-átvételének, a munkakezdésének és befejezésének, munkaterület helyreállításának időpontját)

- Az egyes létesítmények elkészítését követően a műszaki átadás-átvétel végső időpontját
- Az elvégzett munkák arányában a részletfizetési megállapodásokat

A Beruházó a Kivitelező részére átadta kiviteli tervdokumentációt. A vállalkozás vezetője az Építés előkészítési osztályt megbízta, hogy a kiviteli tervek alapján készítsék el, milyen minőségű, mennyiségű építőanyagokra, kötőanyagokra, habarcsokra és festékekre lesz szükség a kivitelezés során. Az Ön feladata a pályázat 3. bekezdésében szereplő ipari út megépítéséhez szükséges kötőanyagok mennyiségének a meghatározása az alábbi feltételek betartása mellett.

Az iparterülethez vezető út paraméterei:

- 500 méter hosszú,
- 6 m burkolat szélességű,
- az egyes szerkezeti rétegeket a felette lévő rétegvastagságokkal szélesebbre kell építeni. betonlap 10 – 10 cm-el szélesebb az aszfaltnál,
- 1,5 – 1,5 m méter zúzalékolt padka

Pályaszerkezeti rétegek

- 5 cm vtg AC16 aszfalt burkolat, kötőanyaga 5,8 % útépítési bitumen.
- 5 cm vtg AC 20 kötőréteg, kötőanyaga 5,1 % útépítési bitumen.
- 15 cm vtg. C12/15 beton, kötőanyaga: 350 kg/m³ CEM II/S 32,5 N minőségű cement felhasználásával
- 15 cm vtg homokos kavics
- Tr_γ= 95 tömörségű fokú földmű

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

AZ EMBER ÉS AZ ALKALMAZOTT ÉPÍTŐANYAGOK

Az ember a kezdetektől a mai napig építőanyagokat használ életkörülményei fenntartására, javítására, illetve kényelmi, esztétikai igényei kielégítésére. Az ember fejlődése folyamán, az általa felhasznált építőanyagokat elsősorban az életmódja és a környezete határozta meg. Jellemzően más volt az vándorlások idején a nomád életmódnál, és más volt a már letelepedett népek építőanyaga. A civilizáció előrehaladásával már nemcsak lakás céljára, hanem a környezetük építésére, a közlekedéshez is alkalmaztak építőanyagokat. Az ember fejlődésével kialakultak az építési stílusok, az emberrel és igényeik növekedésével együtt fejlődtek az építőanyagok is. Ma már jellemzően, az alkalmazott építőanyagokat, az éghajlat, az építmény funkciója, az építménnyel szemben elvárt műszaki, statikai, gazdasági, esztétikai stb. követelmények alapján választják meg. Korunk korszerű építőanyagai a különféle betonok, vasbetonok, kőolajszármazékok, acélok, alumíniumok, üvegek, műanyagok, újrahasznosított anyagok stb.



1. ábra Építőanyagok bányászata¹

AZ ÚTÉPÍTÉS ÉS FENNTARTÁSBAN FELHASZNÁLT ÉPÍTŐANYAGOK, ÉS CSOPORTOSÍTÁSA

Az építőanyagokat leggyakrabban az eredetük, anyaguk, felhasználásuk szerint szoktuk csoportosítani.

Eredetük szerint megkülönböztetünk természetes és mesterséges építőanyagokat.

Természetes építőanyagok: azok az anyagok, amelyek a természetben megtalálhatóak, és eredeti állapotukban felhasználhatóak az építőiparban (víz, agyag, homok, kavics, kőzetek, fa, bitumen (kis mennyiségben aszfalt tavak)). Kisebb, nagyobb átalakítással, megmunkálással (aprítás, darabolás, faragás, stb.) építő anyagként beépíthető.



2. ábra. Bazaltkocka²

¹ Forrás: http://bnic.hu/images/porfir/porfir_banya05.jpg (2010.07.22.)

² <http://csepp-koker.hu> (2010.07.22.)

Mesterséges építőanyagok: azok az anyagok, amelyeket a természetben előforduló alapanyagokból, valamilyen eljárás, gyártási folyamat termékeként állítanak elő (mész, cement, bitumen, beton, műkő, gipsz, fémek, üveg stb.).



3. ábra. Betonkő burkolat³

- Felhasználásuk szerinti csoportosítás:
- Adalékanyagok
- Kötőanyagok
- kiegészítő (valamilyen tulajdonságot javító) anyagok.
- építési víz

KÖTŐANYAGOK

Kötőanyagoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyek fizikai vagy vegyi folyamatok hatására, folyékony vagy pépszerű halmazállapotból szilárd halmazállapotúvá képesek átalakulni és ekkor a szilárd anyagokat összeragasztani.

A kötőanyagok osztályozási szempontjai:

Előállításuk szerint lehetnek a kötőanyagok természetesek vagy mesterségesek. Ma azonban az építőiparban csak mesterséges kötőanyagokat állítanak elő. Az alapanyagokból valamilyen ipari művelet, gyártás során készítenek kötőanyagokat. Az építőiparban használt kötőanyagok túlnyomó része szerves kötőanyag, de az útépítésben a szerves kötőanyagú bitumen felhasználása nagyon jelentős. Az előállított bitumen nagy részét az útépítésben használják fel.

Kötőanyagok osztályozási szempontjai	Kötőanyag	Kötőanyag megnevezése
Előállításuk szerint	Természetes előállítású	Ma már nem állítanak elő
	Mesterséges előállítású	Cement, mész, bitumen, (útépítési

³ <http://www.erdelyipiac.ro/pictures/muschikatze1276194848> (2010.07.22.)

		bitumen, bitumenemulzió, hígított bitumen), gipsz, magnézia, kohósalak, trasz, pernye, vízüveg
Ásványi eredetük szerint	Szervetlen	Cement, mész, gipsz, magnézia
	Szerves (szerves vegyületeket tartalmazó)	Bitumen, kátrány, enyvek, gyanták
Halmazállapotuk szerint	Folyékony	Bitumen, kátrány, műgyanta, vízüveg
	Szilárd	Cement, mész, gipsz, magnézia, kohósalak, trasz, pernye
Szilárdulás helye szerint	Csak levegőn szilárduló	Mész, gipsz, magnézia
	Levegőn és vízben is kötni és szilárdulni képes (ezek a hidraulikus kötőanyagok)	cement
Önmagukban szilárdulni nem tudó kötőanyagok, csak mész kötőanyaggal keverve	Hidraulikus kiegészítő anyagok, más néven hidraulitok	Kohósalak, trasz, pernye

LEVEGŐN SZILÁRDULÓ KÖTŐANYAGOK

1. A mész

A mész az építőipar legrégebben használt alapvető kötőanyaga, Felhasználását és az elterjedését az tette lehetővé, hogy alapanyaga a mészkő nagy mennyiségben áll rendelkezésre a természetben.

A mész kötőanyagot (CaO) mészkőből (CaCO₃) égetéssel állítják elő. Az égetés folyamán a széndioxid szabadul fel az alábbi vegyi folyamat alapján:

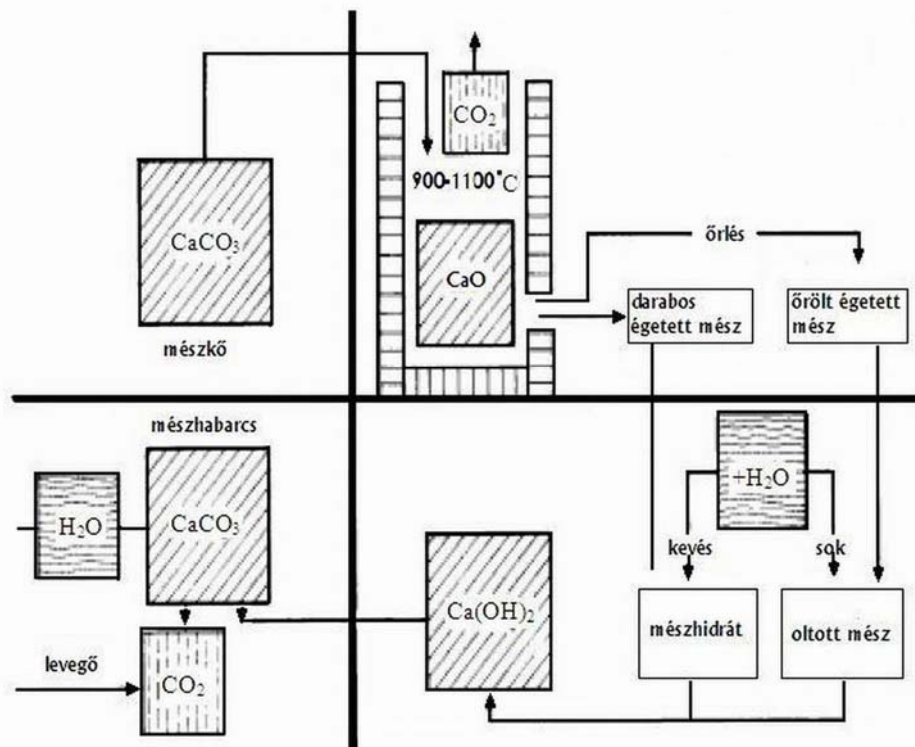
A mészégetés vegyi folyamata: $Ca CO_3 = Ca O + CO_2$

Régen a mészégetést az anyagnyerő hely közelében boksakemencékben végezték, ennek nyomait az erdőkből járva még ma is megtalálhatjuk. Ezeket váltották fel a körkemencék.



