Aszfalt fillerek kiválasztása hidrofil tulajdonságaik összehasonlítása alapján

Géber Róbert

Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék

geberrobert@gmail.com

The selection of asphalt fillers by the comparison of hydrophile properties

In this article the author presents some results of those investigations, which were done at the University of Miskolc, Department of Ceramic and Silicate Engineering. In these investigations there were examined 8 different mineral fillers (limestone fillers, andesite fillers, basalt fillers and andesite-dolomite filler mixture), which are most the used fillers in the highway constructions in Hungary.

During the investigations there were measured the hydrophile coefficient and the specific surface (by BET-method) of the fillers. The results shows that there are only 3 fillers (limestone – Felsőzsolca, andesite filler – Tállya, basalt filler – Uzsza), which are convenient for highway construction.

Established by the results that there is a relationship between hydrophile coefficient and specific surface of the fillers. Therefore it is important – before using these fillers – to examine the hydrophile coefficient and specific surface of the fillers, and the presence and proportion of submicronal grains.

Keywords: asphalt-mixture, hydration, hydrophile coefficient, hydrophobe, specific surface.

Kulcsszavak: aszfaltkeverék, vízfelvétel, hidofil tényező, hidrofób, fajlagos felület.

1. Bevezetés

Az aszfaltbeton 1928-óta a legelterjedtebb mesterséges útburkoló anyag, amelyet bitumen és ásványi anyagok – köliszt, homok, zúzalék – tömörítése után kapunk [1, 2]. Az aszfaltkeverékek gyártásához használt ásványi anyagok olyan különféle természetes eredetű, és természetes állapotban felhasznált kőzetek, amelyeket osztályozással, töréssel, valamint zúzással állítanak elő a kívánt szemcse-méretre. A töltőanyagok (kölisztek és fillerek) az aszfaltkeverék ásványi anyagainak 0,09 mm alatti frakciói [3].

Gezencvej [4] szerint a köliszt az aszfaltbeton egyik legfontosabb komponense. Bitumennel keverve „aszfalt kötőanyagot” (aszfalthabarcot) alkot, amely az ásványi szemcséket összeragasztja. Mivel a köliszt felülete – más ásványi anyagokhoz képest – igen nagy, a bitumen nagy részét képes abszorbeálni, ennek következtében az aszfaltbetonnak megfelelő tulajdonságot kölcsönző, aktívan működő alkotórészzé alakul át. Emiatt az aszfaltbeton tulajdonságait a köliszt mennyisége és sajátosságai (a bitumenhez való tapadási képesség, granulometrikus összetétel, hézagterfogó, vízfelvétel /hidofil, hidrofób/) jelentős mértékben befolyásolják [5].

A Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszékén Gömze A. László irányításával már évek óta végeznek kutatásokat. A különböző összetételű aszfaltkeverékek reológiai vizsgálataival sikerült megalkotni egy új reológiai modellt, amely ténylegesen és valóságosan írja le a bitumen kötőanyaggal készített aszfaltkeverékekben

és aszfaltbetonokban lejátszódó fizikai és mechanikai folyamatokat [6, 7]. A kutatások egy másik iránya a magyarországi útépítésben felhasznált ásványi töltőanyagok vizsgálataival foglalkozik [8, 9, 10], mely munkába a Szerzőnek is sikerült bekapcsolódnia.

A fillerek hidrofilitásának és fajlagos felületének vizsgálata rendkívüli fontosságú. A fillerek vízfelvelele nagyban meghatározza az aszfaltburkolatok fagyállóságát, valamint az ásványi anyag és a bitumen közötti kötés erősségét, ezáltal az aszfalt élettartamára is befolyással van. A fajlagos felület nagyságától a bitumennel megkötött fillerek mechanikai szilárdsága függ. A hidofil tényező és a fajlagos felület ismeretében tehát lehetőség nyílik olyan fillerek kiválasztására, amelyek felhasználásával javíthatók az aszfalt tulajdonságai, növelhető az aszfaltburkolat élettartama.

2. A köliszt és a bitumen kapcsolata, a hidofil tényező meghatározása

A köliszt és a bitumen kölcsönhatását a bitumen és az ásványi anyag felületén végbemenő fizikai és vegyi folyamatok hozzák létre. Ilyenkor az ásványi anyag felületén nagyon vékony bitumenhártya (film) jön létre, amely az ásványi részecskéket bevonja és azokhoz hozzá is tapad. Az ásványi részecskék felületén diffúziós bitumenhártya szerkezete alakul ki [4, 6, 10]. Ennek a sűrűsége és viszkozitása a bitumen és ásványi anyag érintkező határfelületén

a legnagyobb [5, 10]. Ha ettől a határtól távolodunk, akkor úgy a bitumen sűrűsége, mind a viszkozitása csökken. A szabad bitumen mennyisége a határfelület átmeneti zónájában minimális értéket ér el. Az 1. és 2. ábra a kőliszt szemcséin képződő bitumenhártya, illetve a finom részecskék elhelyezkedését szemlélteti.

