

VIBRÁCIÓS ASZFALTÚTÉPÍTŐ FINISEREK TÖMÖRÍTŐ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

MÁTÉ György

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar
Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszék

A forgalom sűrűségének növekedése, a nagyobb kerék- és tengelyterhelések fokozottabb követelményeket támasztanak az utak teherbírása és felületük minőségének tekintetében. Az útburkolatok tömörítési problémája ezért egyre inkább fontosabbá válik. Az útépítésben az aszfaltbeton vibrációs bedolgozása egyre szélesebb körben terjed.

A Budapesti Műszaki Egyetem Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszéke az Útépítési Tanszékkel közösen a Betonútépítő és az Aszfaltútépítő Vállalat megbízásából több éven át vizsgálta aszfaltútépítő finiserek tömörítő hatását. A kutatási munkának két főiránya volt.

Egyik főirány a beépítőgépek alkalmazástechnológiájával foglalkozott. A másik főirány műszaki alap kutatás jellegű volt. A cikk keretében a fenti kutatások lényegesebb kísérleteit és azok eredményeit kívánjuk röviden összefoglalni.

Aszfaltbeton rétegek beépítésénél az aszfaltfiniser változó szerepe

A jó minőségű aszfaltrétegek előállításához az alábbi feladatok kifogástalan elvégzése szükséges:

1. Az aszfaltkeverék előállításának, szállításának, beépítésének megtervezése műszaki-gazdasági szempontok alapján.
2. A tervezett összetételű aszfalt jó minőségű megkeverése.
3. Az aszfaltkeverék helyszínre szállítása minőségromlás nélkül.
4. A helyszínre szállított aszfaltbeton egyenletes és kifogástalan bedolgozása.

Amennyiben a felsorolt négy legfontosabb technológiai művelet bármelyikét is nem végezzük el kifogástalanul, úgy az útburkolat minősége nem lesz megfelelő, és azt a későbbiek során már nem áll módunkban kijavítani. Úgy tűnik, hogy napjainkban a keverék megtervezéséhez és előállításához szükséges szellemi és technikai adottságokat megteremtettük. Nem mondhatjuk ezt el az aszfalt bedolgozásáról.

Tudjuk, hogy a beépített aszfaltréteg tömörsége négy fő tényező függvénye:

- az aszfaltkeverék tömöríthetősége
- a keverék beépítési hőmérséklete
- a tömörítési munka mennyisége
- a tömörítő eszköz műszaki paraméterei

A kutatási munka keretében lefolytatott vizsgálatok eredményeként olyan műszaki előírás kidolgozását kívántuk elősegíteni, melynek alapján ismert anyag bedolgozása esetén megválaszthatók az alkalmazott aszfalt-útépítő finiser vibrációs és egyéb technológiai paraméterei a kívánt műszaki-gazdasági eredmények elérése érdekében.

Az aszfaltfiniser és a beépítésre kerülő anyag kölcsönhatásának elméleti és gyakorlati kérdései

A vibrálás a legáltalánosabban alkalmazott tömörítési módszer. Lényege az, hogy a keveréket gyors mechanikai rezgésimpulzusok érik. Ezek hatására az aszfaltbeton anyag közismerten nagy belső súrlódása átmenetileg jelentéketlenül lecsökken. A gravitáció egyidejű hatására az aszfaltbeton anyag az ún. nehéz folyadék tulajdonságait mutatja. A keverékben levő levegő intenzíven távozik, s eközben a hézagterfogat csökken. Az anyag sűrűsége, ill. tömörsége megnövekszik. A vibrációs tömörítési munka — egy bizonyos határig — a vibrációs idő meghosszabbításával növelhető. Az elterített aszfaltburkolat jó tömörítéséhez tehát az szükséges, hogy a gép haladásakor elegendő hosszú időn keresztül fejtsen ki vibrációs tömörítő hatását az alatta elmaradó anyagra.

Az aszfaltburkolat tömörítéséhez szükséges vibrációs időtartam meghatározásához mindenképp ismernünk kell a gerjesztő vibrátorok által rezgésbe hozott vibrációs lap alatt rezgő anyagszemcsékből kiinduló rezgések csillapításának a jellegét. Ezen jellemző meghatározására felhasználjuk V. V. Galicin akadémikus [1] azon elméletét, amely szerint a vibrációs energia úgy terjed a tömörítendő anyagokban, hogy a rezgés útamplitúdója exponenciális függvényvel arányosan csökken a távolság növekedésével, frekvenciája pedig gyakorlatilag állandó marad.

Kiindulva abból a feltételezésből, hogy a vibrációs gerenda aszfaltbetonnal érintkező felületeivel azonos útamplitúdóval rezegnek az aszfaltbeton 0—2 cm távolságra levő adalékszemcséi és feltételezve, hogy a rezgés sík hullámok formájában terjed, felírhatjuk az alábbi összefüggést:

$$A = A_0 e^{-\frac{\beta}{2} r} \quad (1)$$

- ahol β — az aszfaltkeverék csillapítási tényezője sík hullámok esetén;
 r — a vibrációs gerendától mért távolság;
 A_g — a vibrációs tömörítő gerenda tényleges gerjesztő amplitúdója;
 A — a vibrációs tömörítő gerendától „ r ” távolságban mérhető út-amplitúdó.