4. ábra. Mészégető boksakemence⁴

Ma már a többnyire folyamatos üzemű, nagyobb kapacitású aknakemencékben történik a mészkő égetése. Az aknakemencékben szénnel, olajjal, földgázzal, vagy a mészkőrétegbe adagolt koksszal történik a szükséges hő előállítása. Mészégetésre használják még a nagyobb teljesítményű előmelegítő rostéllyal ellátott forgókemencéket.



5. ábra. A mészgyártás folyamata

⁴ <http://commondatastorage.googleapis.com/static.panoramio.com/photos/original/6363803.jpg> (2010.07.22.)

A darabos égetet mész minőségét meghatározó összetevők:

- az égetési hőmérséklet
- az alapanyag szennyezettsége
- az égetendő mészkődarabok szemnagyságának egyenletessége
- A dekarbonizációs folyamat 860 °C hőmérsékleten megindul, de az egyenletes, teljes égéshez 900 – 1100 °C égetési hőmérsékletre van szükség. Nagyobb darabokból álló mészköveknél, növelni kell a hőmérsékletet, hogy a szemcsék belsejében is végbemenjen a disszociáció. A túlégetett mész reakcióképesége csökken, az 1300 °C felett égetett mész már nehezen oltható. A mész tulajdonságait jelentősen befolyásolja a mészkő szennyezettsége. A szennyező magnézium karbonát (dolomit) alacsonyabb hőmérsékleten bomlik, mint a mészkő. A magnézium karbonát a magas hőmérsékleten kikristályosodik és magnéziumoxid keletkezik, ami a mész minőségét az igen kicsi reakciója miatt rontja, Nagyon lassan a mész felhasználása után hónapok, évek múlva oltódik meg, oltódáskor növekszik a térfogata, ez a vakolatok lepattogzását idézi elő.

A darabos égetett építési mészhez vizet adva az megoltódik és közben az alábbi vegyi folyamat játszódik le. A folyamat közben hő keletkezik.

A mészoltás folyamata: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ $H = 63,5 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$

Az építési mész minősítése alapjául szolgáló tulajdonságok:

- vegyi összetétel
- szaporaság
- oltási maradék
- mézspép területe

Vegyi összetétel: elemzéssel kell meghatározni a kalciumoxid és a magnéziumoxid tartalmát. A portartalom jelenti az eredeti anyagból vett 5 mm-es rostán áthulló tömegszázalékát az eredeti mintára vonatkoztatva. A portartalom a megoltódott mész mennyisége. Nem tudni, hogy az oltódást követte-e szilárdulás még a felhasználás előtt, ezért a portartalom károsnak kell tekinteni. Meg kell határozni a kalciumoxid és magnéziumoxidot együttesen, és külön a magnéziumoxid tartalmát.

Oltási maradék: a mézspép 5 mm-es szitán fennmaradó tömegszázaléka, az égetett mész tömegéhez viszonyítva. A szitán fennmaradt rész a nem kötőképes idegen anyagok mennyisége, ami a minőséget rontja.

Szaporaság: a 10 kg darabos égetett mészből kapott mézspép térfogata literben kifejezve.

Mézspép területe: lapos, gyűrű alakú formába rakott mézspép átmérője mm-ben a forma eltávolítása után.

Az építőiparban használt mészfajták:

- **darabos égetett építési mész** (nedvesség-, vízerzékeny, ezért kereskedelemben nem szokták ebben az állapotban forgalmazni)

- **őrölt, égetett építési mész** (a darabos égetett meszet megőrlik)
- **mészhidrátpor** (az égetett mészhez annyi vizet adnak ami a megoltódáshoz szükséges, kb. 32 %)
- **mészpép** (a darabos égetet építési meszet fölös vízzel oltják meg, kisebb mennyiségben műanyag zsákokban árulják)
- **karbidmész** (mészhidrát, az acetilén gyártás mellékterméke, adalékanyagok hozzáadásával téglákká sajtolják és újraégetik, így jó minőségű meszet kapnak kis befektetéssel)

A mész szilárdulása

A mész szilárdulása során a kalciumhidroxid a levegő széndioxidjával mészkővé alakul újból és víz válik ki.

A mész szilárdulás vegyi folyamata: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

A szilárdulás lassú folyamat, befolyásolja a hőmérséklet, 10 °C alatt nagyon lelassul, 0 °C-nál meg is szűnik. A szilárdulást gyorsítani lehet széndioxid hozzáadásával. Ilyekor a friss falaknál koks kosarakban koksot égetnek, az így felszabadult széndioxid és hő a szilárdulást elősegíti. Az oltott mész addig tárolható, amíg széndioxidot nem kap, ez látszik a képletből is.

2. Az építési gipsz

Az építési gipszet természetes gipszkő 120 – 180 °C-os hevítésével állítják elő. A gipsz levegőn szilárduló kötőanyag.

Az építési gipszfajták osztályozása: színük, kötési idejük

- színük (a gipsz színét 400 °C-on szárított gipszpép színe alapján határozzák meg, a szabványos színmérőszámok szerint)
- kötési idejük
- őrlési finomságuk (az 1,25 és 0,2 mm-es szitákon fennmaradt mennyiségük alapján minősítik)
- húzószilárdság

Kötési idő: a Vicat-féle készülékkel vizsgálják, szaporodási vizsgálattal megállapított összetételű péppel. A kötési idő kezdete az, az időtartam, amely szükséges ahhoz, hogy a 300 g-mal terhelt, 1 mm² keresztmetszetű tű a Vicat készülék gyűrűjébe helyezett gipszpép aljáig már nem hatol le és a tű behatolási helye már nem folyik össze. A kötés akkor befejezett, ha a tű már legfeljebb 0,5 mm mélyen hatol a pépbe. A gipsz kötési idejét kötésgyorsítóval, szulfátokkal, kolloidokkal gyorsítani, kötésslassító szulfitszennyluggal, mésszel, enyvel, stb. lassítani lehet. A hőmérséklet növelése gyorsítja, a vízadagolás növelése pedig lassítja a kötést.

A húzószilárdságot piskóta alakú próbatesteken, a nyomószilárdságot 7,07 cm élhosszúságú kockákon, az összetételt szaporodási vizsgálattal határozzák meg. A gipsz szilárdsága jelentősen függ a keverővíz/gipsz arányától, a nedvesség tartalmától. A gipsz hátránya, hogy szilárdsága csak kiszáritott állapotban nagy, 1 % víztartalomnál a szilárdság a 2/3-ra, vízzel telített állapotban pedig felére, 40 %-ra csökken.

Megnevezés	Égetési hőmérséklet °C	Kötés és egyéb tulajdonságok
Gipszkő (dihidrát)		Természetes gipszkő, 60–70 0C-on kezd vizet leadni
Építési gipsz (hemihidrát)	97 – 150 Gyak. 110 – 150	a és b módosulat, gyorsan kötő formagipsz vagy vakológipsz
Égetett gipsz (hemihidrát + anhidrát)	151– 190	Gyorsan köt
Égetett gipsz (anhidrit)	195 – 200	Gyorsan köt, de lassul a hőmérséklet emelkedésekor
Égetett gipsz (anhidrit)	201 – 300	Lassan köt, de nagyon szilárd lesz
Agyonégetett gipsz (anhidrit)	301 – 350	Nem köt, vagy igen lassan köt
Égetett gipsz (anhidrit)	351 – 600	Lassan köt, majd emelkedő hőmérséklet esetén a kötés meggyorsul
Átmeneti és esztrich gipsz	600 – 1000	Bázikus anhidrit, amely lassan köt, de nagy szilárdságot ér el ($K_{28} = 30 \text{ MN/m}^2$)

Építési gipsz fajták:

- vakológipszek
- formagipszek
- márványgipsz

Felhasználási terület

- a gipszkövet építési célra a portlandcementek kötésszabályozására
- a vakológipszet gipszes habarcsok készítésére
- az esztrich gipszet műmárvány készítésére
- a formagipszet díszítőelemek idomok készítéséhez

- a pórusos gipszet hő és hangszigetelő anyagként használják

3. A magnézia

A magnézia (MgO), más néven magnéziacement, magnéziumból 800–900 °C égetett és finomra őrölt magnéziumoxid. Vízrel keverve nagyon lassan köt és szilárdul, viszont jól köt és szilárdul a kristályos magnéziumkloriddal keverve. A magnézia MgO tartalma legalább 80 %. Kötésidejének kezdete 40 percen túl kezdődik, vége 8 órán belüli. Az építőiparban elsősorban magnezitpadló készítésére használják, magnéziumklorid és töltőanyag (fűrészpor, parafa, papírőrlemény, szalmaőrlemény, pozdorja stb.) felhasználásával.

GYENDÉN HIDRAULIKUS KÖTŐANYAGOK

A gyengén hidraulikus kötőanyagoknak kicsi a hidraulikus aktivitásuk, viszont több olyan tulajdonságuk van, amiért felhasználásuk indokolt. Megfelelő aktiváló anyagok adagolásával hidratációjuk, szilárdulásuk gyorsítható. Főként cement kiegészítőként alkalmazzák. Osztályozásuk keletkezési körülményeik, vagy kémiai–fizikai felépítésük szerint történik. Megkülönböztetünk természetben előforduló ásványi eredetű és mesterségesen előállított ipari melléktermékként, vagy hulladékként keletkező gyengén hidraulikus anyagfajtákat.

