



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Sporirea parametrilor de performanță a lianților  
organici pentru producerea mixturilor asfaltice.**

**Masterand: Alexei Furtuna, gr.DMMC 211M.**

**Conducător: Rusu Ion, prof. univ., dr. hab., DIIT.**

**Chișinău 2023**

## Rezumat

Pornind de la faptul că infrastructura rutieră este supusă acțiunii din ce în ce mai agresive:

- a traficului în continuă creștere ca volum și sarcină pe osie;
- a schimbărilor climatice neprevăzute (perioade toride tot mai lungi, frig intens alternând cu perioade scurte de dezagheț).

Drept consecință se ajunge la:

- sistem rutier afectat de deformații permanente premature;
- suprafață de rulare necorespunzătoare unui trafic în deplină siguranță.

Pentru rezolvarea acestor aspecte s-a pus problema utilizării unor materiale noi, cu performanțe sporite, care să confere un plus de calitate și durabilitate rețelei rutiere, cum ar fi bitumul modificat. În capitolul 2 au fost analizate proprietățile fizico-mecanice ale bitumului: penetrația, punctul de imuiere, ductilitatea, punctul de rupere Fraass, intervalul de plasticitate, indicele de penetrație, revenirea elastică. Cu scopul de a estima compoziția cea mai optimală a bitumului, au fost supuse încercărilor 6 probe de bitum cu diferită concentrație de polimer EVA (**etilen acetat de vinil**), de la 0 până la 5%. A fost stabilit că, cu creșterea concentrației polimerului, unele caracteristici să îmbunătățesc, altele devin mai inferioare. Probele cu concentrația polimerului de 1 și 2 % sunt considerate cele mai reușite din punct de vedere a caracteristicilor fizico-mecanice. Intensitatea sporită a traficului vehiculelor rutier și a factorilor climatici asupra îmbrăcăminților asfaltice reduce capacitatea portantă și durabilitatea acestora. Sporirea capacității

portante a sistemului rutier este posibilă prin modificarea compoziției liantului organic din componența mixturii asfaltice pentru sporirea indicilor de performanță. Bitumului cu conținutul de polimer EVA 1% și 2% satisface condițiile meteorologice. La utilizarea acestui bitum modificat în calitate de liant acesta va prezenta adezivitate sporită față de agregatele naturale utilizate la prepararea mixturii asfaltice. Cea mai bună durabilitate de exploatare o posedă proba cu conținutul polimerului minimal (1 %) din probele studiate. În același timp, punctul de rupere Fraass, indică riscul minimal de fisurare a liantului organic cu 2 % de EVA la temperaturi joase. Analiza indicilor de performanță pentru probele studiate dă posibilitatea de a concluda că trebuie luate în considerație zonele climatice rutiere, caracteristice pentru regiunile republicii noastre. Pentru zona climatică rutieră III ce cuprinde zona nordică și în mare măsură zona centrală a țării se recomandă bitum cu conținut de polimer EVA de 1%, deoarece din considerentul indicelui de penetrație liantul este mai moale și prezintă proprietăți vâscoelastice mai performante, ce corespunde schimbului brusc de temperatură. Pentru zona climatică IV se recomandă bitum cu conținut de polimer EVA de 2%, fiindcă punctul de înmuiere este mai mare, luând în considerație că temperatura medie pe an în zona de sud este mai înaltă. Nu se recomandă utilizarea probelor cu conținutul de EVA 3%, 4% și 5% în mixtura asfaltică, din cauza că indicele de penetrație nu se încadrează în intervalul (-1,5..+0,7) din specificațiile tehnice în vigoare.

## Summary

Starting from the fact that road infrastructure is subject to increasingly aggressive action:

- of the continuously increasing traffic in terms of volume and load on the axle;
- of unforeseen climate changes (longer hot periods, intense cold alternating with short thawing periods).

As a consequence, we arrive at:

- road system affected by premature permanent deformations;
- running surface not suitable for safe traffic.