1. ábra. Diffúziós bitumenhártya kialakulása a kőliszt szemcse felületén
Fig. 1. The formation of diffusion bitumenfilm on the surface of stone-powder grain
(átvéve: L. B. Gezencvej: Aszfaltbeton útburkolatok [4.])

2. ábra. A kőliszt szemcsék egymásra hatásának sémája különféle érintkezési feltételek mellett. 1. kőliszt szemcse, 2. bitumen
Fig. 2. Interaction of stone-powder grains in different contact conditions. 1. stone-powder grain, 2. bitumen
(átvéve: L. B. Gezencvej: Aszfaltbeton útburkolatok [4.])

A bitumenhez való tapadási erőt a kőliszt vegyi és ásványi összetétele, valamint a bitumen tulajdonságai szabják meg. A bitumenhez a hidrofób anyagok tapadnak jól, ezért kőlisztként elsősorban mészkő fillereket használnak. A hidrofílnak is képesek száraz állapotukban felületükön adszorbeálni a bitumént, bár ezt kisebb mértékben teszik, mint a hidrofób anyagok. Így az ilyen típusú kőlisztnek nincsen meg a kölcsönös kapcsolata a bitumennel, emiatt az aszfaltbeton rossz minőségű lesz, csökken a vízálló és hőálló képessége, és kicsi lesz a szilárdsága is [9 és 11]. Emiatt szükséges kőlisztként hidrofób tulajdonságú anyagokat kiválasztani. Az ilyen típusú anyagok kiválasztására A. I. Lüszihina dolgozott ki módszert, amely a kőliszt hidrofilitásának, az úgynevezett hidrofílnak a meghatározására irányult. A poláros tulajdonságú közetek felülete kovásvan dús. A kovásvan savas, a szénhidrogének (olaj, bitumen) lúgos pH-val rendelkeznek. A poláros közetek a szénhidrogénhez gyengén tapadnak. Az apoláros közetek azonban a bitumenhez jól tapadnak.

A hidrofílnak a megállapítása a kőliszt víz és petróleum adszorbeáló képességének összehasonlításán alapszik. Az olaj és a petróleum apoláros folyadék a bitumenhez hasonlóan. A vizsgálatok során azonban ez az alkalmazott

apoláros folyadék a petróleum volt, mivel tulajdonságai a kísérlet szempontjából azonosak az olajéval, azonban a kisebb sűrűsége miatt a kőliszt ülepedése gyorsabban megy végbe. Ez azért fontos, mert maga a mérés tulajdonképpen a kőliszt ülepedésének vizsgálata. A 3. ábra a vízzel, illetve petróleummal töltött kémcsövekbe adagolt fillerek ülepedésének sémáját szemlélteti.

3. ábra. Fillerek ülepedésének sémája
Fig. 3. Scheme of the sedimentation of fillers

A hidrofílnak azonos száraz térfogatú, nagy fajlagos felületű közet 72 órás vízben, illetve petróleumban történő ülepedés után kapott térfogatainak hányadosa. A hidrofílnak a következő összefüggéssel határozható meg:

$$\eta = \frac{V_{\text{víz}}}{V_{\text{petróleum}}} \quad (1.)$$

ahol :

η = hidrofílnak tényező,

$V_{\text{víz}}$ = a kőlisztnek vízben mért térfogata 72 órás ülepedés után,

$V_{\text{petróleum}}$ = a kőlisztnek petróleumban mért térfogata 72 órás ülepedés után.

Mivel a hidrofílnak tulajdonságú anyagokból készített kőlisztek térfogata a vízben nagyobb, mint a petróleumban, ezért azok hidrofílnak tényezője is nagy lesz. A hidrofób anyagokból készített kőliszteknek a térfogata a petróleumban nagyobb, ezért azok hidrofílnak tényezője is kisebb lesz. Ha a tényező értéke 1-nél nagyobb, akkor a kőliszt hidrofílnak tulajdonságú. Ha 1-nél kisebb hidrofílnak tulajdonságú.

A vizsgálatok során 8 különböző típusú filler (3 mészkőliszt, 3 andezit filler, 1 bazalt filler, illetve 1 andezit-dolomit fillerkeverék) hidrofílnak tényezőjének megállapítására került sor [11, 12].