1. Természetben előforduló ásványi eredetű, gyengén hidraulikus ásványi anyagok

Legjellegzetesebb és gyakorlati jelentőségűek a vulkáni tufák, a puccolánok (alkálitraghit tufa), traszok (andezittufa), szantorin föld (piroxén andezittufa) stb. Képződésük a Föld kérgének kialakulásakor, a vulkáni tevékenység során, amikor a vulkáni hamu a tengerbe hullva, hirtelen lehültek, kiülepedtek és laza kőzetté rétegződtek. Magas kitermelési, feldolgozási, szállítási költségei miatt hazánkban a felhasználásuk nem jelentős. Nemes vakolatok, vízzáró betonok kötőanyagához hidraulikus kiegészítőként használják. Magyarországon a Tokaj hegyaljai bányákban (Rátka, Mád, Tállya) van nagyobb kibányászható mennyiségű andezit és riolittufa.

2. Mesterségesen előállított, gyengén hidraulikus kötőanyagok (cementkiegészítő anyagok (hidraulitok))

Azok a gyártási melléktermékek, amelyek kötésre és szilárdulásra képesek (puccolános tulajdonságokkal rendelkeznek). Felhasználhatóak gyengén hidraulikus kötőanyagként, vagy cement kiegészítőként, amennyiben káros anyagokat nem tartalmaznak. Cement kiegészítő anyagok, liszt finomságúra őrölve, vízzel keverve nem, vagy alig kötőképesek, viszont aktivátorokkal (mész és cement szilárdulása során felszabaduló méshidrát) összekeverve víz alatt is kötnek, szilárdulnak. Hidraulitok a méshben dús, bázikus **nagyolvasztósalakok**, a **kazánsalak**, **pernye**, **téglatörmelék**. A hidraulitok kötőanyagpótló anyagok, amelyek növelik a cementkő tömörségét, vízzáróságát, vegyi hatásokkal szembeni ellenállását, csökkentik a cementszilárdulás során felszabaduló hőmennyiséget. Jelentős a felhasználása a szénpernyének és a granulált kohósalaknak.

Égetett márga (román cementnek és román mésznek is nevezik)

A római birodalomban és az ősi kínai építészetben, porrá tört állapotban, a mészhabarcsokhoz a szilárdság növelése érdekében keverték, főleg téglatörmeléből készítették. Magyarországon a XX. Század elején még használták mészhabarcs és hidraulikus cement kiegészítőként. Zsugorodási főfok alatti hőmérsékleten, 900 °C-on állítják elő, nem zsugorított kötőanyag. Az előállításához felhasznált márga agyagtartalma meghaladja a 20%-ot. A darabos románcement vízzel keverve nem oldódik, és nem esik szét, porrá őrölve viszont gyorsan köt és víz alatt is szilárdul. A románcement sárgásbarna, vöröses színű por. Kötőanyagként ma már nem gyártják, ma hidraulikus cement kiegészítő anyagként használják fel.

Szénpernye vagy porszénhamu

Főleg porszén tüzelésű erőművek kazánjainak tüzelésénél keletkező füstgázok portalanítása során, leválasztással nyerik. A hazai cementekbe, a pernye nagy kéntartalma miatt csak, 20 tömeg %-ban adagolják, mert e felett korrozív hatást fejthet ki. Az útépítésben a pernyéket talajok stabilizálására, valamint útalapok sovány betonjaihoz használják.

Kohósalak

Hazánkban használt legfontosabb hidraulikus pótlék a nyersvas előállításakor, a vasérc kohósítás melléktermékeként keletkező szilikátolvadék a kohósalak. Kémiai összetételét a vasérc és a tüzelésre használt kokszt, és a kohósítási eljárás határozza meg.

Mészpucolán

Alapanyaga porráoltott fehérmész, vagy darabos égetett mész és természetes savanyú hidraulikus kiegészítő anyag, vízzel péppé keverve levegőn is és víz alatt is megszilárdul. 20–40 % CaO-ot, 80–60 % traszt, és a szilárdság növelése, valamint a kötés szabályozására 6 % portlandcement-klinker őrleményt tartalmaz. A kötési idő kezdete 3 óra, vége 18 óra. Szilárdulása lassú, utószilárdulása évekig eltart. Falazó, vakoló és ágyazó habarcs készítéséhez használják, 50 kg-os zsákokban hozzák forgalomba.

A CEMENT

A cement, szervesetlen, finom porrá őrölt, hidraulikus kötőanyag.

Vízzel pépé keverhető, víz hatására megköt, majd megszilárdul.

Levegőn és víz alatt egyaránt képes megkötni, megszilárdulni.

A hozzáadott adalékanyagokkal képes kőszerűen megkötni, megszilárdulni, vízben oldhatatlan, szilárdanyaggá válni.

1. A cementek csoportosítása, jelölésük

A cementek csoportosítása alapanyaga és vegyi összetétele szerint:

- portlandcementek (más néven szilikátcementek)
- alumínátcementek (más néven bauxitcementek, építőiparban a szilárdság csökkenése miatt nem alkalmazzák) Megfelelő arányú mészkő és alumínátvegyület, vagy alumínium tartalmú kőzet égetésével állítják elő.

PORTLANDCEMENTEK

A portlandcementek fő alkotóanyagai:

- mészkő és agyag zsugorodásig történő égetése során előállított klinker és a kötésszabályozás céljából hozzáadott gipszkő, melyet együttesen finomra őrölnek.

Tiszta portlandcement portlandcement klinkerhez történő 4-5 % gipszkő hozzáadása.

Heterogén cement

Legalább 10 % hidraulikus pótlékot tartalmaz, a cement előállításakor a hidraulikus pótlék mennyiségét és minőségét is megadják, így az összetételtől függően lehetnek:

- kohósalak portlandcement
- pernye portlandcement
- trasz portlandcement

Speciális portlandcement fajták

- portlandcement azbesztcement termékek gyártásához
- fehér portlandcementek
- színes portlandcementek
- szulfátálló portlandcementek
- mélyfúrási portlandcementek (olajipari nagymélységű fúrólukakhoz)
- kishőfejlesztésű portlandcementek

A cement jelölése: CEM II/S 32,5 N

Jelölések értelmezése

- CEM = a cementre utal
- II = a cementfajtában lévő portlandcement és a kiegészítők arányára utal
- S = a kiegészítő anyag jele (kohósalak)
- 32,5 = 28 napos kockaszilárdság minősítés értéke (N/mm²)
- N = a cement egyéb jellemzőire utal (normál kötés)

A cementfajtában lévő portlandcement és az adagolt kiegészítők aránya

- I = 95 % portlandcement + 5 % gipszet tartalmaz

- II = 60 % portlandcementet + 35 % kiegészítőt + 5 % gipszet tartalmaz
- III = 30 % portlandcementet + 65 % kiegészítőt + 5 % gipszet tartalmaz

Kiegészítő anyag neve

- S = kohósalak
- V = pernye

A cement egyéb jellemzői

- N = Normál kötésidejű
- R = Rövid kötésidejű
- S = szulfátálló cement

A 28 napos habarcs szilárdság minősítési értéke N/mm² szabályos összetételű (cement + homok) próbatest szilárdsági értéke pl. 32,5, 42,5, 52,5

2. A cement kötésének vizsgálata

A vizsgálathoz szabványos folyósságú pépet készítünk. Szabványos folyósságú a pép, ha a Vicat készülékhez tartozó henger a pép aljától 5–7 mm magasan áll meg. A kötésidő meghatározásához a pontosan kimért cement és víz mennyiségeket az előírt módon összekeverjük és betöltjük a Vicat készülék gyűrűjébe. A kötés kezdetének azt az időpontot nevezzük, amikor a cement felszínére beállított, majd elengedett tű a gyűrű alatt elhelyezett üveglap felett 2–4 mm-re áll meg. A kötetst befejezettnek tekintjük, ha a tű 1 mm-nél mélyebben már nem süllyed bele a cementpépbe. Ekkor a gyűrűt megfordítjuk és a minta alján is hasonlóan megvizsgáljuk, hogy befejeződött-e már a kötés. A tű behatolását kb. 15 percenként vizsgáljuk. A cement kötése a keverés után kb. 1 óra eltelte után kezdődik meg és 12 órán belül befejeződik. Az 1 órán túli bedolgozás minőség csökkenést eredményez.

3. A cement gyártása

A klinkert természetes nyersanyagokból, mészkőből és agyagból gyártják. 78 – 80 % mészkövet és 20 – 22 % agyagot és legfeljebb kis mennyiségű MgCO₃-t és SO₃-t tartalmazhat. A mészkő a mész, az agyag a sziliciomoxid (SiO₂) és az alumíniumoxid (Al₂O₃) bevitelét biztosítja.

A sziliciomoxid (SiO₂) és az alumíniumoxid (Al₂O₃) bevitelére homokot, lösz, traszt, kohósalakot és pernyét is lehet adagolni. A nyersanyag előkészítése már a kőbányában megkezdődik a durva és közepes méretű aprítással előtöréssel, aprítással. A durva előtörés eszközei a pofás törők, kúpos törők, kalapácsos törők. Az előtörőkből kikerülő anyagot osztályozzák, előhomogenizálják már a bányában. A cementgyártáshoz a 0–40 mm-es követ használnak fel, az ettől nagyobbakat újra törik az utántörőkön. A bányából a szállítás általában szállítószalagon, közúton, kötélpályán történik. A kötélpályát főleg régebben alkalmazták, ma már ritkábban, mert nem gazdaságos, kis teljesítményű. A cementgyárakba beérkező anyagokat homogenizálókba helyezik el.



