

**ЗНИЖЕННЯ АГРЕСИВНОГО ВПЛИВУ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ
МАТЕРІАЛІВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ ПРИ
ЗИМОВОМУ УТРИМАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**REDUCTION OF THE AGGRESSIVE INFLUENCE OF ANTI-ICE
MATERIALS ON ASPHALT CONCRETE SURFACES DURING THE
WINTER MAINTENANCE OF AUTOMOBILE ROADS**

Фоменко О.О., асис. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет), Седов А.В., к.т.н., доц. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Fomenko O.O., assistant (Kharkiv National Automobile and Road University), Siedov A.V., Ph.D., assoc. (Kharkiv National Automobile and Road University)

Проаналізовані причини зниження терміну служби дорожніх покриттів, що пов'язані з недостатньою корозійною стійкістю застосовуваних асфальтобетонів. Стійкість асфальтобетонного покриття по відношенню до дії агресивних середовищ визначається властивостями в'язучого, ступенем насичення і набрякання асфальтобетону, коефіцієнтом дифузії, стійкістю до агресивного середовища мінерального матеріалу. Одночасно дія динамічних навантажень сприяє ще інтенсивнішому проникненню агресивних середовищ всередину структури матеріалу. Зроблений висновок, що для підвищення довговічності асфальтобетонного покриття, крім додавання інгібіторів корозії в склад протиожеледних матеріалів, потрібно наносити на поверхню покриття просочувальний матеріал, який буде запечатувати мікротріщини в товщі асфальтобетонного покриття.

Factors affecting the service life of road surfaces are analyzed. The stability of an asphalt concrete coating in relation to aggressive environments is determined by the ability of bitumen to resist an aggressive environment, the degree of saturation and swelling in an aggressive environment, the diffusion coefficient, which characterizes the rate of penetration of the environment into the coating, the resistance of the mineral material to an aggressive environment, and the preservation of the strength of asphalt concrete. At the same time, the action of dynamic loads contributes to even more intense penetration of aggressive environments into the structure of the material and thereby significantly reduces the fatigue life of asphalt concrete. The diffusion process is especially intensified with an increase in the concentration of water-soluble substances, and the diffusing water is able to wash them out of the bitumen, giving it a cavernous structure at low temperatures. The analysis of the research made it possible to establish the following: the impact of aggressive environments of anti-icing materials largely depends on the concentration of the solution; an increase in the concentration of the

chloride solution to 10 % reduces the number of load cycles to failure by 6 times. The nature of the curves shows that at concentrations in the range from 0% to 5% there is a sharp decrease in the number of load cycles before failure. In the interval of 5-10%, this process slows down. However, depending on the number of freeze-thaw cycles and the consumption of the inhibitor additive, the qualitative picture of the influence of chloride concentration on the process of asphalt concrete destruction under cyclic loads changes. It was concluded that in order to increase the durability of the asphalt concrete coating, in addition to adding corrosion inhibitors to the composition of anti-icing materials, it is necessary to apply an impregnation material to the surface of the coating. The impregnation penetrates deep into the capillaries and pores of the asphalt concrete coating, where it fills the pores and voids. Impregnation prevents the destruction of asphalt concrete caused by the spillage of aggressive materials, including anti-icing reagents.

Ключові слова: хлористі протиожеледні матеріали, боротьба із зимовою слизькістю, асфальтобетонне покриття, довговічність.

Key words: chloride anti-icing materials, combating winter slippage, asphalt concrete coating, durability.

Довговічність є найважливішою характеристикою дорожніх асфальтобетонних покриттів. Термін служби дорожніх покриттів автомобільних доріг залежить від великої кількості факторів: інтенсивність і склад руху, конструкція дорожнього одягу, ґрунтові, гідрологічні та кліматичні умови. До основних причин зниження термінів служби асфальтобетонних покриттів відносяться деформації і руйнування, які виникають під комплексною дією напружень від транспортного навантаження і агресивних середовищ (найчастіше використання хлористих протиожеледних матеріалів), що пов'язано з недостатньою корозійною стійкістю асфальтобетонів.