Az ásványi fillerek frakcionálása, tömegállandóságig való szárítása után minden egyes fillerből 2 tizedesjegy pontossággal 5 grammnyi került bemérésre a kémcsövekbe. A kémcsöveket 15 ml-ig kellett feltölteni desztillált vízzel, illetve petróleummal, majd azonnal le is kellett azokat zárni, nehogy a levegő nedvességtartalma befolyásolja a mérés eredményét. A mérés párhuzamosan 5 vízzel töltött, illetve 5 petróleummal töltött kémcsőben történt.

A fillerek ülepedésének mértéke 72 óra után került rögzítésre, mely adatokból az (1.) összefüggés alapján meghatározhatóvá váltak az egyes hidrofíl tényezők, melyeket a 4. ábra foglal össze.

4. ábra. Fillerek hidrofíli tényezői
Fig. 4. Hydrophile coefficients of fillers

A jó köliszt hidrofíli tényezője 0,7–0,85 közötti. A 4. ábra jól szemlélteti, hogy ezen szürkével jelzett tartományba a vizsgált fillerek közül csak három (alsószolcai mészköliszt, tállyai andezit filler, uzsai bazalt filler) hidrofíli tényezője esik, ezért az útépitésben aszfalt töltőanyagként való felhasználása szempontjából ezen anyagok kiválasztása célszerű. 3 filler – nógrádkövesdi andezit, szobi andezit, és a szobi-gánti keverékfiller - megközelíti, a váci, illetve a tatabányai mészköliszt hidrofíli tényezője azonban messze elmarad a kívánt tartománytól, így utóbbiak alkalmazása nem célszerű.

Mivel a fillerek ülepedésének megállapítása szemrevételezéssel történt, ezért minősítésre, a mérés pontosságának ellenőrzésére volt szükség, mely a mérési eredmények relatív szórásának meghatározásával történt. Az 1. táblázat a különböző szórási terjedelmeket, és ezeknek az osztályoknak a minőségi fokát tünteti fel.

1. táblázat.
Table 1.

Minőségi osztályok Quality classes

Minőség	Relatív szórás értéke [%]
Kiváló	0 – 7 %
Jó	8 – 15 %
Közepes	16 – 20 %
Rossz	21 – 25 %
Selejt	≥ 26 %

Az 5. ábra a vizes és petróleumos kémcsőben mért eredmények relatív szórását szemlélteti. A diagram eredményeiből, valamint az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy a mérések pontosságai a Kiváló és a Jó minőségi osztályba sorolhatók.

5. ábra. Fillerek relatív szórása
Fig. 5. Relative Standard Deviations of fillers

3. Fajlagos felületi és szemszerkezeti vizsgálatok

A vizsgált töltőanyagok fajlagos felületének meghatározása Micromeritics gyártmányú TriStar 3000 készülékkel történt. A fillerek BET-féle fajlagos felületeinek vizsgálati eredményeit a 6. ábra szemlélteti.

A diagramból jól látható, hogy a két legnagyobb fajlagos felülettel rendelkező filler a nógrádkövesdi andezit, valamint a szobi-gánti andezit-dolomit keverék filler. Ezenél valamivel kisebb fajlagos felületű anyag a tállyai andezit. A mészkölisztek tömörek, kevés pórus található bennük, éppen ezért fajlagos felületük is lényegesen alacsonyabb, mint a vulkáni kőzetekből készített, porózusabb fillereké.

A nagy fajlagos felület oka az agyagásványok jelenléte, amely útépitési szempontból nem kívánatos, ugyanis nemcsak nagyobb bitumenfelhasználást eredményez, hanem alacsony mechanikai szilárdságuk miatt csökkentik az aszfaltburkolat élettartamát is.

6. ábra. Fillerek BET-féle fajlagos felülete
Fig. 6. Specific surface of fillers by BET-method

7. ábra. Fillerek SEM felvételei

A. Andezit – Tállya, B. Andezit – Szob, C. Bazalt – Uzsa,
D. Mész-köliszt – Alsózsolca, N = 10.000X

Fig. 7. SEM pictures of fillers

A. Andesite – Tállya, B. Andesite – Szob, C. Basalt – Uzsa,
D. Limestone powder – Alsózsolca, Z = 10.000X

A 8 töltőanyagban elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk. A mérés AMRAY 1830 I típusú PV 9800 EDAX energiadiszperzív mikroszondával felszerelt pásztázó (scanning) elektronmikroszkóp (SEM) segítségével történt. A fillerek felületéről készített SEM felvételek jól magyarázzák a fajlagos felületi eredményeket. A 7. ábra a 4 legjellemzőbb felületeket mutatja be.