6. ábra. Az anyagok szállítása a cementgyárban szállítószalagokkal⁵

Gyártási folyamat:

- Nyersanyagok durva előkészítése, előhomogenizálás: mészkő, agyag, márga, kiegészítő anyagok
- Nyersanyagok összetételének ellenőrzése, szabályozott adagolása
- Nyersanyag keverék finom előkészítése (őrlés, homogenizálás, korrigálás)
- Klinkerégetés,
- Klinker tárolás, ellenőrzés
- Kötésszabályozó anyagok (gipszkő stb.) és hidraulikus kiegészítő anyagok, előkészítése és adagolása
- Cementőrlés
- Cement tárolás, ellenőrzés
- Cement csomagolás, kiadás

⁵http://postconflict.unep.ch/sudanreports/sudan_websitedoccatcherdata/Photographs%20Figures%20and%20Captions%20 (2010.07.22.)



7. ábra. A cementgyár kialakítása⁶

Cement gyártási eljárások

- Nedves eljárású rendszerek (a nyersanyagok őrlése víz jelenlétében, nedves őrléssel történik, a klinkerégető forgókemencébe meghatározott összetételű keveréket (nyersiszapot, ami a mészkőből és a szilikátkomponensből áll) adagolnak. Ezt az eljárást akkor alkalmazzák, ha a nyersanyag nedvességtartalma nagy, vagy képlékeny
- Féliszáraz és száraz eljárás során a nyersanyagok őrlését körfolyamatos üzemű malmokban végzik, a malmokhoz kapcsolódó osztályozó berendezésekkel biztosítják az optimális szemszerkezetű nyersliszt előállítását. Akkor alkalmazzák a száraz eljárást, ha a nyersanyag nedvességtartalma 15 %-nál kisebb és a nyersanyag (agyagpala, pernye) nem képlékeny. A tapadásmentes őrléshez a nedvességtartalom 1 %-nál nem lehet több.

A klinkerégetés célja, hogy a klinkeralkotó oxidokból hidraulikus tulajdonságokat hordozó klinkerásványok kialakítása. A klinkerégetés 60–250 m hosszú, 3–7 méter átmérőjű forgókemencékbe történik.

A klinkerégető kemencékbe végbemenő folyamatok:

- Szárítás (az anyaggal szembeáramló meleg füstgázzal történik)

⁶ http://baumid.hu/baumid/portál/iodisp?nev=a_cementgyartas_folyamata (2010.07.22.)

- Előmelegítés (a füstgázok 450–550 °C-ra melegítik a nyersanyagot, és elveszti az agyagásványok hidrátvíztartalmát, majd tovább melegszik 800–900 °C-ra.
- Kalcinálás, a mészégetés folyamata, 1200 °C-ig hevítik az anyagot, megkezdődik a szilikátképződési reakció.
- Zsugorítás, az anyagot 1450 °C-ra hevítik, ekkor már 20–25 % olvadékfázis jelenlétében kialakulnak a klinker ásványok
- Hűtés, a kemence hűtőzónába először 1000 °C-ra, majd külső hűtőben 80–300 °C-ra hűtik, a klinkerásványok stabilizálása miatt a klinkert gyorsan kell lehűteni.



8. ábra. A kész cement kiszállítása⁷

A klinkert égetés után silókba helyezik el és 2–3 hétig pihentetik. A cementgyártás folyamatának befejező szakasza a klinker, a gipszkő és a kiegészítő hidraulikus anyagok adagolása és őrlése a körfolyamatos cementőrlő golyós malmokban. A kész cementet ömlesztve silókban tárolják, vagy közvetlenül a gyártást követően zsákokba csomagolják.

A BITUMEN

A bitumen az ásványolaj lepárlása után visszamaradó nagy molekulatömegű fekete színű, termoplasztikus kötőanyag, illetve a természetes aszfaltok szénkénegeiben, benzolban, kloroformban oldható része.

A kőolaj lepárlásából származó bitument ásványolajbitumennek nevezzük.

Melegítés hatására meglágyul, folyékonyvá válik, lehűtve megszilárdul és a hozzákevert anyagokat összeragasztja.

A bitumen összetétele:

⁷ [http://www.metalogo.hu/images/abasar\(2010.07.22.\)](http://www.metalogo.hu/images/abasar(2010.07.22.))

80 – 85 % szén, 9 – 10 % hidrogén, 2 – 8 % oxigén, 0,1 – 7 % kén, 1 % alatti nitrogén

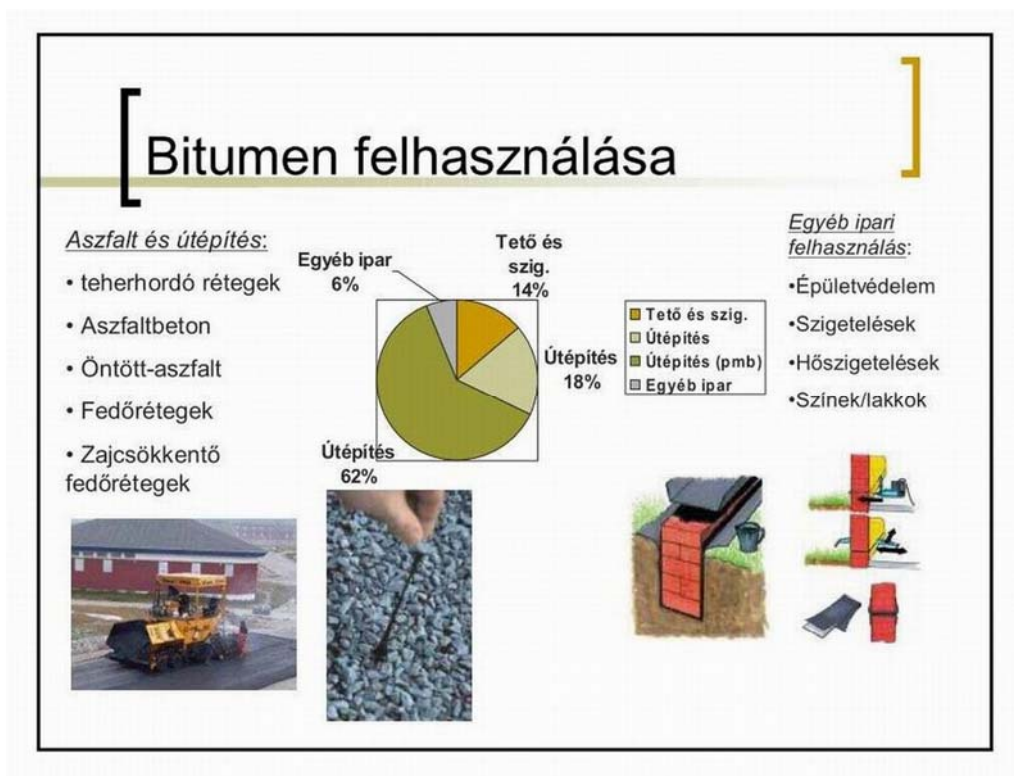
A természetes aszfaltokat a természetben található bitumeneknek nevezzük. A természetes aszfaltból a bitumen oldószerek segítségével kioldható.

A bitumenek tulajdonságait az ásványolajok összetétele nagymértékben befolyásolják. Elsősorban a kőolajban lévő parafinok, aszfaltgyanták, aszfaltének és olajok mennyisége és minősége a meghatározó. A bitumen tulajdonságait meghatározza azonban az előállítás technológiája is. A kémiailag közömbös, víz, híg savak és lúgok 20 °C körül nem oldják, kivéve a salétromsavat, mellyel már szoba hőmérsékleten is reakcióba lép. Nem alkalmazható ezért olyan helyiségek bitumen alapú burkolat, ahol ezekkel az anyagokkal érintkezhet. Kémiailag nagyon fontos tulajdonsága, hogy gázokkal szemben érintkezve közömbös. Levegő oxigénjének hatására (például az aszfalt felső rétegénél, főleg ahol még napfény is éri) a bitumen megkeményedik, öregedik.

A bitumennel szemben támasztott követelmények:

- Az útépítésben az adalékanyagokat egyenletesen vonja be és jól tapadjon.
- A fedéllemezekhez tartósan tapadjon, azokat egyenletesen vonja be.
- A felmelegedés ne legyen rá hatással, ne rontsa a tulajdonságait.
- A lágyuláspontja ne legyen kicsi, hidegben ne váljék rideggé.
- Lassan öregedjen, a kedvező tulajdonságait minél hosszabb ideig tartsa meg.

A bitumenek nagyon kiterjedt felhasználásúak, legfontosabb felhasználási területei:



9. ábra. A bitumen felhasználása

- Aszfalt útépítés
- Épületvédelem, víz elleni szigetelése
- Vízépítés
- Kábel-, papír-, gumi-, fedéllemezipar
- Szigetelőlemezeket gyártó ipar
- Elektromos szigetelőipar
- Korrózió védelem az acélszerkezeteknél és csővezetékknél
- Műanyaggyártás

Bitumen fajták:

- **Útépítési bitumenek:** útépítésben és fenntartásban az aszfalt készítés kötőanyaga (felületi bevonás, itatott aszfalt burkolat, aszfalt szőnyeg, aszfalt beton, saválló aszfalt burkolat, szikrabiztos aszfalt burkolat)
- **Hígított bitumenek:** előállítása 70–160 penetrációjú bitumenhez könnyű gázolajat petróleumot kevernek a tapadás biztosításához. Könnyebben szállítható, jobban bedolgozható, lecsökken a lágyuláspontja. Jele: HB, B és SZB bitumenből készülhet. A hígított bitumeneket viszkozitásuk szerint csoportosíthatjuk. A hígított bitumént makadám utak felületi rétegének stabilizálására, ma hidegaszfaltok készítésére használják. Kötése azáltal következik be, hogy az oldószer elpárolog.

