

## STUDIUL UTILIZĂRII A SPUMEI DE BITUM PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA MIXTURILOR ASFALTICE

Anatolie CADOCINICOV<sup>1</sup>

Dorin ONICĂ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Urbanism și Arhitectură,  
Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Urbanism și Arhitectură,  
Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor, masterand

**Rezumat.** Bitumul în stare de spumă (o stare tranzitorie a bitumului cu vâscozitate scăzută) se introduce pentru malaxare cu agregatele aflate la temperatura și umiditatea ambiantă. Prin utilizarea unei presiuni mai mari în camera de injecție se obțin temperaturi mai scăzute ale bitumului spumat, procesul de spumare fiind un proces endoterm dependent de viteza de vaporizare. Astfel, temperatura amestecului reciclat, imediat după malaxarea cu bitumul spumat, se corelează implicit cu parametrii de injecție, proces care poate fi favorabil în cazul lucrului la temperaturi ambiante scăzute (10°C – 15°C), în cazul în care se fac lucrări cu presiuni inferioare.

**Cuvinte cheie:** Spuma de bitum, mixturi asfaltice moderne, half-warm mixture, asphalt paving.

Tehnologia de bază pentru construcția și întreținerea structurilor rutiere constă în utilizarea mixturilor bituminoase.

Una din posibile direcții de dezvoltare este utilizarea bitumului spumat. Deși tehnologia nu este de dată recentă, în ultimii ani se observa o evoluție spectaculoasă a acesteia prin considerarea ei ca o tehnologie de tipul „half-warm mixture”. Conform European Asphalt Paving Association (EAPA) o clasificare a mixturilor asfaltice se poate face funcție de temperatura agregatelor de la fabricație. Alegerea procesului tehnologic de preparare, alimentare cu mixerul și introducerea bitumului în acesta în stare spumată depinde în mare măsură de metoda de spumare.

În țările occidentale, bitumele spumoase în construcția drumurilor au început să fie utilizate în anii 30, ceea ce s-a datorat creșterii prețurilor la amestecurile de asfalt fierbinte și nevoia de a căuta materiale și metode mai puțin costisitoare pentru producerea lor.

Pentru prima dată în practica străină la Universitatea de Stat din Iowa (SUA), s-a propus amestecarea materialelor minerale reci cu spumă de bitum și s-au dezvoltat mai multe proiecte care pun în aplicare această idee. Spumarea bitumului a fost efectuată cu abur. Din cauza lipsei de experiență în prepararea bitumului spumat, precum și a deficiențelor tehnologiei de producție, calitatea amestecurilor de asfalt a fost nesatisfăcătoare, iar straturile de pavaj din acestea au avut o durată de viață scurtă.

O analiză a experienței utilizării bitumului spumos în construcția drumurilor din Australia a arătat că, la început, bitumul a fost spumat și cu abur, care a fost furnizat dintr-o duză specială. La spumare, suprafața specifică a crescut semnificativ și vâscozitatea bitumului a scăzut și s-a obținut o bună acoperire umedă a suprafețelor minerale. Dezavantajul acestei tehnologii a fost că nu oferă bitum proprietăților constante.

Compania „Mobil Oil Australia Ltd” (Australia) a dezvoltat o metodă de spumare prin introducerea apei reci în fluxul de bitum fierbinte și un dispozitiv pentru implementarea sa. Ca rezultat al interacțiunii cu apa, bitumul a fost spumat și a fost pulverizat dintr-un recipient special prin duze. Debitul bitumului a fost constant, iar debitul de apă a fost reglat folosind o supapă de

închidere. Cel mai mare efect a fost obținut atunci când 1-2% din greutatea bitumului a fost introdusă în bitum. Gradul de spumare a fost de 10-15, iar stabilitatea spumei - 2-3 minute.

Avantajele acestei tehnologii sunt costurile de capital reduse și eliminarea utilizării generatoarelor de abur. Bitumul spumat a fost utilizat pentru prelucrarea materialelor minerale (în principal a solurilor).

Utilizarea bitumului spumat pentru execuția straturilor din structură rutieră datează încă din 1956, fiind elaborată în SUA de către Ladis Csanyi - US Patent 2917395/1959. Aplicabilitatea relativ restrânsă pe plan mondial a soluției tehnologice poate fi atribuită și datorită faptului ca până în anii '90 a fost obiectul unei licențe deținute de grupului Mobil Oil. În plus, tehnologia presupune ca procesul de fabricație să necesite un control riguros al anumitor parametrii, în corelație cu materialele utilizate și condițiile de mediul ambiant. Se mai remarcă că tehnologia permite atât fabricarea mixturilor bituminoase, dar poate fi folosită și la stabilizarea solurilor necoezive.

Mixtura cu spumă de bitum poate fi încadrată în categoria mixturilor bituminoase, fiind un amestec de agregate și bitum, iar din punct de vedere al temperaturilor de fabricație ca un tip de mixtură de temperatură intermediară (half-warm mix). Se va prezenta detaliat în această lucrare că liantul mixturii este dat de masticul format din bitumul ce înglobează partea fină din granulozitatea mixturii. Procedul de fabricație constă în pulverizarea bitumului sub formă de spumă în timpul malaxării agregatelor, „la rece” și pentru o umiditate dată.

Pe scurt, procedul de fabricație a mixturii cu bitum spumat se rezuma în următoarele etape:

- Omogenizarea amestecului de agregate și parte fină și umezirea amestecului, la o umiditate ce poate fi aproximată pornind de la valoarea optimă de compactare dat de încercarea Proctor, minus 2 puncte procentuale.
- În timp ce malaxarea continuă, este injectată spumă de bitum direct în malaxor. Conținutul de bitum poate varia între 2,5 – 4% din masa de agregate. Clasa granulară a agregatelor poate merge până la 25 mm, cu un conținut de fine între 5 și 15 % din masa totală. Spumă se obține prin injecția unei cantități mici de apă într-o masă de bitum fierbinte, în jurul la 180°C. Spumarea bitumului se produce la ieșirea din camera de injecție unde bitumul expandează datorită vaporizării rapide a apei dispersate în bitumul din camera de injecție. Apa injectată în bitum reprezintă doar câteva procente și în condiții optime de formare a spumei, aceasta se vaporizează complet.
- Producerea mixturii se poate face atât în regim discontinuu, dar și în regim continuu. În cazul producerii în regim discontinuu, malaxarea se menține și după întreruperea injecției de spumă, până la omogenizare.

Tehnologia bitumului spumat poate fi aplicată atât pentru producerea mixturii în stații fixe, dar și pentru reciclări în situ. Un alt avantaj al tehnologiei constă în faptul că poate folosi o varietate mare de agregate și amestecuri granulare. Spre deosebire de mixturile la cald nu se pun probleme de anrobare a agregatelor sau de aciditate ca în cazul mixturilor cu emulsii bituminoase. Astfel, se pot folosi pentru reciclare o gama foarte variată de deșeuri de beton sau mixtură, condiția suficientă fiind încadrarea în domeniul de granulozitate optim.

Producerea mixturii se poate face și în stații fixe relativ simple. Astfel, un exemplu de fabricație al mixturii cu bitum spumat constă în utilizarea unei stații de betoane, cu modificări minore. După fabricare, mixtura este transportată în camioane acoperite pentru a nu se pierde umiditatea amestecului. Mixtura este pusă în operă cu o trusă de așternere și compactare similară cu a mixturilor asfaltice la cald (grinda finisoare, compactoare lise cu vibrație și pe pneuri). La punerea în opera nu avem probleme legate de lucrabilitatea mixturii. Spre deosebire de mixturile bituminoase la cald, stratul executat nu poate fi supus traficului greu imediat după execuție și nici acoperit cu straturile superioare din structura rutiera respectiva. Această mixtură necesita un proces de maturare prin care se pierde umiditatea amestecului. Cu toate acestea, pentru traficul ușor drumul poate fi deschis imediat.

Parametrii ce caracterizează spumarea sunt:

- rata de expansiune maxima (ERm), ca raport între volumul maxim atins în stare spumată și volumul în stare nespumată a bitumului
- timpul de înjumătățire ( $t_{1/2}$ ), dat prin considerarea intervalului de timp la care volumul spumei de bitum scade la jumătate.

Spumarea este influențată de diverși factori, și anume:

- temperatura bitumului - caracteristicile spumei sunt îmbunătățite la temperaturi mai ridicate;
- presiunea din camera de injecție - o presiune mai redusă scade valoarea expansiunii, dar poate crește timpul de înjumătățire;
- cantitatea de apă injectată în cameră- în general expansiunea crește o dată cu creșterea cantității de apă adăugată pentru spumare, însă timpul de înjumătățire se reduce. Optimumul se obține când se injectează cantitatea maximă de apă și aceasta se vaporizează integral în procesul de spumare.

Pana în prezent, tehnologia a fost susținută îndeosebi de producătorii de echipamente de reciclare cu bitum spumat. Studiul prezentat referitor la parametrii de malaxare arată că nicidecum „calitatea” spumei este un element predominant în obținerea unor performanțe superioare pentru mixtura fabricată. Astfel, renunțarea la echipamente de injecție sofisticate și scumpe poate conduce la dezvoltarea și „ieftinirea” în continuarea a tehnologiei.

Analizând meso-structura mixturii cu bitum spumat se identifică clar că distribuția fină și omogenă în masa mixturii a liantului format din masticul bituminos este cheia obținerii unei mixturi cu performanțe superioare.



Figura 1. Producerea spumei de bitum

Un bitum spumat corespunzător se caracterizează printr-o expansiune maximă de circa 10-20 ori și un timp de înjumătățire cuprins în intervalul 8-15 secunde.

În principiu procedura pentru optimizarea spumei este următoarea:

1. Stabilirea parametrilor de funcționare ai camerei de injecție (debite, presiuni, temperaturi);
2. Stabilirea timpului de pulverizare (de regulă 5s);
3. Măsurarea caracteristicilor bitumului spumat la procente de apă de raport de la 2% până la 6 % din masa de bitum (în etape de cca.1%, pentru conținutul de apă de proces, pentru a obține o valoare medie acceptabilă și a se elimina eventuale valori cu abatere extremă de la medie). În acest sens se introduc prin injecție (cca. 500 g) de bitum spumat într-o găleată metalică (cca. 20 l). Expansiunea se măsoară cu o riglă gradată de măsură, care este calibrată pentru diametrul găleții și cele 500 g de bitum spumat. Cu un cronometru se măsoară în secunde timpul în care volumul spumei se reduce la jumătate din volumul său maxim. Pot fi folosite și sisteme complexe de măsurare a caracteristicilor spumei de tipul telemetriei sau analizei computerizate de imagine.

Ca urmare a studiului putem concluziona ca bitum spumant prezintă încă un mare potențial de dezvoltare. Aplicând această tehnologie se pot obține reale beneficii financiare și de impact asupra mediului și al dezvoltării durabile, îndeosebi datorită faptului că se pretează la utilizarea materialelor reciclate.

Pana în prezent, tehnologia a fost susținută îndeosebi de producătorii de echipamente de reciclare cu bitum spumat. Studiul prezentat referitor la parametrii de malaxare arată că nicidecum „calitatea” spumei este un element predominant în obținerea unor performanțe superioare pentru mixtura fabricată. Astfel, renunțarea la echipamente de injecție sofisticate și scumpe poate conduce la dezvoltarea și „ieftinirea” în continuarea a tehnologiei.

**Conducător:** Conf.univ.dr.ing. Anatolie CADOCINICOV

### Referințe

1. K.J. Jenkins, JLA de Groot\*\*, MFC van de Ven, A Molenaar, „Half-Warm Foamed Bitumen Treatment, a New Process”, 7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 1999, pp. 126-128.
2. O. Moen, “Asphalt production at lower operating temperatures as an environmental friendly alternative to HMA”, APC - Environmental Innovation in Asphalt - Kolo Veidekke. pp. 58-61.
3. M. Corrigan, „Warm Mix Asphalt technology”, AASHTO Standing Committee on Highways technical Meeting, Nashvill, 2005. pp. 101-102.
4. B. S. Morton, A.T. Visser, E. Horak, „Foamed Tar Technology: An Innovation In Pavement Stabilization”, The 2002 Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, 2002, pp. 72-78.
5. P.J. Ruckel, L Kole, F Abel, R. Zator, J.W. Button, J. Epps, “Foamix Asphalt Advances”, Asphalt Pavement Construction: New Materials and Techniques, Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials (ASTM STP; 724), pp. 95-96.
6. P.J. Ruckel, S.M. Acott, Bowering, “Foamed-asphalt paving mixtures: preparation of design mixes and treatment of test specimens”, Asphalt materials, mixtures, construction, moisture effects and sulfur. Washington, DC: Transportation Research Board. (Transportation Research Record; 911), 1982. pp. 113-118.
7. K. M. Muthen, „Foamed Asphalt Mixes - Mix Design Procedure”, Contract Report CR-98/077 - SABITA Ltd & CSIR Transportek, 1998, pp. 14-15.