



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

# **METODE DE DETERMINARE A ADEZIVITĂȚII BITUMURILOR RUTIERE**

**Student:**

**Grigorii Bîrca**

**Conducător:**

**conf. univ. dr. Daniel Lepadatu**

**Chișinău – 2023**

## Rezumat

Creșterea intensității traficului rutier și a sarcinii pe osie a dus la solicitarea puternică a îmbrăcămintei drumurilor de către acțiunile tangențiale la contactul dintre roata și cale. Aceste acțiuni, prin mărirea și schimbarea lor de sens, conduc la îndepărtarea din stratul de uzură a materialelor încleștate numai prin cilindrare. Traficul modern, caracterizat prin viteze ridicate de circulație și sarcini sporite pe roata, necesită pentru desfășurarea sa, în condiții de confort și siguranță, sisteme rutiere rezistente. Pentru creșterea rezistenței sistemului rutier nerigid, se impune îmbunătățirea calității liantului (bitumului) rutier.

Adezivitatea este cea mai importantă caracteristică a lianților. Ea reprezintă proprietatea lianților de a adera la suprafața agregatelor și de a lipi granulele între ele.

Adezivitatea liantului este eficientă dacă se realizează pe orice fel de rocă și se menține în prezența apei. Bitumul are afinitate față de materialele hidrofobe cu reacție bazică, cum sunt cele care provin din calcare și bazalt. În schimb, în cazul materialelor hidrofobe, cu reacție acidă, cum sunt cele silicioase, rămâne un strat de apă adsorbită care nu poate fi deplasat de liant sau care înlesnește ulterior separarea liantului de pe agregate. Adezivitatea lianților bituminoși poate fi îmbunătățită prin adaosuri de substanțe tensioactive sau polimeri. Totuși, sub influența apei, fenomenul de dezanrobare poate apărea mai târziu, datorită faptului că agregatele au o atracție mai mare pentru apă decât pentru bitum. Adeziunea pasivă poate fi protejată prin adăugarea unei mici cantități de aditiv. Aditivii sunt produse tensioactive, cu o compoziție și o structură specifică polar-apolară fiind alcătuiți dintr-o grupare liofilă, care se fixează în bitum, și o grupare hidrofila, care se fixează la suprafața agregatului natural.

Îmbunătățirea aderenței bitumului rutier a devenit o practică obișnuită în țara noastră, mai ales atunci când agregatele folosite sunt acide (silice) sau când se folosesc agregate de râu. Aderența dintre bitum și agregatele naturale este un factor determinant pentru durata de viață a straturilor rutiere.

De foarte multe ori, cauza defectelor de pe drum suprafeței drumului poate fi atribuită aderenței inadecvate dintre bitum și agregatele naturale. Determinarea puterii de acoperire a bitumului pe agregate în laborator se poate face vizual. Ochiul subiectiv al operatorului, unghiul de observare, iluminarea, natura și culoarea agregatelor sunt toți factori care pot influența rezultatul. În plus față de metodele tradiționale utilizate pentru determinarea aderenței bitumului pe agregate, o nouă, metodă nedistructivă, dar nereglementată, a fost introdusă, analiza de imagine asistată de calculator. Calculatorul de imagine asistată de calculator evaluează și cuantifică destul de obiectiv puterea de acoperire a bitumului pe agregate, eliminând orice influență exterioară. Este o metodă simplă de utilizat, iterativă și reproductibilă.

## Summary

The increase in road traffic intensity and axle load has led to strong stress on the road surface by tangential actions at wheel-track contact. These actions, by their magnitude and change in direction, lead to the removal from the wearing course of materials locked only by rolling. Modern traffic, characterised by high traffic speeds and increased wheel loads, requires robust road systems to operate comfortably and safely. In order to increase the resistance of the non-rigid road system, the quality of the road binder (bitumen) must be improved.

Adhesiveness is the most important characteristic of binders. It is the property of binders to adhere to the surface of aggregates and to bond the granules together.

Binder tackiness is effective if it is achieved on any kind of rock and maintained in the presence of water. Bitumen has an affinity for hydrophobic materials with a basic reaction, such as those derived from limestone and basalt. In contrast, in the case of hydrophobic, acid-reacting materials such as siliceous materials, a layer of adsorbed water remains which cannot be displaced by the binder or which subsequently facilitates separation of the binder from the aggregate. The tackiness of bituminous binders can be improved by the addition of surfactants or polymers. However, under the influence of water, debonding may occur later, due to the fact that aggregates have a greater attraction to water than to bitumen. Passive adhesion can be protected by adding a small amount of additive. Additives are surface-active products, with a specific polar-apolar composition and structure consisting of a lyophilic group, which binds in the bitumen, and a hydrophilic group, which binds to the surface of the natural aggregate.