Abban az esetben, ha az aszfalt burkolat tömörödését csak egyetlen (függőleges) tengely irányában történő süllyedésképpen feltételezzük, akkor a vibrációs tömörítő lap alatti anyag egységnyi keresztmetszete tömegére vonatkozóan az alábbi összefüggést írhatjuk fel:

$$(h + \Delta h)\rho_1 = h\rho_t \text{ [kg]} \quad (2)$$

- ahol h — a tömörítendő aszfalt tervezett rétegvastagsága;
 Δh — a túltöltés vastagsága;
 ρ_1 — a laza aszfalt sűrűsége;
 ρ_t — a tömör aszfalt sűrűsége.

A megkevert aszfalt anyag tömörítési tényezője.

$$K = \frac{\rho_t}{\rho_1} > 1 \quad (3)$$

akkor

$$\Delta h = h(K - 1) \quad (4)$$

Tekintettel arra, hogy a nagy belső súrlódású bitumenes aszfalt hasonló tulajdonságú nagy konzisztenciájú anyag, mint a földnedves beton, ezért a következőkben felhasználjuk M. I. Esztrin elméletét [2]. Ezek szerint jó közelítéssel igaz, hogy vibrációs tömörítéskor az anyagi pontok rendszerének (vagy másképpen fogalmazva az elemi aszfalt oszlopnak) kinetikai energia növekedése egyenlő valamennyi, az anyagra ható külső erő által végzett munkával. Tapasztalati tény, hogy a tömörödés sebessége elsősorban függ a szemcsék közötti távolságtól.

A fenti megfontolás alapján tehát felírhatjuk az alábbi összefüggést:

$$\frac{m_a v^2}{2} - \frac{m_a v_0^2}{2} = W_t + W_s \quad (5)$$

- ahol m_a — a vibrációs tömörítő lap alatt elhelyezkedő aszfalt tömege;
 v — az aszfaltoszlop adalékszemcséjének a sebessége a tömörítés végén;
 v_0 — az aszfaltoszlop adalékszemcséjének a sebessége a tömörítés elején ($v_0 = 0$)
 W_t — a vibrációs tömörítőlap által végzett tömörítési munka;
 W_s — az aszfaltoszlop szemcséinek a súlya által végzett munka.

Az egyenlet első tagját meghatározzuk a következő szerint:

$$v = \sqrt{2g\Delta h} = \sqrt{2gh(K-1)} \quad (6)$$

$$m_a = K \varrho_1 \cdot b \cdot L \cdot h \quad (7)$$

ahol b — a vibrációs tömörítő lap szélessége;

L — a vibrációs tömörítőlap hosszúsága.

Tehát

$$\frac{m_a v^2}{2} = K \varrho_1 g b L h^2 (K-1) \quad (8)$$

A következőkben meghatározzuk az (5) egyenletben szereplő W_t tömörítési munkát.

Az aszfalt anyag vibrációs tömörítéssel szembeni ellenállását az alábbi egyenletből határozhatjuk meg.

$$R\Delta h = P_i \cdot t_v \quad (9)$$

továbbá

$$Rh(K-1) = P_i t_v \quad (10)$$

ahol R — az aszfalt ellenállása;

P_i — a tömörítés teljesítménye;

t_v — a vibrálás időtartama.

A tömörítés teljesítménye a következő (11) összefüggés alapján határozható meg:

$$P_i = \frac{F_0 A_g^2 e^{-\beta h} \omega^2}{2} \quad (11)$$

itt F_0 — a rezgő aszfaltanyag ellenállási tényezője [N s/cm]

A $\Delta h = \frac{K}{\beta}$ többletmagasság megszüntetéséhez szükséges munkát az alábbi integrállal határozhatjuk meg:

$$W_t = \int_h^{h+\frac{K}{\beta}} R \cdot dh \quad (12)$$

Felhasználva a fenti összefüggéseket, valamint az aszfaltanyag ellenállási tényezőjének a fajlagos értékét az alábbi összefüggést kapjuk.

$$W_t = \int_h^{h+\frac{K}{\beta}} \frac{f_0 b L A_g^2 \omega^2 t_v e^{-\beta h} dh}{2h(K-1)} \quad (13)$$

Az integrált megoldva az alábbi képletet kapjuk

$$W_t = \frac{f_0 b L \alpha_0 A_g^2 \omega^2 e^{-\beta h} (1 - e^{-K})}{2(K - 1)\beta} \quad (14)$$

ahol α_0 — az egységnyi vastagságú aszfaltanyag tömörítéséhez szükséges vibrációs időtartam.