- **Bitumenemulzió:** diszperz rendszer, amelyben 60 – 65 % bitumet emulgálnak 40 – 35 %-ban vízben emulgátor hozzáadásával, jele MGM. Melegítés nélkül is felhasználható, akkor szilárdul meg, ha a bitumen cseppek kicspódnak a bevonandó anyag felületén és a víz elpárolog. Az emulzió kicsapódását stabilizáló szerrel tudják szabályozni, a törési idő (a kicsapódás elkezdődéséig eltelt idő) átlagosan 5–10 perc. A bitumenemulzió gyártása során a felmelegített alapanyagokat nagy fordulatszámú kolloidmalomban diszpergálják. A hozzáadagolt emulgálószer hatására a bitumenemulzió még a nedves közetehoz is nagyon jól tapad. Felhasználható az útépítés területén, de az építőipar is használja vízszigetelésre (vizes bitumenes szigetelőhabarcs)
- **Bitumenmáz:** illékony oldószerrel feloldott bitumen (benzolos és lakkbenzines). Az oldószeres bitumenmáz elsősorban bitumenes szigetelések szilárd aljzatának kellősítésére alapozására, fém felületek alapozó festésére, korrózió gátló mázolására, faanyagok impregnálására alkalmazható főleg olyan helyeken ahol a fekete színe nem zavaró. Különleges bitumenmázak a saválló bevonatok készítésére (saválló adalékanyaggal habarcsként is alkalmazhatóak.)
- **Bitumen tapasz** (kitt, ragacs, masztix, pl. betonhézagok kiöntéshez, bitumenes szigetelés során hő és vízszigetelő rétegek rögzítő ragasztására, hézagok, repedések tömítésére, bitumenes zsindegy ragasztására alkalmas anyag. Összetétele általában 30 % bitumen és 70 % adalékanyag (kőliszt).
- **Gumibitumen** (pl. hézagkiöntéshez) a bitumenhez kb. 8 % gumilisztet adnak és 170 – 180 °C-on főzik, így beépül a bitumen szerkezetébe és növeli a nyúlóképességét.
- **Bitumenes vízszigetelő lemezek:** bitumennel átitatott hordozóanyag (papír, üvegszövet, műanyagyszövet) melyeknél a bitumen vízzáró tulajdonságát használják ki. Különböző kivitelben és kiserelésben kapható, jól ragaszthatóak, hegeszthetőek. Követelmény, hogy az UV sugárzásnak ellenálljanak.

A bitumen előállítása

A bitumen a nyersolaj feldolgozásának, a lepárlásnak a terméke. Tulajdonságait az ásványolajat alkotó vegyületek tulajdonságai határozzák meg.

A felhasznált nyersolaj szerint megkülönböztetünk:

- Aszfaltbázisú nyersolajat (az útépítési bitumenek előállítására leginkább alkalmas)
- Parafinbázisú nyersolajat (meghatározóak bennük a parafin és az olefin vegyületek ez a bitumen útépítési és építőipari bitumennek kevésbé alkalmas)
- Vegyes bázisú nyersolaj (építőipari alkalmasságuk a parafintartalmuktól függ)

A lepárlás első szakaszában az illékony komponensek (benzin, petróleum, gázolaj) párolognak el és fennmarad a pakura.

A bitumen előállítási eljárások

- **Vákuumdesztillációs eljárás** : az első szakaszban elpárologtatják az ásványolajból atmoszferikus lepárlással a benzin, petróleum, gázolajt legnagyobb részét, visszamarad a pakura (fűtőolaj). A második szakaszban a pakurát 300 – 400 °C-ra felmelegítik a vákuumdesztillációs toronyban, itt elpárologtatják az olajféséseket (gázolaj, motorolaj, nehezebb olajok), visszamarad a bitumen. Bizonyos mértékig javítani lehet a bitumen keménységét a hőmérséklet és a vákuum nagyságával, növekszik az elpárologtatható olajmennyiség, kevesebb marad a bitumenben.
- **Fúvatásos eljárás**: a desztillációval a bitumenen 220 – 260 °C hőmérsékleten, levegőt fuvatnak át, ezzel növelik a bitumen lágyuláspontját és keménységét, ezzel javítva a fizikai tulajdonságát és összetételét a bitumennek. A túlzott fúvatás rontja a bitumen kötőképességét.
- **Extrakciós eljárás**: az első desztillációs folyamat során a pakurából propánnal, butánnal, etánnal vonatják ki a bitument

A bitumen tulajdonságai

Kémiai tulajdonságai: az állandóság a gázokkal és folyadékokkal szemben tanúsított kis reakcióképesség (vegyi közömbösség, víz át nem eresztő képesség, vízben és híg savakban, lúgokban való oldhatatlanság. A bevont anyagokat a víztől, levegőtől elzárja, a közzé kevert szemcséket összeragasztja, víz és gázzárvá tesz. Nagyon jó elektromos szigetelő képességű.

Fizikai tulajdonság: viszkozitásuk folyamatosan változik a hőmérséklettel, kis hőmérsékleten szilárd, a hőmérséklet növelésével folyamatosan képlékeny, nehezen folyós, majd hígfolyós lesz.

A bitumenek vizsgálata

- **Penetráció**: a vizsgálat penetrométerrel történik, a vizsgálat során azt mérjük, hogy a szabványos méretű, 100 gramm összterhelésű tű 25 °C-os hőmérsékletű bitumenbe milyen mélyen hatol be. A penetráció a behatolás mértéke 5 másodperc alatt 0,1 mm-ben kifejezve.
- **Lágyuláspont**: gyűrűs – golyós módszerrel mérjük, a vizsgálat során adott tömegű és méretű fémgolyót helyezünk a gyűrűbe öntött bitumenre, majd vízfürdőbe helyezzük és a vízfürdő hőmérsékletét az előírt mértékben növeljük. A lágyuláspont az a hőmérséklet, amelynél a bitumen annyira meglágyul, hogy az alatta meghatározott távolságra elhelyezett lemezt eléri.



10. ábra. A bitumen lágyuláspont vizsgálata⁸

- **Töréspont:** a bitumen hideggel szembeni viselkedését vizsgáljuk. A töréspontot a FRASS – féle készülékkel határozzuk meg. A készülékben elhelyezett 4 x 2 cm-es rugalmas acéllemeze egyenletesen 0,4 gramm tömegű bitument olvasztunk meg és a lemezt fokozatosan hűtött térben hajtogatjuk. A töréspont az a hőmérséklet, amelynél a bitumen hajtogatás közben rideggé válik és megreped. A hajlító gépen végzett vizsgálat tanúsága szerint az SBS-sel modifikált lemezek hideghajlíthatósága -20 C° alatt van, sőt az öntapadós lemezeké -30 C° .



11. ábra. A bitumen töréspont vizsgálata⁹

⁸ <http://www.isola.hu/hu/bitumen/321.html> (2010.07.22.)

⁹ <http://www.isola.hu/hu/bitumen/336.html> 2010.10.07.22.

öregítési vizsgálatok: melynek során a termékeket az UEAtc előírásainak megfelelően 80 °C-on tároljuk és 1–2–3 és 4 hét elteltével a különböző paraméterek változását ellenőrizzük



12. ábra. A bitumen öregítési vizsgálata¹⁰

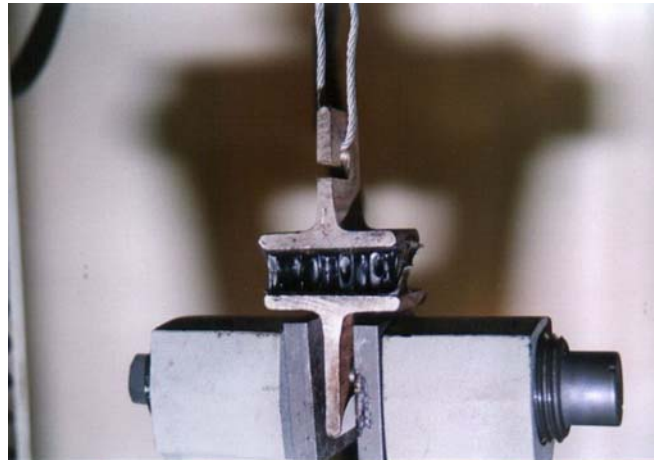
- **Duktilitás:** a bitumen nyújthatóságát jellemzi, az a megnyúlás cm-ben kifejezve, amelynél a 25 °C-os vízfürdőbe helyezett, adott sebességgel húzott piskóta alakú bitumen próbatest elszakad.
- **Sűrűség mérés:** 25 °C-on határozzuk meg, a sűrűség ismeretében a térfogatot számolhatjuk.
- **A hőállóság vizsgálata** során fontos információt kapunk a lemez beépíthetőségére, nyári viselkedésére



13. ábra. A bitumen hőállósági vizsgálata¹¹

¹⁰ <http://www.isola.hu/hu/bitumen/341.html> 2010.07.22.

- **tapadási vizsgálatok:** ahol a lemezek egymáshoz, illetve betonfelülethez való tapadását ellenőrizzük. Vizsgálataink szerint a bitumenes lemezek tapadási értéke ötvenszer, százszor nagyobb, mint a szélszívás által megkövetelt értékek.



14. ábra. A bitumen tapadási vizsgálata¹²

- **Lobbanáspont mérés:** az a hőmérséklet, amelynél a Marcusson készülékben a gőz-levegő elegy ellobban, a bitumen tűzveszélyességére jellemző szám.
- **Kémiai vizsgálatokkal** határozzuk meg a bitumen parafin, hamu, aszfaltén tartalmát.