Improving the adhesion of road bitumen has become a common practice in our country, especially when the aggregates used are acidic (silica) or when river aggregates are used. The adhesion between bitumen and natural aggregates is a determining factor for the service life of road pavements.

Very often, the cause of road surface defects can be attributed to inadequate adhesion between bitumen and natural aggregates. Determination of bitumen coating strength on aggregates in the laboratory can be done visually. The subjective eye of the operator, angle of observation, lighting, nature and colour of the aggregates are all factors that can influence the result. In addition to the traditional methods used to determine bitumen adhesion to aggregates, a new, non-destructive but unregulated method has been introduced, computer-aided image analysis. Computer-aided image analysis evaluates and quantifies the bitumen coating strength on aggregates quite objectively, eliminating any external influence. It is a simple to use, iterative method.

# Cuprins

INTRODUCERE.....	7
Scopul și obiectivele tezei de master.....	8
CAPITOLUL I STADIUL ACTUAL AL TEMEI DE CERCETARE.....	9
1.1. Considerații generale.....	9
1.2. Proprietăți de bază.....	9
1.2.1. Penetrația la 25°C .....	9
1.2.2. Punctul de înmuiere .....	11
1.2.3. Punct de rupere .....	13
1.2.4. Punct de inflamabilitate .....	14
1.2.5. Punct de inflamabilitate .....	15
1.2.6. Indicele de penetrație Ip.....	16
1.2.7. Densitatea.....	17
1.2.8. Îmbătrânirea tehnologică RTFOT .....	17
1.2.9. Proprietăți adiționale - Revenirea elastică .....	19
1.2.10. Proprietăți adiționale - Rezistența la tracțiune .....	20
CAPITOLUL II PREZENTAREA GENERALĂ .....	23
2.1. Generalități.....	23
2.2. Lianții bituminoși.....	27
2.3. Caracteristicile lianților bituminoși.....	28
2.3.1. Caracteristici în legătură cu consistența.....	29
2.3.2. Caracteristici în legătură cu plasticitatea .....	30
2.3.3. Caracteristici în legătură cu adezivitatea .....	31
2.3.4. Caracteristici în legătură cu întărirea și procesul de îmbătrânire.....	33
CAPITOLUL III STUDIU DE CAZ – DESCRIERE TEMA ABORDATĂ .....	35
3.1. Adezivitatea liantului la agregat .....	35
3.2. Determinarea adezivității .....	38
3.3. Metoda Riedel – Weber .....	38
3.4. Metoda colorimetrică .....	40
3.5. Aprecierea calitativă a adezivității .....	44
3.5.1. Metoda statică pentru determinarea adezivității .....	45
3.5.2. Metoda dinamică pentru determinarea adezivității.....	46
3.6. Metoda de determinare a adezivității cu ajutorul dispozitivului cu placă (Vialit).....	46
CAPITOLUL IV METODE AVANSATE DE ÎMBUNĂTĂȚIRE PROPUSE.....	48

4.1. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale.....	48
4.2. Concluzii.....	50
BIBLIOGRAFIE.....	52

### **Lista figurilor**

Figura 1. Principiul determinării penetrației .....	10
Figura 2. Vedere de ansamblu a aparatului de determinare a penetrației cu proba de bitum amplasată.....	10
Figura 3. Vedere a probei de bitum după efectuarea încercării .....	11
Figura 4. Principiul determinării punctului de înmuiere .....	12
Figura 5. Aparat pentru analizarea punctului de înmuiere cu pahar de laborator din sticlă cu proba de bitum amplasată.....	12
Figura 6. Vedere a probei de bitum cu bilele aplicate pe inele, începerea analizei, finalizarea analizei .....	12
Figura 7. Principiul de efectuare a încercării de determinare a punctului de rupere Fraass, placa cu bitum înainte de îndoire, placa cu bitum după îndoire – momentul apariției fisurilor bitumului .....	13
Figura 8. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea punctului de rupere Fraass cu proba de bitum amplasată, aparat semiautomat, aparat automat .....	13
Figura 9. Vedere a probei de bitum pe placa introdusă în aparatul automat după efectuarea analizei – fisurare vizibilă a stratului de bitum.....	14
Figura 10. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea punctului de inflamabilitate prin metoda creuzetului deschis Cleveland .....	15
Figura 11. Principiul determinării solubilității.....	15
Figura 12. Vedere de ansamblu a instrumentelor pentru determinarea solubilității, vedere a probei de bitum dizolvate, proba de bitum după efectuarea analizei .....	16
Figura 13. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru desfășurarea încercării de îmbătrânire tehnologică RTFOT.....	18
Figura 14. Principiul efectuării încercării de determinare a revenirii elastice .....	19
Figura 15. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea revenirii elastice .....	20
Figura 16. Vedere a probei de bitum modificat în forme înainte de începerea analizei, probele după întindere și tăiere, în timpul revenirii .....	20
Figura 17. Principiul de efectuare a încercării rezistenței la tracțiune – graficul dependenței energiei de deformare.....	21
Figura 18. Vedere a probei de bitum modificat în forme înainte de începerea analizei, probele după întindere și tăiere, în timpul întinderii până la 400 mm .....	22