A különböző felbontásban készített SEM felvételek alapján megállapítható, hogy az andezit, valamint a bazalt fillerek porózusak, érdes felületükön különböző nagyságú kristályok helyezkednek el. Ez magyarázza nagy fajlagos felületüket is. Ezzel ellentétben a mészköliszt kevésbé porózus anyag, felülete sokkal simább – elvéve néhány 1 µm-es kristályt –, amely a kis fajlagos felületét eredményezi.

4. Az eredmények összegzése

Az aszfaltburkolatok tervezésekor a mérnökök többnyire csak az ásványi töltőanyagok szemcseszerkezetét és szemcseméretét vizsgálják, miközben figyelmen kívül hagyják azok fajlagos felületének nagyságát, valamint hidrofíli tulajdonságait. A Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszéke laboratóriumában elvégzett kutatómunka eredményei jól bizonyítják, hogy összefüggések mutathatók ki az útépitésnél használt fillerek, kölisztek hidrofíli tulajdonságai és azok szemcséinek fajlagos felülete között. Gyakran tömegarányait tekintve egészen kevés, de nagyon finom szubmikronos szemcseméretű frakciók lényegesen nagyobb fajlagos felülettel rendelkeznek, és ezért rosszabb

hidrofíli tulajdonságokkal bírnak, mint a hagyományos szemcseanalízis szerint a tőle finomabbnak tűnő – tőle lényegesen kisebb fajlagos felületű – azonos ásványi összetételű kölisztek.

Az elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a Magyarországon előszeretettel használt 8 különböző filler (3 mészköliszt /Tatabánya, Vác, Alsózsolca/, 3 andezit /Nógrádkövesd, Tállya, Szob/, egy bazalt /Uzsa/, valamint egy andezit-dolomit keverék /Szob-Gánt/) közül útépités – különösen autópályaépítés – céljára csupán 3 filler (alsózsolcai mészköliszt, tállyai andezit filler, uzsai bazalt filler) alkalmas. Ezért a kölisztek – sajátfillerek – alkalmazása előtt célszerű megvizsgálni azok BET-féle fajlagos felületét, valamint a szubmikronos szemcseméretű frakció jelenlétét, illetve arányát.

Köszönetnyilvánítás

A Szerző ezúton mond köszönetet a COLAS-cégcsoportnak, Puchard Zoltán és Cseh Zoltán igazgató uraknak a vizsgálati anyagok rendelkezésre bocsátásáért, valamint Dr. Gömze A. László tanszékvezető egyetemi docensnek a szakmai segítségért.

Irodalomjegyzék

- [1] Nemesdy Ervin: Útpályaszerkezetek; Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] Palotás László: Mérnöki kézikönyv IV. kötet; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [3] Magyar Útügyi Társaság Munkabizottsága: Útépitési aszfaltkeverékek és út-pályaszerkezeti aszfalttrétegek; Budapest, 2001.
- [4] L.B. Gezencvej: Aszfaltbeton útburkolatok; Közdk, 1964.
- [5] Skovrankó Ernő: Aszfalt technológiai alapismeretek; Kézirat, Bau-Teszt Kft. Miskolc (2002.11.11.)
- [6] Dr. Gömze A. László – Kovács Ákos: Aszfaltkeverékek reológiai tulajdonságainak vizsgálata; Építőanyag 57. évf. 2005. 2. szám
- [7] Dr. Gömze A. László – Kovács Ákos: Investigation of rheological properties of asphalt mixtures; MicroCAD 2005.
- [8] Dr. Gömze A. László – Puskás Nikolett – Paróczai Csilla – Kovács Ákos: COLAS-ÉSZAKKŐ Bányászati Kft. sajátfillereinek hidrofíli és hidrofób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvívő képességének meghatározása, Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2005.
- [9] Dr. Gömze A. László és mások: COLAS-ÉSZAKKŐ Bányászati Kft. sajátfillereinek hidrofíli és hidrofób vizsgálata-ásványi anyagok olajfelvívő képességének meghatározása, Kutatási zárójelentés, Miskolc, 2006.
- [10] Dr. Gömze A. László – Géber Róbert: Investigation of hydrophile and hydrophobe properties of andesite and limestone fillers used in asphalt-mixtures, MicroCAD 2007. (Section: Material science and material processing technology)
- [11] Magyar Útügyi Társaság: Tervezési útmutató 14. Budapest, 2005. 43. oldal
- [12] MSZ EN 13009:2000: Építési anyagok duzzadása