До важливих критеріїв, які використовуються для прогнозування довговічності дорожніх покриттів, слід віднести втому та витривалість асфальтобетону, так як цей матеріал, перебуваючи в шарі покриття, піддається багаторазовим циклічним навантаженням, які призводять до накопичення незворотніх деформацій. При цьому суцільність шару з асфальтобетону не буде порушена, якщо розтягувальні напруження не перевищують допустимих значень, що встановлюються з урахуванням втомних явищ.

Стійкість асфальтобетонного покриття по відношенню до агресивних середовищ визначається адгезією бітуму до мінерального матеріалу, товщиною бітумної плівки, ступенем насичення і набрякання, що характеризують глибину проникнення середовища в покриття, стійкістю до агресивного середовища мінерального матеріалу, рівнем напруженого стану та збереженням міцності асфальтобетону [1, 2].

Аналіз досліджень [3] показує, що водонасичення негативно впливає на втомну довговічність асфальтобетону. Наприклад, у стандартного гарячого асфальтобетону типу «Б» після 30 діб водонасичення, кількість циклів навантаження, які призводять до руйнування, знижується на 30%. Після наступних 20 циклів заморожування-відтавання втомна довговічність знизилася більш, ніж на 50%.

Хімічні реагенти, що знаходяться у воді і потрапляють в покриття, взаємодіють із компонентами асфальтобетону та руйнують його структуру. Це призводить до зміни в груповому складі органічного в'язучого і вимивання розчинних продуктів реакції карбонату кальцію з наповнювача.

Відділення плівки бітуму сприяє зниженню гідроізоляційних властивостей асфальтобетонного покриття. Це сприяє посиленню проникаючої здатності протижелезних реагентів вглиб асфальтобетонного покриття та інтенсифікації процесів руйнування (рис. 1) [2, 3].

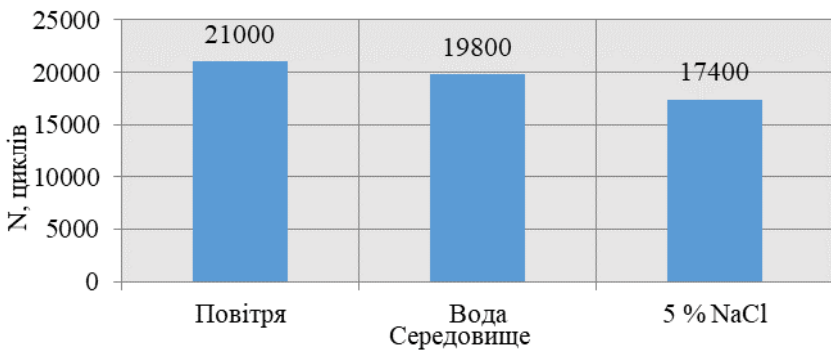


Рис. 1. Вплив агресивних середовищ на втомну міцність асфальтобетону

Аналіз властивостей асфальтобетону дає підстави стверджувати, що розчини хлористих протижелезних реагентів впливають безпосередньо на межу розділу фаз системи «бітум – поверхня мінеральних часток», що призводить до порушення контактної взаємодії та зменшення діючих зв'язків у мікроструктурі асфальтобетону, тобто, корозійний розрив бітумної плівки з оголенням мінеральної поверхні.

Руйнування структури відбувається тим швидше, чим інтенсивніша дифузія. Процес дифузії особливо посилюється зі збільшенням концентрації водорозчинних речовин, причому вода, що дифундує, здатна вимивати їх з бітуму, надаючи йому при низьких температурах кавернозну структуру. Аналіз результатів досліджень [4] показав, що під впливом сольових розчинів відбувається розчинення і винос малостійких до даного середовища складових асфальтобетону. При одночасній дії поперемінного

заморожування-відтавання і агресивних сольових розчинів деструктивні процеси, що протікають в асфальтобетоні і його складових, істотно прискорюються [4, 5].

Відповідно до завдання досліджень були встановлені фактори, що надають найбільший вплив на руйнування дорожніх асфальтобетонних покриттів в зимовий період експлуатації: C – концентрація хлоридів у водному розчині; M – кількість циклів заморожування-відтавання; Q – витрата добавки інгібітору у відсотках від маси протижелезного матеріалу.