Figura 19. Cazuri de adezivitate cu suprafață liofilă;.....	37
Figura 20. Cazuri de adezivitate cu suprafață liofobă.....	37
Figura 21. Aparat pentru determinarea adezivității în metoda calorimetrică.....	42
Figura 22. Reprezentarea Aparatul Vialit .....	47

**Lista tabelor**

Tabelul 1. Concentrația soluției de sodă pentru aprecierea gradului de adezivitate .....	39
Tabelul 2. Temperatura bitumului și agregatului natural la amestecare în funcție de tipul bitumului .....	41
Tabelul 3. Metode de determinare a temperaturii .....	45
Tabelul 4. Metoda statică la rece și la cald .....	46

## INTRODUCERE

Principala funcție a bitumului este considerată a fi aceea de a acționa ca un adeziv. Este necesară fie legarea particulelor de agregat, fie asigurarea legăturii dintre particule și suprafața existentă. Deși incidența ruperii premature atribuite adezivității este relativ rară, ruperile pot implica cheltuieli substanțiale în momentul în care apar.

Necesitatea asigurării unei legături între agregat și bitum este foarte importantă. Natura mineralogică a agregatului este, de asemenea, foarte importantă deoarece bitumul „preferă” agregatele bazice. Însă, în practică, cele mai multe agregate folosite pentru prepararea mixturii asfaltice la cald (sau la rece) sunt acide. Pentru specialiști, găsirea soluțiilor optime pentru creșterea gradului de acoperire a bitumului reprezintă o problemă continuă.

Bitumul este un fluid natural sau artificial de consistență semisolidă, de culoare închisă, variind de la maro la negru, format din amestecuri complexe de substanțe organice cu structură coloidală. Bitumul este alcătuit dintr-o mare varietate de hidrocarburi cu punct de fierbere ridicat, cu lanțuri drepte sau ramificate, cu inele saturate și aromatice cu un număr de unu până la șase inele fuzionate, și un interval molecular larg. De asemenea, sunt încorporate cantități mici de azot și oxigen ca heterotermini în structurile inelare ca grupe funcționale. [8, 9]

Proprietățile bitumului ca sistem de dispersie depind de compoziția chimică a dispersiei mediului și a fazei dispersate și, de asemenea, compoziția chimică este caracterizată de diversitatea structurilor moleculare care au o influență considerabilă asupra proprietăților materialului. [9, 11]

Principala funcție a bitumului este aceea de a acționa ca un adeziv, aderența sa adecvată la mineralul agregatului mineral este esențială pentru dobândirea unui amestec asfaltic de bună calitate.

Este extrem de important să se asigure că aderența dintre agregat și bitum, de unde și dopajul din ce în ce mai frecvent al bitumului, care este adăugarea unor cantități mici de aditivi (0,1 - 0,5%) în masa de bitum. Deși procentul de aditiv este mic, determinările de laborator arată că valoarea aderenței crește substanțial după dopaj.

Studiul legăturii dintre agregate și bitum este necesar pentru a crește durata de viață a drumurilor, evidențiind importanța mineralogiei agregatelor și, de asemenea, importanța forței măsurate la interfața dintre bitum și agregate. [9, 12]

Adezivitatea este caracteristica bitumului și a derivaților săi de a adera la suprafața agregatelor și la același timp de a asigura aderența între agregate. Adezivitatea sau aderența este eficientă dacă este prezentă pe orice tip de rocă și se păstrează în prezența apei.