In order to solve these aspects, the problem of using new materials with increased performance, which would give more quality and durability to the road network, such as modified bitumen, was raised. In chapter 2, the physico-mechanical properties of bitumen were analyzed: penetration, softening point, ductility, Fraass breaking point, plasticity range, penetration index, elastic recovery. In order to estimate the most optimal bitumen composition, 6 bitumen samples with different concentration of EVA (ethylene vinyl acetate) polymer, from 0 to 5%, were tested. It was established that with increasing polymer concentration, some characteristics improve, others become inferior. Samples with a polymer concentration of 1 and 2% are considered the most successful in terms of physical-mechanical characteristics. The increased intensity of road vehicle traffic and climatic factors on asphalt pavements reduces their bearing capacity and durability. Increasing the bearing capacity of the road system is possible by changing the composition of the organic binder in the asphalt mixture to increase the performance indices. Bitumen with 1% and 2% EVA polymer content meets weather conditions. When using this modified bitumen as a binder, it will show increased adhesiveness compared to the natural aggregates used in the preparation of the asphalt mixture. The best operational durability is possessed by the sample with the minimum polymer content (1%) of the studied samples. At the same time, the Fraass breaking point indicates the minimal risk of cracking of the organic binder with 2% EVA at low temperatures. The analysis of the performance indices for the studied samples gives the possibility to conclude that the climatic road zones, characteristic for the regions of our republic, should be taken into consideration. For road climatic zone III, which includes the northern area and to a large extent the central area of the country, bitumen with an EVA polymer content of 1% is recommended, because considering the penetration index, the binder is softer and has better viscoelastic properties, which corresponds to the sudden change of temperatures. Bitumen with 2% EVA polymer content is recommended for climate zone IV, because the softening point is higher, taking into account that the average annual temperature in the southern area is higher. It is not recommended to use samples with 3%, 4% and 5% EVA content in the asphalt mixture, because the penetration index does not fall within the range (-1.5..+0.7) of the current technical specifications.

**Cuvinte-cheie:** Polimer, etilen acetat de vinil, bitum simplu , bitum modificat, EVA, trafic, sistem rutier, siguranță, proprietăți, preparare, mixturi asfaltice.

**Key words:** Polymer, ethylene vinyl acetate, simple bitumen, modified bitumen, EVA.traffic, road system, safety, properties, preparation, asphalt mixture.

# Cuprins

LISTA ABREVIERELOR .....	4
INTRODUCERE .....	5
1. PREZENTARE GENERALĂ A BITUMULUI ȘI A BITUMULUI MODIFICAT CU POLIMER.....	10
1.1 Bitum.....	10
1.1.1 Bitumul simplu.....	12
Compoziția bitumului variază în funcție de: .....	13
1.1.2 Producția de bitumuri rutiere.....	14
1.1.3 Bitumul modificat .....	15
1.1.4 Bitum modificat cu elastomeri .....	16
1.1.5 Bitum modificat cu plastomeri.....	17
1.2 Proprietăți și metode de bază pentru încercarea bitumurilor.....	18
1.2.1 Penetrația la 25°C.....	22
1.2.2 Punctul de înmuiere.....	23
1.2.3 Punct de rupere Fraass.....	25
1.2.4 Rezistența la tracțiune (ductilitatea) .....	26
Proprietate adițională pentru bitumurile modificate cu polimeri: .....	28
1.2.5 Revenirea elastică.....	28
2. PROPRIETĂȚILE FIZICO-MECANICE ALE BITUMULUI .....	30
2.1 Determinarea penetrației (consistența).....	31
2.2 Determinarea punctului de înmuiere (IB) .....	34
2.3 Determinarea ductilității.....	37
2.4 Determinarea punctului de rupere Fraass.....	39
2.5 Determinarea intervalului de plasticitate.....	41
2.6 Determinarea indicelui de penetrație Ip .....	41
2.7 Determinarea revenirii elastice.....	42
3. REZULTATE ALE UTILIZĂRII PRACTICE ALE LIANȚILOR ORGANICI MODIFICAȚI CU ETILEN ACETAT DE VINIL. ....	45
3.1 Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor. ....	45
3.2 Rezultatele punctului de înmuiere a bitumului modificat cu polimerul EVA.....	46
3.3 Ductibilitatea în dependență de concentrația polimerului în bitum. ....	47
Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor. ....	47
3.4 Punctul de rupere Fraass în dependență de concentrația polimerului EVA în bitum. ....	48
3.5 Proprietățile fizico-mecanice ale bitumului cu diferită concentrație a polimerului. ....	49
Concluzii și recomandări .....	51
Referințe bibliografice .....	53
Anexa 1 .....	54
Anexa 2.....	55
Anexa 3.....	56
Anexa 4.....	57
Anexa 5.....	58
Anexa 6.....	59
Anexa 7.....	60

## INTRODUCERE

Infrastructura transporturilor este foarte valoroasă pentru dezvoltarea unei țări. Obiectiv această infrastructură ajută la creșterea economică și, în acest mod, sporește nivelul de viață în țară. Servește la funcționabilitatea serviciilor de bază, care pot îmbunătăți substanțial oportunitățile de dobândire a veniturilor.