Всі зразки піддавали попередньому насиченню в воді і розчинах протижелезного матеріалу різної концентрації з добавкою суперфосфату в кількості 1-3 % від маси солі. Далі насичені зразки асфальтобетону піддавалися циклічному заморожуванню-відтаванню. Зразки поміщалися в морозильну камеру при температурі мінус 15 °С. Кожен цикл заморожування при температурі мінус 15 °С тривав 4 години. Відтавання зразків відбувалось в ванні в розчині протижелезного матеріалу, при температурі плюс 15-20 °С не менше 4 годин. Кількість циклів заморожування-відтавання – 25 і 50.

Отримані результати показують, що одночасна дія навантажень, розчинів хлористих протижелезних матеріалів і циклів заморожування-відтавання істотно впливає на процеси руйнування асфальтобетонних покриттів (рис. 2).

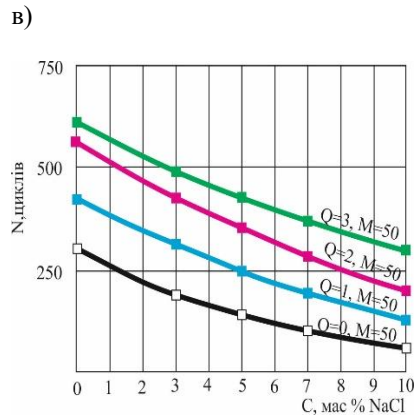
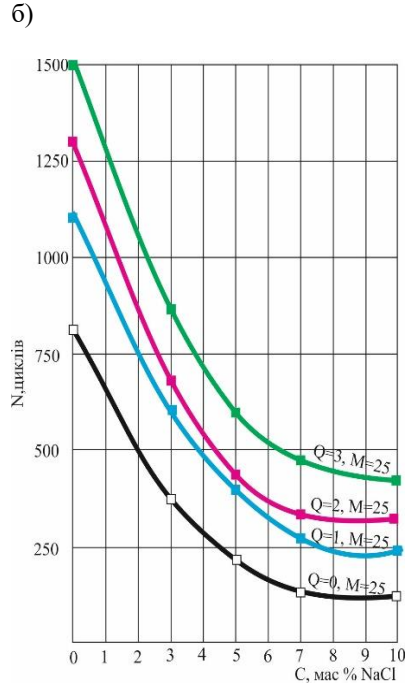
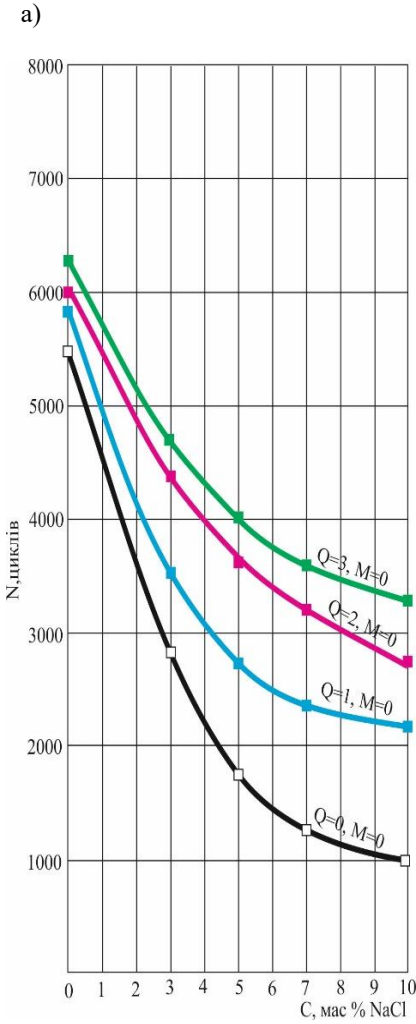
Аналіз дозволив встановити наступне: вплив розчинів протижелезних матеріалів, в значній мірі залежить від їх концентрації; зростання концентрації розчину хлориду натрію до 10 % знижує кількість циклів навантаження до руйнування в 6 разів.

При циклічному деформуванні зразків в розчинах хлоридів, агресивне середовище проникає в обсяг матеріалу по найбільш дефектним в структурному відношенні місцях, підвищується рухливість структурних елементів. Крім цього, розчини хлоридів перешкоджають закриванню тріщин при циклічних навантаженнях.

Це підтверджує той факт, що процес руйнування асфальтобетонних покриттів тісно пов'язаний з міграцією агресивних розчинів протижелезних матеріалів.