Aderența dintre agregate și bitum este un fenomen de suprafață care depinde de contactul dintre cele două materiale. Agregatele pot fi mai mult sau mai puțin hidrofile, ceea ce înseamnă că

ele pot fi ușor umezite de apă. Cu toate acestea, bitumul este un material hidrofob, deci nu prezintă afinitate pentru apă. Pe altă parte, apa poate deplasa bitumul de pe suprafața agregatului. Acolo unde stratul de bitum este cel mai subțire, s-a dovedit că apa poate pătrunde prin peliculă pentru a ajunge la suprafața agregatului. Această mișcare a apei spre suprafața agregatului poate avea loc în cazul apei sub formă lichidă sau de vapori.

Odată ce procesul a început, este posibil ca apa să se răspândească între suprafața bitumului și agregat pentru a alcătuiască un strat care se desprinde de bitum.

Deteriorarea indusă de umiditate în pavaje din beton asfaltic și poate fi definită ca recrudescența acesteia proprietăților mecanice în prezența apei. O aderență puternică între agregate și bitum - în stare umedă sau uscate- este vitală pentru sensibilitatea la umiditate a mixturii asfaltice [9]



## BIBLIOGRAFIE

- [1] SM EN 12597:2016 Bitum și lianți bituminoși. Terminologie.
- [2] SM EN 1426:2016 Bitum și lianți bituminoși. Determinarea adâncimii de penetrare
- [3] Ghidul bitumurilor, dr. ing. Krzysztof Błażejowski, dr. ing. Jacek Olszacki, master ing. Hubert Peciakowski, 2008; a. [https://www.researchgate.net/profile/Krzysztof-Blazejowski/publication/324517409\\_Ghidul\\_bitumurilor\\_2013/links/5ad1c4890f7e9b285932b3ce/Ghidul-bitumurilor-2013.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Krzysztof-Blazejowski/publication/324517409_Ghidul_bitumurilor_2013/links/5ad1c4890f7e9b285932b3ce/Ghidul-bitumurilor-2013.pdf)
- [4] SM EN 1427:2016 Bitum și lianți bituminoși Determinarea punctului de înmuiere (metoda inel și bilă)
- [5] SM EN 12593:2016 Bitum și lianți bituminoși, Punctul de rupere Frass, pct.7.2.1
- [6] SM STAS 4032-1:2013 Lucrări de drumuri. Terminologie
- [7] NCM D.02.01:2015 Proiectarea drumurilor publice
- [8] Å. L. Lyne, V. Wallqvist and B. Birgisson, Adhesive surface characteristics of bitumen binders investigated by Atomic Force Microscopy - Fuel 113: 248–256 (2013).
- [9] L. Judele, D. Lepadatu, A. Eduard. New method of determining bitumen adhesion to natural aggregates. International Journal of Academic Research Part A; 2014; 6(6), 286-292. DOI: 10.7813/2075-4124.2014/6-6/A.39
- [10] V. Salauyeva, M. Paliukaitėb and M. J. R. Moruno, Influence of bitumen fractional composition on the physical and mechanical properties of cationic emulsion, The 9th International Conference “ENVIRONMENTAL ENGINEERING” 22–23 May, Vilnius, Lithuania, (2014).
- [11] Airey, Adhesion and Moisture Damage Characterisation of Asphalt Mixtures, Seminar University of Granada, (2011) – available at - [http://labic.ugr.es/docs/Adhesion\\_Dec2011\\_Granada.pdf](http://labic.ugr.es/docs/Adhesion_Dec2011_Granada.pdf), August 2014.
- [12] M. Horgnies, E.Darque-Ceretti and H.Fezai, E.Felder, Influence of the interfacial composition on the adhesion between aggregates and bitumen: Investigations by EDX, XPS and peel tests - International Journal of Adhesion & Adhesives, 31: 238–247 (2011).
- [13] Înbrăcăminți rutiere bituminoase,  
[https://www.ct.upt.ro/studenti/cursuri/lucaci/Imbr\\_rutiere\\_bitum.pdf](https://www.ct.upt.ro/studenti/cursuri/lucaci/Imbr_rutiere_bitum.pdf)
- [14] Lianți bituminoși – Cap 03 a. <https://dokumen.tips/documents/297410762-194822609-cap03-bitum.html>
- [15] MIXTURI ASFALTICE CU BITUM ADITIVAT  
<https://pdfslide.net/documents/adezivitatea-liantului-la-agregatp.html?page=1>
- [16] Îmbunătățirea adezivității bitumurilor rutiere - ing. drd. Elena Veronica OAJDEA

(URSACHI) – Facultatea de Construcții Iași, Revista Construcțiilor, martie 2008 a.  
<https://www.revistaconstructiilor.eu/index.php/2008/03/29/imbunatatirea-adezivitatiei-biturilor-rutiere/>