A bitumen jelölése, fajtái

Kémiai összetételük alapján két féle bitumen van szabványosítva, B és SZB. A két változat között az alapvető különbség az aszfalténtartalmukból adódik. A bitumenfajtákat lágyuláspontjuk és / vagy penetrációjuk alapján jelölik, pl. a 70 – 100 penetrációjú építési bitumen jele: B90-es bitumen,

B jelű építési és útépítési bitumen főbb paraméterei

JELLEMZŐK	B 90	B 65	B 45	B 30	B 15
PENETRÁCIÓ (25 0c-on 0,1 mm)	70-100	55-70	35-55	20-35	10-20
LÁGYULÁSPONT °C	46	50	53	60	70
DUKTILITÁS 25 °C-on cm legalább	100	100	50	15	5
TÖRÉSPONT °C legfeljebb	- 10	- 8	- 6	0	+ 3
SŰRŰSÉG 25 0C-on Kg/m ³			1010		
Aszfaltén tartalom %			15		

¹¹ <http://www.isola.hu/hu/bitumen/337.html> 2010.07.22.

¹² <http://www.isola.hu/hu/bitumen/342.html> 2010.07.22.

SZB jelű építési és útépítési bitumen főbb paraméterei

JELLEMZŐK	SZB 90	SZB 50	SZB 30
PENETRÁCIÓ (25 0c-on 0,1 mm)	70–100	40–60	20–35
LÁGYULÁSPONT °C	46	52	61
DUKTILITÁS 25 °C-on cm legalább	100	50	10
TÖRÉSPONT °C legfeljebb	- 8	- 6	- 0
SÚRÚSÉG 25 0C-on Kg/m ³		1010	
Aszfaltén tartalom %		8	

HABARCSOK

A habarcsok kötőanyag, finom szemcséjű adalékanyag, víz esetleg adalékszer és / vagy segédanyag keveréke, ami friss állapotban képlékeny, alakítható, majd a végbemenő fizikai és kémiai folyamatok hatására megmerevedik, majd megszilárdul.

A habarcsok alkotóanyagai:

A habarcsok elnevezése a benne lévő kötőanyagra utal (cementhabarcs, mészhabarcs). Amennyiben többféle kötőanyagot is tartalmaz a habarcs, akkor a megnevezésben a fontosabb, nagyobb mennyiségű kötőanyag neve szerepel a szótóvel (cement, mész stb.), a módosító hatású, kisebb mennyiségű összetevő jelző formájában szerepel az elnevezésben (cementes, meszes).

A mész felhasználása: A habarcsok készítéséhez a levegőn szilárduló darabos égetett mész, őrölt égetett mész, porrá oltott mész vagy mészhidrát, méspép használható fel.

A cement felhasználása: A habarcsok készítéséhez a portlandcement, pernye portlandcement, kohósalak portlandcement, szulfátálló cement, fehér portlandcement, színes portlandcement használható fel.

A gipsz felhasználása: A habarcs készítéshez a szabvány szerinti gipsz kötőanyagok a félhidrátok és az anhidrit (égetet gipsz) használható fel. A gipsz cementhez nem keverhető, mert a keverék duzzadó lesz. Friss betonfelületekhez a gipsz nem tapad.

A hidraulitos habarcsokhoz... lisztfinomságúra őrölt hidraulikus kiegészítő anyagok használhatók fel (pl. kohósalak, trasz, savanyú pernye).

A habarcsok adalékanyagai: legfontosabb minőségi követelményeit szabvány írja elő. Szemnagyság szerint I. II. III. osztályba sorolják. Vakolóhabarcsnál a maximális szemnagyság 2 mm, többi általános rendeltetésű habarcsnál pedig 4 mm. A legnagyobb szemnagyság azonban nem haladhatja meg a habarcs rétegvastagságának 1/3-át. A finom szemcsék mennyiségének a növelése, a kötőanyag és a víz igény mennyiségének növelését idézi elő. A finomabb, gömbölyűszemű homokból jobban bedolgozható habarcsot készíthetünk, mint a durva, érdes felületű zúzott homokkal. Az azonos bedolgozhatóság érdekében a zúzott homokkal készülő habarcskeverékhez több mész, illetve cementhabarcsot kell keverni.

Keverővíz: a habarcsba ivóvíz minőségű víz használható fel.

Adalékszerek:

- a betonhoz szokásos adalékszerek adagolhatók,
- a speciális habarcsjavító adalékszerek: hibrofóbizáló (főleg por alakú fémszappanok, alkáli szappanok, viaszok), tapadástjavító, vízmegtartóképesség javító (cellulóz származékok) szerek
- kenhetőséget fokozó szerek, képlékenyítő, folyósító szerek
- színezéshez vasoxid és más fénoxid tartalmú szervesetlen porfestékek

A habarcsok összetétele:

Az összetételt általában 1 m³ légszáraz adalékanyagra vonatkoztatva adják meg. A keverővíz mennyiségét meghatározza az adalékanyag nedvességtartalma, az alapfelület nedvességszívó képessége. A habarcsot a lehető legkevesebb vízzel kell megkeverni, de a bedolgozhatóságot és a kenhetőséget biztosító mennyiséget hozzá kell keverni.

A habarcskészítés technológiája:

Technológia fázisai:

- alapanyagok fogadása,
- tárolása,
- darabos, vagy őrölt égetett mész oltása,
- az adalékanyag előkészítése,
- az alapanyagok mérése-adagolása,
- a habarcs keverése kézi vagy gépi),
- szállítása,
- bedolgozása (felhordása),
- utókezelése (a vakolatokat és burkolatokat kell utókezelni, ha 1 m³ adalékanyaghoz több mint 100 kg cementet kevertek.

A habarcsok tulajdonságai:

A szilárd habarcs jellemzői:

- nyomó szilárdság (28 napos korú szabványos próbatesten kell elvégezni),
- hajlítószilárdság (28 napos korú szabványos próbatesten kell elvégezni),

- tapadó szilárdság (28 napos korú szabványos próbatestenen kell elvégezni),
- testsűrűség,
- különleges tulajdonságok.

A habarcsztípusok szilárdsági jellemzői

- A szilárd falazóhabarcsokra a nyomószilárdság jellemző.
- A szilárd vakolóhabarcsokra a tapadószilárdság jellemző.
- A szilárd ágyazóhabarcsokra a tapadó és a nyomószilárdság a jellemző.
- A szilárd felületképző habarcsokra a nyomó-, hajlító- és a tapadószilárdság a jellemző.
- A szilárd hőszigetelő habarcsokra a testsűrűség és a hővezetési tényező a szabvány szerint előírt követelmény.

A habarcsok csoportosítása:

Rendeltetés szerint	Kötőanyag, vagy kötőanyag keverék szerint	Feldolgozás szerint
Általános rendeltetésű habarcsok	Fő kötőanyaga a mész	Kézi feldolgozású habarcsok
- falazó (ragasztás)	- méshabarcs	
- vakoló	- cementes méshabarcs	
- ágyazó	- gipszes méshabarcs	
- felületképző	- hidraulitos méshabarcs	
- hőszigetelő, hangelnyelő		
	Fő kötőanyag a cement	Szórt (lőtt) habarcsok
	- cementhabarcs	
	- meszes cementhabarcs	
	- hidraulitos cementhabarcs	
	- polimeres cementhabarcs	
Különleges rendeltetésű habarcsok	Gipszhabarcs	Injektált habarcsok
- Sugárvédő	Egyéb kötőanyagú habarcsok	Öntött habarcsok

- | | |
|---------------------|------------|
| - Hőálló | - polimer |
| - Vízáró | - vízüveg |
| - Kopásálló | - bitumen |
| - Korrózióálló | - magnézia |
| - Kitöltő habarcsok | - anhidrit |
| | - bentonit |

FESTÉKEK

1. A festékek feladata, összetétele, tulajdonságai

A festék, a festés és mázolás anyaga. A szerkezetre szakszerűen felhordott festékfilm tulajdonságai az alkotók tulajdonságaitól és kémiai kölcsönhatásától függenek. A technológiákhoz igényelt sűrűséget hígítók adagolásával érik el.

A festék lehet:

- átlátszó,
- átlátszatlan,
- színes,
- színtelen.

A festék feladata:

- az építmények, épülettartozékok, szerkezetek korrózió védelme,
- esztétikai,
- pszichológiai -

A festékek összetétele:

- filmképző vagy kötőanyag,
- porfesték vagy pigmentek,
- hígítók,
- különleges tulajdonságokat biztosító alkotórészek (szárítók, bőrösödésgátlók, világítóanyagok).

A festék szerkezetre történő felhordása:

- mázolóással,
- szóróással,
- bemártással.

A festékek fontosabb jellemzői:

- viszkozitásuk (ami a besűrűsödést kimutatja),
- kiadósságuk,
- száradásuk.

A megszáradt festékfilm fontosabb tulajdonságai:

- vastagsága,
- rugalmassága,
- szilárdsága,
- keménysége,
- kopási ellenállása,
- időállósága,
- fagyállósága,
- fedőképessége,
- Rozsdavédő képessége,
- fénye,
- savállósága,
- lugállósága.

2. Pigmentek (porfestékek)

A pigmentek a festékek színező anyagai. Olyan finomszemcsés anyagok, amelyek vízben, oldószerben nem oldódnak, a felhasználási célnak megfelelő fizikai és mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek és kötőanyaggal felületek bevonására alkalmas festék készíthető belőlük.

A pigmenteket a festékekbe

- felületvédelmi,
- esztétikai,
- a festékréteg mechanikai ellenállásának növelésére alkalmazzák.