$$\left(\alpha_0 = \frac{t_v}{h} \right)$$

Rendezzük át az (5) képletet és a (14) képlet segítségével az összefüggést $A_g \omega$ -ra kifejezve megkapjuk

$$W_t = \frac{m_a v^2}{2} - W_s \quad (15)$$

$$A_g \omega = \sqrt{\frac{Q_1 g \beta h^2 K (K - 1)^2 e^{\beta h}}{\alpha_0 f_0 (1 - e^{-K})}} \quad (16)$$

Szorozzuk be a baloldalt t_v -vel, a jobboldalt pedig $t_v = \alpha_0 h$ -val

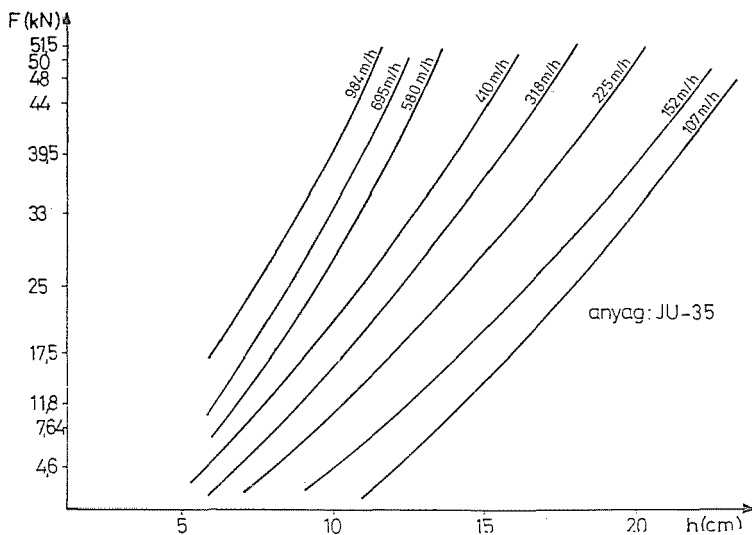
$$A_g \omega t_v = \sqrt{\frac{\alpha_0 Q_1 g K \beta}{f_0 (1 - e^{-K})}} (K - 1) h e^{\frac{\beta}{2} h} \quad (17)$$

A (17) kifejezést t_v -re megoldva és felhasználva a mérésekkel meghatározott összetartozó A_g és ω értékeket kiszámítjuk a különböző rétegvastagságok tömörítéséhez szükséges vibrációs időt.

Az elterített aszfaltburkolat jó tömörítéséhez az szükséges, hogy a gép haladásakor elegendő időn keresztül fejtse ki vibrációs tömörítő hatását az alatta elmaradó anyagra. Ezen megfontolásból kiindulva és a szükséges vibrációs idő, valamint a vibrációs palló szélességi méretének (b) az ismeretében meghatároztuk a különböző terítési vastagságok és vibrátor rezgésszámoktól (ill. gerjesztőerő) függően a gép haladási sebességeit.

A számítások eredményeit feldolgozva ún. üzemeltetési nomogramokat készítettünk a különböző aszfaltanyagok vibrációs betömörítésére. Az 1. ábrán példaképpen egy olyan nomogramot mutatunk be, amely JU-35-ös anyag MARINI finiszerrel való betömörítésére vonatkozik.

Itt az abszcisszán a terített aszfalt rétegvastagsága, az ordinátán pedig a vibro palló gerjesztő ereje, a görbéken pedig a finiser haladási sebességei vannak feltüntetve. Bármely két érték ismeretében megválasztható a harmadik érték.



I. ábra. Nomogramm a Marini finiser optimális üzeméhez

A korszerű aszfaltfiniserek tömörítőképességének összefoglaló értékelése

A két irányú kísérleti mérések sorozata, valamint az elméleti kutatás alapján a finiserek üzemeltetésével kapcsolatban az alábbi összefoglaló megállapításokat tesszük:

1. Az elméleti levezetések és kísérleti mérések eredményei összhangban vannak és bizonyos hézagosságuk ellenére is egymást jól kiegészítik.
2. A tömörítő palló rezgési amplitúdóinak és a hozzájuk tartozó tömörségi értékeknek az összehasonlító vizsgálata alapján megállapítható, hogy a tömörség a gerjesztő amplitúdó jellege szerint változik.
3. A finiser munkasebessége, a terítési vastagság és a gerjesztőerő összehangolt megválasztása adja az útburkolat lehetséges maximális tömörségét. Ezért javasoljuk valamennyi anyagra és aszfaltfiniserre az általunk kidolgozott módszerrel nomogramok készítését.

Irodalom

1. Goldstein, B. G.—Petrunkin L. P.: Glubinnie vibratori dlja uplotnenyia betona. Masinosztroennie Moszkva 1966
2. Esztrin, M. I.: Masini dlja sztroit'elsztva betonnich pokritij. Masinosztroennie Leningrad 1970
3. Máté, Gy.: Építőgépek tervezési alapjai, BME Továbbképző Intézet Közl. 118. Budapest, 1975.
4. Zubanov, M. P.: Beton és talajtömörítő vibrációs gépek Masinosztroennie Moszkva—Leningrad 1964.

Dr. Máté György egy. docens, a műszaki tudományok kandidátusa