La proiectarea drumurilor publice se ia în considerație utilizarea rețelei rutiere, categoria tehnică, funcționabilitatea rațională a terenurilor, protejarea mediului înconjurător, planificarea urbană și de aranjare a teritoriului aprobat potrivit legii, îndeosebi nevoia desfășurării circulației în condiții de securitate și confort.

Republica Moldova este o țară mică și înconjurată de uscat. Condiția de relief pentru proiectarea drumurilor, este reprezentată de aspectul morfologic al reliefului regiunii în care se desfășoară traseul unui drum, care determină viteza de proiectare considerată economică pentru proiectarea elementelor drumului respectiv.

Densitatea rețelei de drumuri actualmente este la nivelul standardelor regionale, situația precară a drumurilor reduce capacitatea de utilizabilitate a funcției lor economice și sociale. În perioada de mai mult de două decenii, au fost realizate puține investiții în drumuri, din acest motiv vulnerabilitatea lor este evidentă direct. Lianții organici bituminoși sunt utilizați pe larg în construcția drumului. Cel mai utilizabil liant în construcția drumurilor este bitumul.

Standardele europene de produs acoperă o gamă largă de materiale pentru drumuri, pentru diferite aplicații, care să corespundă solicitărilor rezultate din traficul rutier local și condițiilor climatice. De asemenea standardele europene acoperă o gamă largă de bitumuri, pentru a facilita producția și utilizarea îmbrăcăminților bituminoase proiectate. Varietatea tehnologiilor de fabricație și a aplicațiilor, face posibilă clasificarea biturilor.

Biturile ce se utilizează în diverse domenii se dobândesc din rafinările de petrol din reziduurile grele ce rezultă în urma distilării în vid. Masa predominantă a biturii este constituită din hidrocarburi macromoleculare naftenice, parafenice, aromatice și combinațiile acestora, în același timp multe molecule conțin și heteroatomi: sulf, oxigen, azot și metal. O tranziție permanentă în structura biturii este între mărimea moleculară și caracterul chimic al compușilor.

În procesul de recunoaștere a grupelor, lianții organici se pot clasifica în grupe de materiale cu conținut de asfaltene și maltene – cu caracteristici chimice și fizice determinate. Biturul are un caracter vâscos sau vâscoelastic în funcție de temperatura de încercare. La încălzire se înmoaie treptat până devine fluid. Prin măsurători reologice se testează biturul ce-și păstrează proprietățile vâscoelastice într-un larg interval de temperatură. Determinările reologice stau la baza clasificării biturilor pe bază de performanță. Dependența consistenței de temperatură poate fi cerută în vederea satisfacerii condițiilor regionale specifice. Conform domeniului reglementat, biturile rutiere trebuie să fie conforme cu cerințele impuse pentru indicii de penetrație.

Din punct de vedere al sporirii indicilor de performanță, bitumurile modificate îndeplinesc sistemul de cerințe impus față de bitumuri la un nivel semnificativ mai ridicat decât bitumurile tradiționale. Utilizarea bitumurilor modificate este indicată prioritar la producerea mixturilor asfaltice destinate în construcția drumurilor de clase tehnice superioare ca să facă față condițiilor meteorologice caracteristice zonelor climaterice rutiere a țării și a intensității unităților de transport și a sarcinii maxime pe osie.

Modificarea liantului organic are ca scop extinderea intervalului de temperatură, în care bitumul va indica proprietăți vâsco-elastice. Metoda fizică, mai practică este bazată pe amestecare mecanică concomitentă a bitumului cu polimer cu o posibilă utilizare a aditivilor reticulați.

Modificarea bitumurilor contribuie în principal la sporirea capacității portante a straturilor sistemului rutier, proprietăți elastice mai bune, și utilizabilitate într-un interval mai larg de temperatură. Indicii de performanță obținuți contribuie la sporirea proprietăților de rezistență a straturilor asfaltice la sarcini de trafic intens în condiții climaterice variabile caracteristice zonei în care se exploatează drumul.

Etilen vinil acetat (EVA) este un compus foarte molecular, aparține poliolefinelor, obținut ca urmare a copolimerizării monomerului de etilenă și acetat de vinil. Metoda de producție este similară cu metoda de producere a polietilenei de joasă densitate (presiune înaltă). Formula chimică este  $C_6H_{10}O_2$ .

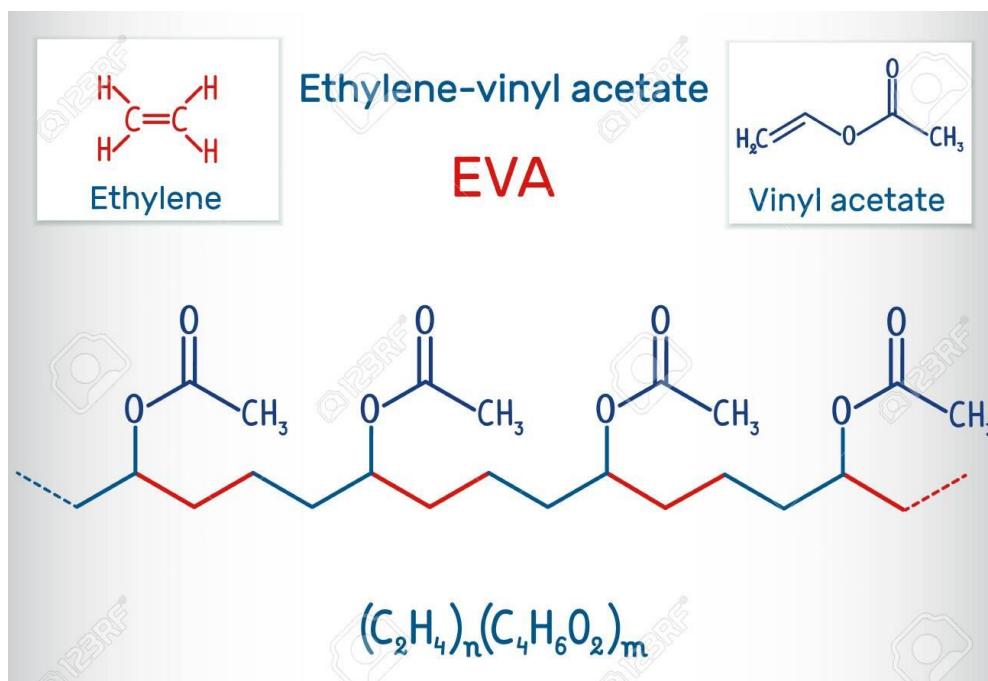


Fig.i.1. Compoziția chimică a polimerului EVA

## Referințe bibliografice

1. SM EN 12597:2016. Bitum și lianți bituminoși. Terminologie.
2. Găman D.V., Bulău C.E. Îndrumător pentru laboratoarele de încercări în construcții. Iași:Editura Printis, 2018.
3. Куберт Х-Дж. Базовые принципы уплотнения асфальта. Helleward: Woppar, 2009.
4. Хученройтер Ю., Вернер Т. Асфальт в дорожном строительстве. Санкт-Петербург:РУБИТРОН, 2013.
5. SM SR EN 14023:2014. Bitum și lianți bituminoși. Cadrul pentru specificațiile bitumurilor modificate cu polimeri.
6. Krzysztof Błażejowski, Jacek Olszacki, Hubert Peciakowski. Ghidul biturilor. Polonia,2013.
7. SM SR EN 1426:2016. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea penetrației cu ac.
8. SM EN 1427:2016. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de înmuiere. Metodacu inel și bilă.
9. SM EN 12593:2016. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de rupere Fraass.
10. SM EN 13589:2018. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea proprietăților bitumului modificat sub tensiune prin metoda ductilității forței.
11. EN 13703. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea energiei de deformare pe baza citirii datelor din dispozitiv.
12. SM EN 13398:2018. Bitum și lianți bituminoși. Determinarea revenirii elastic a bitumului modificat.
13. SM SR EN 58:2016. Bitum și lianți bituminoși. Eșantionarea lianților bituminoși.
14. SM SR EN 12594. Bitum și lianți bituminoși. Prepararea eșantioanelor de încercat.
15. CP D.02.25:2021. Cod practice în construcții. Drumuri și poduri. Mixturi asfaltice executate la cald. Condiții tehnice de proiectare, preparare și punere în opera a mixturilor asfaltice. Chișinău, 2021.
16. SM SR EN 12591:2009. Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru drumuri rutiere.
17. NCN D.02.01:2015. Normativ în construcții. Proiectarea drumurilor publice. Chișinău, 2015.