A pigmentek fontosabb tulajdonságai

- A szerves pigmentek élénkebb színűek, mint a szervetlenek.
- **Színező képesség:** más pigmentekhez keverve, azok színét különböző mértékben megváltoztatja, függ a szemeloszlástól, átlagos szemcsemérettől, szemalaktól.
- **Fedőképesség:** az a grammban kifejezett pigment mennyiség, amely kötőanyagban jól elkeverve 1 m² felület eredeti színét eltakarja.
- **Kiadósság:** az 1 grammnyi pigmenttel befesthető felület cm²-ben.
- **Őrlési finomság:** kisebbnek kell lennie, mint a festékfilm rétegvastagsága.
- **Olajfelvevő képesség:** az, az olajmennyiség, szükséges ahhoz, hogy 100 g száraz pigmentből festőpasztát lehessen készíteni.
- **Vízállóság.**

- **Hőállóság:** az a legnagyobb hőmérséklet, amelyen a pigment színét adott időn belül nem változtatja meg.
- **Pigment kivérzése:** a pigment a színes lakkrétegből a fehérbe vándorol, és azt elszínezi.
- **Kivirágzás:** a festékbevonat felületén keletkezett por alakú letörölhető pigmentréteg
- **Fényállóság:** napfény és ultraibolya sugarak hatására színüket ne veszítsék el, ne fakuljanak ki.
- **Vegyszer és oldószerállóság:** cement, mész, vízüveggel szembeni ellenállóság.

A pigmentek felosztása

- előállítási módjuk szerint,
- előfordulás,
- vegyi összetételük vagy színük szerint: fehér, széntartalmú, fémpigmentek, vagy bronzok, kromatikus pigmentek, szerves pigmentek, különleges pigmentek.

A fehér porfestékekben nincs színezőanyag. A színes porfestékek legértékesebbi csoportja a sárga és vörös színű kromátok.

3. A festékek kötőanyagai:

A kötőanyag a pigmentek hordozója. Követelmény a kötőanyaggal szemben a jó tapadás a pigmentekhez és a befestendő alapfelülethez, hőállóság, fagyállóság, vízzárás, kopásállóság. A kötőanyagok főbb típusai: vizes, olajos, emulziós kötőanyagok, lakkok.

Vizes kötőanyagok: azok a kötőanyagok, amelyek esetében a beszáradás és a szilárdulás vegyi átalakulással jár.

- fehér mésztej,
- cementtej,
- vízüveg,
- növényi enyv,
- állati enyv.

Olajos kötőanyagok

- Száradó olajok: lenolaj
- Félig száradó olajok: napraforgóolaj, szója olaj, halolaj
- Továbbalakított olajok: sűrített lenolaj, fúvatott lenolaj, lenolajkence

Lakkok:

- természetes gyantalakkok,
- nitrocellulóz lakk,
- lakkműgyanták.

4. A festékek egyéb anyagai

- oldószerek,
- hígítók,
- lágyítók,
- alapozók,
- szárítók,
- ülepedésgátlók,
- gombásodásgátlók,
- pácok.

5. A festékek fontosabb jellemzőinek vizsgálata

- viszkozitás,
- kiadósság,
- száradás,
- tapadás,
- szilárdság,
- fényállóság,
- keménység.

Az útépítésben leggyakrabban, a szilárd burkolatú utakon, a burkolatjelek festéséhez, valamint a hidak acélszerkezeteinek festésére használnak festékeket. A festékek szerepe a két területen eltérő, míg a burkolati jeleknél a festés a forgalomirányításhoz és a forgalombiztonsághoz kapcsolódik, addig a hidaknál elsősorban az acél és fémszerkezetek korrózióvédelmét biztosítják, másodlagosan pedig esztétikai követelményeket elégítenek ki.

A jelenleg érvényben lévő ÚT 1-1.149:2001 számú Útügyi Műszaki Szabályzat írja elő a Közúti Útburkolati Jelek Szabályzatában (ÚBJSZ) az útburkolati jelek alapkövetelményeit.

Az útburkolati jelek folyamatosan fokozott igénybevételnek vannak kitéve:

- az autógumik koptató hatásának, főleg fékezéskor, gyorsításkor,
- nyáron az erős hőhatásnak, napsugárzásnak,
- télen az erős lehűlésnek, fagyhatásoknak, sólének,
- benzinek, olajok kémiai hatásainak.

A burkolatjel festékek különböző sűrűségűek és eltérő élettartamú és kopásállóságúak:

- rövid élettartamú (86-12 hónap) festékek amik oldószeres, egykomponensű és vizes bázisú, fokozottan környezetbarát festékek
- tartós élettartamú (2 - 5 év) festékek, amelyek meleg, szórt, vagy kent plasztikok, hideg kent plasztikok, valamint ragasztható burkolati jelek lehetnek.

- Az acélszerkezetű hidak és hídszerkezetek, tartozékok élettartama 70–100 év. A festékek élettartama, ettől sokkal rövidebb. Ezért a hidakat életük folyamán többször át kell festeni. Mivel a festésnek nagy az élőmunka igénye, ezért célszerűbb és gazdaságosabb a kombinált bevonati rendszerek (fém- és festékbevonat) alkalmazása. A fémbevonat a festék teljes leválása esetén is védi az acélszerkezeteket a káros korróziót előidéző hatásoktól és a felújítás során a rozsdátlanításra nincs szükség. A korrózióvédő anyagoknak és a festékeknek az időállóságát nagyban befolyásolja a kezelendő felületek szakszerű előkészítése.

Összefoglalás

Az utak építésének megkezdéséig több olyan kötelezettségnek kell eleget tenni, ami lehetővé teszi a megépítendő utakon a szakszerű kivitelezést és a forgalomba helyezést követően biztonságos közlekedést. Az építést megelőzően a forgalmi igények kielégítését felmérve tanulmánytervet (ha szükséges), építésengedélyezési tervet, kiviteli tervet (ha szükséges) kell készíttetni. Az engedélyezési terveknek tartalmaznia kell a műszaki leírást, az átnézeti helyszínrajzot, az útépitési helyszínrajzot, hossz-szelvényt, mintakereszt-szelvényt, jellemző kereszt-szelvényeket (egyéb szükséges egyedi rajzok) műszaki rajzait. Az engedélyezési tervdokumentációban a mintakereszt-szelvényen és az egyéb szükséges tervrészleteken szerepeltetni kell a beépítendő anyagok minőségét, a szerkezetbe beépítendő vastagságát. A műszaki leírásban a technológiára, kivitelezésre vonatkozó követelményeket rögzíteni kell. Tehát a kivitelezés megkezdése előtt az engedélyezési, ha készül, akkor a kiviteli tervdokumentációból meg kell határozni, a szükséges minőségű és mennyiségű anyagokat. Meg kell rendelni, be kell szerezni, az útépités ütemének megfelelően, folyamatosan a munkahelyre kell szállítani a munkafolyamatok során beépítendő anyagokat.

Összefoglalásként válasz a felvetett esetre

1. Az AC 11 aszfaltbeton kopóréteghez szükséges bitumen mennyiségének számítása
 $500,00 \times 6,00 \times 0,05 \times 0,058 = 8,7 \text{ m}^3$
2. Az AC 20 kötőréteghez szükséges bitumen mennyiségének meghatározása
 $500,10 \times 6,10 \times 0,05 \times 0,051 = 7,80 \text{ m}^3$
3. A beton alap elkészítéséhez szükséges cement mennyiségének meghatározása
 $500,20 \text{ m} \times 6,20 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 350 \text{ kg/m}^3 = 162.820 \text{ kg}$

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. A képzőintézet szervezésében tegyenek üzemlátogatást egy mészkőbányában, készítsen 1–2 oldal beszámolót a bányában látottakról.

- Írja le, hogyan, milyen eszközökkel történik a munkaterület, a lefedéses terület előkészítése!
 - Írja le, hogy a mészkőbányában milyen gépeket, berendezéseket látott, a gépekkel milyen munkafolyamatokat végeztek!
 - Írja le, hogyan történik a munkaszintek kialakítása!
 - Írja le, hogyan történik a bányán belüli deponálás.
 - Írja le a bányán belüli, valamint a bányából történő kiszállítás eszközeit!
 - Készítsen a munkafolyamatokról vonalas ábrát!
2. A képzőintézet szervezésében tegyenek üzemlátogatást egy cement gyárban, készítsen 3-4 oldalas beszámolót a cementgyárban látottakról
- Írja le, hogyan történik a cementgyárba beérkező mészkő beszállítása, a beszállításkor a mennyiségi és minőségi ellenőrzés, a beérkező anyag átvétele!
 - Írja le, hogyan történik a beérkezett anyagok tárolása:
 - Írja le a cementgyártás folyamatát!
 - Írja le a cementgyártás gépeit, berendezéseit!
 - Írja le, hogyan történik a késztermékek tárolása, csomagolása, kiszállítása!
 - Készítsen vonalas ábrát a cementgyártás folyamatáról!
 - Készítsen vázlatos helyszínrajzot a cementgyár területéről!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Sorolja fel az építőiparban használatos mesterséges előállítású kötőanyagokat!

2. feladat

Sorolja fel a szervesetlen kötőanyagokat!

3. feladat

Sorolja fel a folyékony halmazállapotú kötőanyagokat!

4. feladat

Hogy nevezzük azokat a kötőanyagokat, amelyek levegőn és vízben is megkötnek és megszilárdulnak? Írja le a kötőanyag nevét!

5. feladat

Hogy nevezzük a következő vegyi folyamatot: $\text{Ca CO}_3 = \text{Ca O} + \text{CO}_2$

6. feladat

Sorolja fel az építőiparban felhasznált mészfajtákat!

7. feladat

Hogyan határozzuk meg a gipsz kötéseidjét?

8. feladat

Sorolja fel a gyengén hidraulikus kötőanyagok jellemzőit

9. feladat

Sorolja fel a speciális portlادcement fajtákat

10. feladat

Írja le a cementgyártás folyamatát!