Характер кривих показує, що при концентраціях в інтервалі від 0 % до 5 % відбувається різке зниження кількості циклів навантаження до руйнування. В інтервалі 5-10 % цей процес сповільнюється.

Однак, в залежності від кількості циклів заморожування-відтавання і витрати добавки інгібітору, змінюється якісна картина впливу концентрації хлоридів на процес руйнування асфальтобетонного покриття при циклічних навантаженнях.



а) M=0, б) M=25, в) M=50

Рис. 2. Кількості циклів навантаження до руйнування залежно від концентрацій NaCl

Збільшення концентрації хлоридів з одночасним збільшенням кількості циклів заморожування-відтавання призводить до більш різкого зниження кількості циклів навантаження.

У 10 % розчині кількість циклів навантаження знижується у 18 разів.

У процесі багаторазового заморожування-відтавання асфальтобетону виникають напруги викликані різницею коефіцієнтів температурного деформування бітуму та кам'яного матеріалу.

Це призводить до виникнення мікротріщин в асфальтобетоні. Це призводить до ослаблення структурних зв'язків в асфальтобетоні, що полегшує його руйнування під дією транспортних навантажень.

Збільшення кількості циклів заморожування-відтавання до 50 циклів призводить до того, що кількість циклів навантаження знижується на 85 %.

Таким чином, можна зробити висновок, що для підвищення довговічності асфальтобетонного покриття, крім додавання інгібіторів корозії в склад протижелезних матеріалів, потрібно проводити поверхневу обробку покриття шляхом нанесення просочуючих матеріалів, на основі емульсій бітумних масел і смол, які не тільки будуть перешкоджати відділенню з верхнього шару частинок кам'яного матеріалу, а й будуть запечатувати мікротріщини в товщі асфальтобетонного покриття. Принцип дії просочуючих матеріалів на асфальтобетонне покриття, представлений на рис. 3 [6].

Позитивний ефект від застосування просочуючого матеріалу досягається при обробці покриття з показником водонасичення не менше 3 % або обробці покриття з незначним рівнем дефектності (сітка волосяних тріщин). Обробці можна піддавати як окремі ділянки так і всю поверхню покриття. Ефект від застосування просочувальних матеріалів полягає в захисті покриття від впливу несприятливих природно-кліматичних факторів, і як слід підвищенні корозійної стійкості, підвищенні стійкості до стирання і поліпшенні низькотемпературних властивостей асфальтобетону [6].

Регулярна обробка покриттів відновлює властивості бітуму в асфальтобетоні і уповільнює появу пошкоджень, збільшуючи міжремонтні терміни. Наприклад пропитка «ASP Chem-Crete» (Chem-Crete, Словаччина) складається зі спеціальної суміші окисленої бітумної емульсії, модифікованої за допомогою складу на основі силікону з високим вмістом вологи, і інших компонентів на органічному розчиннику. Просочувальний склад не містить мінерального матеріалу [7].

Просочення глибоко проникає в капіляри і пори асфальтобетонного покриття, де вона стає сполучною ланкою і заповнює пори і порожечі. Просочення запобігає руйнуванню асфальтобетонного покриття, викликаного розливом нафтопродуктів та інших агресивних матеріалів, включаючи антижелезні реагенти.

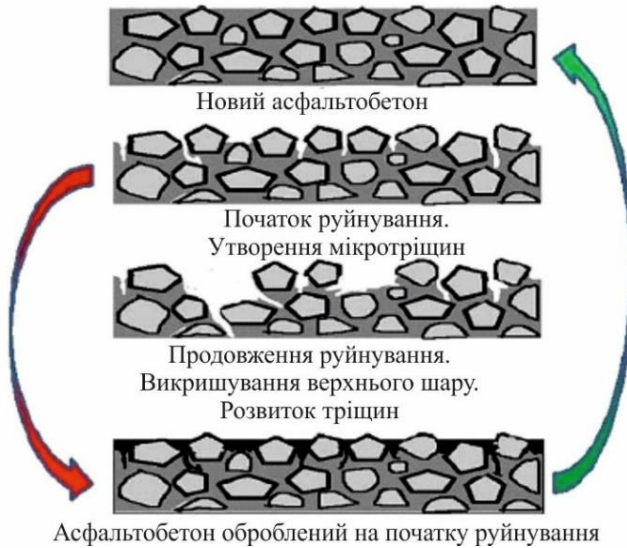


Рис. 3. Принцип дії просочуючих матеріалів

Просочення відштовхує всі рідкі речовини, нетоксичне і абсолютно безпечне для людей і навколишнього середовища (рис. 4) [7].



Рис. 4. Нанесення шару просочування «ASP Chem-Crete»

Крім цього, склад також герметизує дрібні тріщини і підвищує зчеплення пневматиків з покриттям, тому ASP збільшує тривалість життя покриття і скорочує витрати на його утримання, може змішуватися з дрібнозернистим піском для ремонту тріщин шириною до 6 мм, або з кам'яним матеріалом для ремонту невеликих ям [7].

References

1. Siedov A. V. Vplyv ahresyvnnykh seredovyshch protyozhelednykh materialiv na ruiniuvannya asfaltobetonnykh pokryttiv vid znakovminnykh temperatur ta tsyklichnykh zavantazhen [Tekst] / A. V. Siedov // Visnyk KhNADU. - Kharkiv: KhNADU, 2006. - № 34 (35. - S. 48-51.
2. Zhdaniuk V.K., Poiasnyk H.V., Shylenko M.I., Shrestkha R.B. Porivnialni doslidzhennia tryvaloї vodostiikosti asfaltobetoniv na osnovi mineralnykh materialiv riznoho pokhodzhennia // Avtomobilni dorohy i dorozhnie budyvnytstvo.- 2001.- Vyp. 62.- S.107-111.
3. Kolesnyk D.A., Mantopkin S.A. Otsinka stiikosti asfaltobetoniv do vplyvu volohy ta popereminnoho zamorozhuvannia-vidtavannia. Visnyk KhNADU. №79. 2017. S. 128-132
4. Ilin Ya. V. Obgruntuvannia i rozrobka neruiniuiuchoho deformatsiinoho metodu otsinky morozostiikosti asfaltobetonu: dys...kand. tekhn. nauk : 05.23.05 / Kharkivskyi natsionalnyi avtomobilno-dorozhnyi un-t. Kharkiv, 2020. 172 s.
5. Gauer P.K. Ermittlung von Verdichtungswilligkeit und Verformungswider – stand bituminoser Gemisihe im Laboratorium. Bitumen, 1975. P. 88–96..
6. Chekhov A. P. Zakhyst budivelnnykh konstruksii vid korozii / A. P. Chekhov, V. M. Hlushchenko. – K. : Vyscha shkola, 1994. – 213 s.
7. CHEM-CRETE ASP® URL: <https://www.chem-crete.com/product/chem-crete-asp/> (data zvernennia: 11.04.2023).

Література

1. Сєдов А. В. Вплив агресивних середовищ протижелезних матеріалів на руйнування асфальтобетонних покриттів від знакозмінних температур та циклічних навантажень [Текст] / А. В. Сєдов // Вісник ХНАДУ. - Харків: ХНАДУ, 2006. - № 34 (35. - С. 48-51.
2. Жданюк В.К., Поясник Г.В., Шиленко М.І., Шрестха Р.Б. Порівняльні дослідження тривалої водостійкості асфальтобетонів на основі мінеральних матеріалів різного походження // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.- 2001.- Вип. 62.- С.107-111.
3. Колесник Д.А., Мантопкін С.А. Оцінка стійкості асфальтобетонів до впливу вологи та поперемінного заморожування-відтавання. Вісник ХНАДУ. №79. 2017. С. 128-132
4. Ільїн Я. В. Обґрунтування і розробка неруйнуючого деформаційного методу оцінки морозостійкості асфальтобетону: дис...канд. техн. наук: 05.23.05 / Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т. Харків, 2020. 172 с.
5. Gauer P.K. Ermittlung von Verdichtungswilligkeit und Verformungswider – stand bituminöser Gemische im Laboratorium. Bitumen, 1975. P. 88–96..
6. Чехов А. П. Захист будівельних конструкцій від корозії / А. П. Чехов, В. М. Глущенко. – К. : Вища школа, 1994. – 213 с.
7. CHEM-CRETE ASP® URL: <https://www.chem-crete.com/product/chem-crete-asp/> (дата звернення: 11.04.2023).