11. feladat

Sorolja fel a klinkerégető kemencékbe végbemenő folyamatokat:

12. feladat

Hol helyezik el a klinkert égetés után és meddig pihentetik?

13. feladat

Írja le a cement kötésének folyamatát

14. feladat

Sorolja fel bitumennel, mint kötőanyaggal szemben támasztott követelmények:

15. feladat

Ismertesse a vákuumdesztillációs bitumen előállításí eljárást

16. feladat

Ismertesse a habarcsokba felhasznált adalékanyagok jellemzőit, a velük szemben támasztott követelményeket

17. feladat

Sorolja fel a Különleges rendeltetésű habarcsokat

18. feladat

Sorolja fel a megszáradt festékfilm fontosabb tulajdonságai:

<hr/> <hr/>

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A mesterséges előállítású kötőanyagok: Cement, mész, bitumen, (útépítési bitumen, bitumenemulzió, higított bitumen), gipsz, magnézia, kohósalak, trassz, pernye, vízüveg

2. feladat

A szervesetlen kötőanyagok: cement, mész, gipsz, magnézia

3. feladat

A folyékony halmazállapotú kötőanyagok: bitumen, kátrány, műgyanta, vízüveg

4. feladat

Levegőn és vízben is kötni és szilárdulni képes kötőanyag: a hidraulikus kötőanyagok, a cement

5. feladat

A mészégetés vegyi folyamata

6. feladat

Az építőiparban felhasznált mészfajták: darabos égetett építési mész, őrölt égetett építési mész, méshidrátpor, méshpép, karbidmész

7. feladat

Gipsz kötési idejének meghatározása: a Vicat-féle készülékkel vizsgálják, szaporodási vizsgálattal megállapított összetételű péppel. A kötési idő kezdete az, az időtartam, amely szükséges ahhoz, hogy a 300 g-mal terhelt, 1 mm² keresztmetszetű tű a Vicat készülék gyűrűjébe helyezett gipszpép aljáig már nem hatol le és a tű behatolási helye már nem folyik össze. A kötés akkor befejezett, ha a tű már legfeljebb 0,5 mm mélyen hatol a pépbe. A gipsz kötési idejét kötésgyorsítóval szulfátokkal, kolloidokkal gyorsítani, kötésslassító szulfitszennyluggal, mésszel, enyvel, stb. lassítani lehet. A hőmérséklet növelése gyorsítja, a vízadagolás növelése pedig lassítja a kötést.

8. feladat

Gyendén hidraulikus kötőanyagok jellemzői

A gyengén hidraulikus kötőanyagoknak kicsi a hidraulikus aktivitásuk, viszont több olyan tulajdonságuk van, amiért felhasználásuk indokolt. Megfelelő aktiváló anyagok adagolásával hidratációjuk, szilárdulásuk gyorsítható. Főként cement kiegészítőként alkalmazzák. Osztályozásuk keletkezési körülményeik, vagy kémiai–fizikai felépítésük szerint történik. Megkülönböztetünk természetben előforduló ásványi eredetű és mesterségesen előállított ipari melléktermékként, vagy hulladékként keletkező gyengén hidraulikus anyagfajtákat.

9. feladat

Speciális portlandcement fajták

- portlandcement azbesztcement termékek gyártásához
- fehér portlandcementek
- színes portlandcementek
- szulfátálló portlandcementek
- mélyfűrészi portlandcementek (olajipari nagymélységű furólyukakhoz)
- kishőfejlesztésű portlandcementek

10. feladat

A cementgyártás folyamata

- Nyersanyagok durva előkészítése, előhomogenizálás: mészkő, agyag, márga, kiegészítő anyagok
- Nyersanyagok összetételének ellenőrzése, szabályozott adagolása
- Nyersanyag keverék finom előkészítése (őrlés, homogenizálás, korrigálás)
- Klinkerégetés,
- Klinker tárolás, ellenőrzés
- Kötésszabályozó anyagok (gipszkő stb.) és hidraulikus kiegészítő anyagok, előkészítése és adagolása
- Cementőrlés
- Cement tárolás, ellenőrzés
- Cement csomagolás, kiadás

11. feladat

A klinkerégető kemencékbe végbemenő folyamatok:

- Szárítás (az anyaggal szembeáramló meleg füstgázzal történik)
- Előmelegítés (a füstgázok 450–550 °C-ra melegítik a nyersanyagot, és elveszti az agyagásványok hidrátvíztartalmát, majd tovább melegszik 800–900 °C-ra.
- Kalcinálás, a mészégetés folyamata, 1200 °C-ig hevítik az anyagot, megkezdődik a szilikátképződési reakció.
- Zsugorítás, az anyagot 1450 °C-ra hevítik, ekkor már 20–25 % olvadákfázis jelenlétében kialakulnak a klinker ásványok

- Hűtés, a kemence hűtőzónába először 1000 °C-ra, majd külső hűtőben 80–300 °C-ra hűtik, a klinkerásványok stabilizálása miatt a klinkert gyorsan kell lehűteni.

12. feladat

A klinkert égetés után silókba helyezik el, és 2–3 hétig pihentetik.

13. feladat

A cement kötésének folyamata

A vizsgálathoz szabványos folyósságú pépet készítünk. Szabványos folyósságú a pép, ha a Vicat készülékhez tartozó henger a pép aljától 5–7 mm magasan áll meg. A kötésidő meghatározásához a pontosan kimért cement és víz mennyiségeket az előírt módon összekeverjük és betöltjük a Vicat készülék gyűrűjébe. A kötés kezdetének azt az időpontot nevezzük, amikor a cement felszínére beállított, majd elengedett tű a gyűrű alatt elhelyezett üveglap felett 2–4 mm-re áll meg. A kötést befejezettek tekintjük, ha a tű 1 mm-nél mélyebben már nem süllyed bele a cementpépbe. Ekkor a gyűrűt megfordítjuk és a minta alján is hasonlóan megvizsgáljuk, hogy befejeződött-e már a kötés. A tű behatolását kb. 15 percenként vizsgáljuk. A cement kötése a keverés után kb. 1 óra eltelte után kezdődődik meg és 12 órán belül befejeződik. Az 1 órán túli bedolgozás minőség csökkenést eredményez.

14. feladat

A bitumennel szemben támasztott követelmények:

- Az útépítésben adalékanyagokat egyenletesen vonja be és jól tapadjon.
- A fedéllemezekhez tartósan tapadjon, azokat egyenletesen vonja be.
- A felmelegedés ne legyen rá hatással, ne rontsa a tulajdonságait.
- A lágyuláspontja ne legyen kicsi, hidegben ne váljék rideggé.
- Lassan öregedjen, a kedvező tulajdonságait minél hosszabb ideig tartsa meg.

15. feladat

A vákuumdesztillációs bitumen előállítási eljárás

- Az első szakaszban elpárologtatják az ásványolajból atmoszferikus lepárlással a benzin, petróleum, gázolajt legnagyobb részét, visszamarad a pakura (fűtőolaj). A második szakaszban a pakurát 300 – 400 °C-ra felmelegítik a vákuumdesztillációs toronyban, itt elpárologtatják az olajféleségeket (gázolaj, motorolaj, nehezebb olajok), visszamarad a bitumen. Bizonyos mértékig javítani lehet a bitumen keménységét a hőmérséklet és a vákuum nagyságával, növekszik az elpárologtatható olajmennyiség, kevesebb marad a bitumenben.

16. feladat

A habarcsok adalékanyagai: legfontosabb minőségi követelményeit szabvány írja elő. Szemnagyság szerint I. II. III. osztályba sorolják. Vakolóhabarcsnál a maximális szemnagyság 2 mm, a többi általános rendeltetésű habarcsnál pedig 4 mm. A legnagyobb szemnagyság azonban nem haladhatja meg a habarcs rétegvastagságának 1/3-át. A finom szemcsék mennyiségének a növelése, a kötőanyag és a víz igény mennyiségének növelését idézi elő. A finomabb, gömbölyűszemű homokból jobban bedolgozható habarcsot készíthetünk, mint a durva, érdes felületű zúzott homokkal. Az azonos bedolgozhatóság érdekében a zúzott homokkal készülő habarcskeverékhez több mész, illetve cementhabarcsot kell keverni.

17. feladat

Különleges rendeltetésű habarcsok

- Sugárvédő
- Hőálló
- Vízzáró
- Kopásálló
- Korrózióálló
- Kitöltő habarcsok

18. feladat

A megszáradt festékfilm fontosabb tulajdonságai:

- vastagsága
- rugalmassága
- szilárdsága
- keménysége
- kopási ellenállása
- időállósága
- fagyállósága
- fedőképessége
- Rozsdavédő képessége
- fénye
- savállósága
- lúgállósága

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Tóth Zoltán főiskolai docens: Építőanyagok 1. kötet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2004., J19-375

Major István, Tóth Gábor Út- és vasútépítés, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1996., J19-620

Reisz Lajos: Cement és Mészgyártási kézikönyv, Építésügyi és Tájékoztatási Központ Budapest, 1989.

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Tóth Zoltán, Építőanyagok 1. kötet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2004., J19-375

Dr, Tóth Zoltán, Építőanyagok 11. kötet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 2004., J19-438

Major István, Tóth Gábor Út- és vasútépítés, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1996., J19-620

Reisz Lajos: Cement és Mészgyártási kézikönyv, Építésügyi és Tájékoztatási Központ Budapest, 1989.

A(z) 0598–06 modul 003–as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 582 18 0100 21 01	Térburkoló
31 582 16 0000 00 00	Közútkezelő
31 582 16 0100 21 01	Útfenntartó
31 582 18 1000 00 00	Útépítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
15 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató