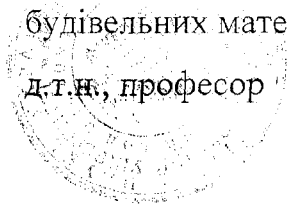


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**З В І Т**

про виконання науково-дослідної роботи  
*„Оцінка впливу адгезиву Wetfix BE на властивості  
асфальтобетону, що вкладається в осінній період року”*

Зав. кафедрою дорожньо-  
будівельних матеріалів і хімії,  
д-т.н., професор



В.В. Мозговий

Київ – 2007

## ЗМІСТ

	стор.
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	3
2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОНАСИЧЕННЯ .....	6
3 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ПРИ ТРИВАЛОМУ ВОДОНАСИЧЕННІ .....	8
4 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ПРИСКОРЕНИМ МЕТОДОМ .....	10
5 ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦІ МІЦНОСТІ НА РОЗТЯГ ПРИ РОЗКОЛІ .....	12
6 ВИЗНАЧЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ В'ЯЖУЧОГО З МІНЕРАЛЬНОЮ ЧАСТИНОЮ СУМІШІ .....	14

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Асфальтобетон значну частину періоду експлуатації знаходиться під дією води. Практично це зводиться до пониження водостійкості бітумних плівок [1, 2, 3]. При цьому відбувається заміщення зв'язків молекул компонентів бітуму з поверхнею мінерального матеріалу на зв'язки молекул води з цією поверхнею. Перш за все, до адсорбції молекул води схильні дефекти на межі розділу бітум - поверхня мінерального матеріалу [3], що усугубляється багатьма чинниками в реальних умовах виробництва асфальтобетонних сумішей, особливо в осінній холодний і вологий період року. Крім того, в осінній період з високою вологістю збільшується небезпека розриву ще не міцно сформованих зв'язків між бітумом і кам'яним матеріалом відразу під час укладання асфальтобетонної суміші.

Міцність коагуляційного зв'язку залежить від багатьох чинників [4], найголовнішими з яких є: в'язкість в'язучого, товщина бітумної плівки, характер поверхні і міцність мінеральних зерен, адгезія бітуму до мінерального матеріалу.

При склеюванні поверхонь між плівкою в'язучого і поверхнею мінерального матеріалу виникають адгезійні сили, величина яких визначається як властивостями поверхні кам'яного матеріалу, так і властивостями в'язучого. Належна адгезія обов'язкова для отримання міцного зв'язку між бітумом і мінеральним матеріалом.

Період активного структуроутворення є досить короткочасним, тривалість його обчислюється хвилинами. За цей час всі мінеральні компоненти суміші повинні бути рівномірно покриті бітумною плівкою.

Нормальне протікання процесу структуроутворення обумовлюється перш за все добрим змочуванням бітумом поверхні мінерального матеріалу. Змочування — це процес мимовільного зменшення вільної енергії системи, що складається з трьох дотичних фаз.

Інтенсивність і характер адсорбції бітуму на поверхні мінерального матеріалу залежить від структури і хіміко-мінералогічного складу останнього [5], а також умов при яких відбувається адсорбція — температури і кінетики взаємодії. Найбільшу адсорбційну активність мають мінеральні матеріали з основних гірських порід, до складу яких входять карбонати кальцію і магнію, а також оксиди заліза. Адсорбція ж бітумів на поверхні матеріалів з кислих порід з переважанням у складі кремнезему відбувається у меншій мірі.

Хемосорбційні процеси, що приводять до утворення нових хімічних сполук на межі розподілу фаз, протікають в строки, що значно перевищують період активного структуроутворення, тому вони у меншій мірі впливають на формування коагуляційних зв'язків в асфальтобетонній суміші.

Період зближення структурних елементів починається з моменту випуску суміші із змішувача і закінчується при ущільненні. У цей період відбувається подальше формування орієнтованого шару бітуму на мінеральних зернах і, внаслідок прикладання навантаження, зближення структуротворюючих елементів до максимальної щільності.

У початковий період із збільшенням щільності міцність зв'язків між зернами зростає. Зростання відбуватиметься до тих пір, поки не зміниться характер контактів між зернами. Ущільнення закінчується тоді, коли унеможлиблюється подальший зсув зерен відносно одне одного без деформації всього або більшої частини їх об'єму. Із збільшенням щільності не завжди зростає міцність.

Площа контакту зерен, що стикаються, складає тисячні або навіть мільйонні долі відсотка від всієї поверхні зерен, тому контакт між частинками завжди є напруженим.

При зближенні зерен відбуваються перш за все фізичні процеси в бітумній плівці, що приводять до видавлювання її із зон підвищених напружень. Вільний бітум заповнює міжзерновий простір. На зернах залишається плівка орієнтованого бітуму, що володіє значно більшою

в'язкістю, ніж вільний. При цьому коагуляційні зв'язки в асфальтобетонній суміші зміцнюються, міцність всієї системи зростає.

Досить ефективно регулювати ущільнення асфальтобетонної суміші введенням в бітум або асфальтобетонну суміш поверхнево-активних речовин (ПАВ). ПАВ сприяють утворенню розвиненого орієнтованого шару на зернах, при цьому зменшується тертя між ними. Введення ПАВ в суміш після бітуму дає значно більший ефект, ніж введення ПАВ в бітум. Це можна пояснити екрануючою дією полярних груп поверхнево-активних молекул, які в силу своїх властивостей розташовуються у вигляді частоколу із зовнішньої сторони бітумної плівки. Полярні групи, що несуть однойменний заряд, знижують вірогідність утворення аутогезійних зв'язків між зернами і тим самим підвищують рухливість суміші і знижують затрати зусиль, необхідні для ущільнення суміші.

Період стабілізації мікроструктурних зв'язків характеризується подальшим формуванням структури асфальтобетону в покритті в результаті подальшого зміцнення фізико-хімічних зв'язків та інших процесів. Тому особливо важливим питанням є укладання асфальтобетонних сумішей в осінній період року з використанням поверхнево-активних речовин.

## 2. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОНАСИЧЕННЯ

Суть методу полягає у визначенні кількості води, яку поглинає зразок при заданому режимі насичення. Водонасичення визначають на зразках, приготованих у лабораторії з суміші, або на зразках-вирубках (кернях) з покриття (основи).

### 2.1 Засоби контролю і допоміжне обладнання

Ваги лабораторні за ГОСТ 24104 4-го класу точності з пристосуванням для гідростатичного зважування.

Установка вакуумна.

Термометр хімічний ртутний скляний з ціною поділки шкали 1°C за ГОСТ 400.

Посудина місткістю не менше 3,0 л.

### 2.2 Порядок проведення випробувань

Водонасичення визначають на зразках циліндричної форми або на зразках-вирубках (кернях).

Зразки з сумішей, зважені на повітрі і у воді, розмішують у посудині з водою з температурою  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Рівень води над зразками повинен бути не менше 3 см.

Посудину із зразками встановлюють у вакуумній установці, де створюють і підтримують тиск не більше 2000 Па (15 мм. рт. ст.) протягом 1 год. Потім тиск доводять до атмосферного і зразки витримують у тій самій посудині з водою з температурою  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  протягом 30 хв. Після цього зразки видаляють з посудини, зважують у воді, обтирають м'якою тканиною і зважують на повітрі.

### 2.3 Обробка результатів випробування

Водонасичення зразка  $W$ , %, обчислюють за формулою:

$$W = \frac{g_5 - g}{g_2 - g_1} \cdot 100,$$

де  $g$  - маса зразка, зваженого на повітрі, г;

$g_1$  - маса зразка, зваженого у воді, г;

$g_2$  - маса зразка, витриманого протягом 30 хв. у воді і зваженого на повітрі, г;

$g_3$  - маса насиченого водою зразка, зваженого на повітрі, г.

За результат визначення водонасичення приймають округлене до першого десяткового знака середньоарифметичне значення трьох визначень.

### **3. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ПРИ ТРИВАЛОМУ ВОДОНАСИЧЕННІ**

Суть методу полягає у визначенні відношення міцності при стисканні зразків після впливу на них води протягом 15 діб до початкової міцності паралельних зразків.

#### **3.1 Засоби контролю і допоміжне обладнання**

Ваги лабораторні за ГОСТ 24104 4-го класу точності з пристосуванням для гідростатичного зважування.

Установка вакуумна.

Термометр хімічний ртутний скляний з ціною поділки шкали  $1^{\circ}\text{C}$  за ГОСТ 400.

Посудина місткістю не менше 3,0 л.

Преси механічні або гідравлічні за ГОСТ 28840 з навантаженнями від 50 до 100 кН (5-10 тс) і до 500 кН (50 тс) з силовимірювачами, що забезпечують похибку не більше 2% навантаження, яке вимірюють.

#### **3.2 Порядок підготовки до проведення випробування**

Зразки з сумішей, зважені на повітрі і у воді, розміщують у посудині з водою з температурою  $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Рівень води над зразками повинен бути не менше 3 см.

Посудину із зразками встановлюють у вакуумній установці, де створюють і підтримують тиск не більше 2000 Па (15 мм. рт. ст.) протягом 1 год. Потім тиск доводять до атмосферного і зразки витримують у тій самій посудині з водою з температурою  $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$  протягом 30 хв. Після цього зразки видаляють з посудини, зважують у воді, обтирають м'якою тканиною і зважують на повітрі.

#### **3.3 Порядок проведення випробування**

Зразки, насичені у вакуумній установці, переносять в іншу посудину з водою, в якій витримують протягом 15 діб, температуру води підтримують у межах  $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Після закінчення 15 діб зразки видаляють з води, обтирають



м'якою тканиною і визначають границю міцності при стисканні.

### 3.4 Обробка результатів випробування

За результатами випробувань з точністю до другого десяткового знака обчислюють водостійкість  $K_{вд}$  після тривалого водонасичення за формулою

$$K_{вд} = \frac{R_{ст}^{вд}}{R_{ст}^{20}},$$

де  $R_{ст}^{вд}$  - границя міцності при стисканні при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  зразків після насичення водою протягом 15 діб, МПа;

$R_{ст}^{20}$  - границя міцності при стисканні при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  зразків до насичення водою, МПа.

## **4. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОСТІЙКОСТІ ПРИСКОРЕНИМ МЕТОДОМ**

Суть методу полягає в оцінюванні ступеня падіння міцності при стисканні зразків після впливу на них води в умовах вакууму і температури 50°C.

Метод призначений для апробації і накопичення статистичних даних з нормування показників водостійкості матеріалів, що визначаються прискорено.

### **4.1 Засоби контролю і допоміжне обладнання**

Ваги лабораторні за ГОСТ 24104 4-го класу точності з пристосуванням для гідростатичного зважування.

Установка вакуумна.

Термометр хімічний ртутний скляний з ціною поділки шкали 1°C за ГОСТ 400.

Посудина місткістю не менше 3,0 л.

Преси механічні або гідравлічні за ГОСТ 28840 з навантаженнями від 50 до 100 кН (5-10 тс) і до 500 кН (50 тс) з силовимірниками, що забезпечують похибку не більше 2% навантаження, яке вимірюють.

### **4.2 Порядок підготовки і проведення випробування**

Зразки занурюють у посудину з водою з температурою  $(50\pm 2)^\circ\text{C}$  і термостатують протягом 1 год. Потім посудину із зразками розміщують у вакуумно-сушильній шафі з температурою  $(50\pm 2)^\circ\text{C}$  і вакуумують протягом 1 год. при тиску не більше 2000 Па (15 мм рт. ст.). Потім тиск у шафі доводять до атмосферного і зразки витримують у тій самій посудині при температурі  $(50\pm 2)^\circ\text{C}$  ще 1 год. Після цього температуру води знижують до  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  і витримують зразки при цій температурі протягом 1 год. Водонасичені зразки видаляють з води, обтирають м'якою тканиною і визначають границю міцності при стисканні.

### 4.3 Обробка результатів випробування

За результатами випробувань обчислюють з точністю до другого десяткового знака водостійкість при прискореному водонасиченні  $K_{вп}$  за формулою

$$K_{вп} = \frac{R_{см}^{вн}}{R_{см}^{20}},$$

де  $R_{см}^{вн}$  - границя міцності при стисканні при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  зразків після насичення водою за прискореною методикою (при  $50^\circ\text{C}$ ), МПа;

$R_{см}^{20}$  - границя міцності при стисканні при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  зразків до насичення водою, МПа.

## **5. ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦІ МІЦНОСТІ НА РОЗТЯГ ПРИ РОЗКОЛІ**

Суть методу полягає у визначенні навантаження, необхідного для розколювання зразка за твірною. Метод призначений для апробації і накопичення статистичних даних з нормування показників тріщиностійкості матеріалів залежно від категорії дороги і дорожньо-кліматичної зони.

### **5.1 Засоби контролю і допоміжне обладнання**

Преси механічні або гідравлічні за ГОСТ 28840 з навантаженнями від 50 до 100 кН (5-10 тс) і до 500 кН (50 тс) з силовимірниками, що забезпечують похибку не більше 2% навантаження, яке вимірюють.

Термометр хімічний ртутний скляний з ціною поділки шкали 1°C за ГОСТ 400.

Посудини для термостатування зразків місткістю від 3 до 8 л (залежно від розміру і кількості зразків).

### **5.2 Порядок підготовки до проведення випробування**

Перед випробуванням зразки термостатують при температурі  $(0\pm 2)^\circ\text{C}$  протягом не менше 1 год у воді. Температуру  $(0\pm 2)^\circ\text{C}$  створюють змішуванням води з льодом.

### **5.3 Порядок проведення випробування**

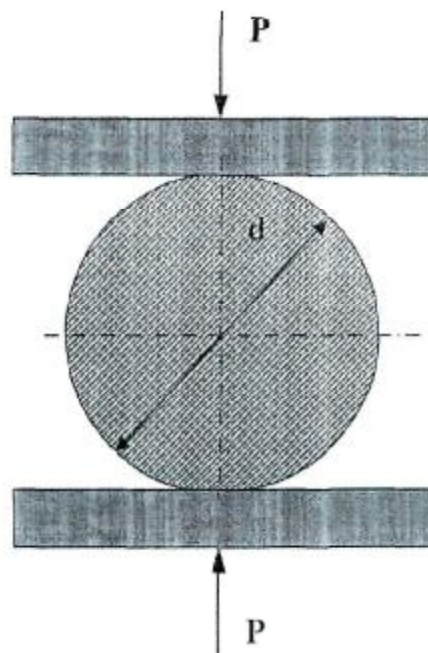
Границю міцності на розтягування при розколюванні зразків визначають на пресах при заданій постійній швидкості руху плити преса  $(3,0\pm 0,3)$  або  $(50\pm 1)$  мм/хв.

При використанні гідравлічних пресів потрібну швидкість перед проведенням випробування слід установити при холостому ході поршня.

Зразок, видалений з посудини для термостатування, встановлюють у центрі нижньої плити преса на бокову поверхню (рисунок 1), потім опускають верхню плиту і зупиняють її вище рівня поверхні зразка на 1.5-2

мм. Це може бути досягнуто відповідним підніманням вижньої плити преса. Після цього вмикають електродвигун преса і починають навантажувати зразок.

Максимальний показ силовимірювача приймають за руйнівне навантаження.



*Рисунок 1 - Схема випробування зразків на розтяг при розколі*

#### **5.4 Обробка результатів вимірювання**

Границю міцності на розтяг при розколі  $R_p$ , МПа, обчислюють за формулою

$$R_p = \frac{P}{h \cdot d} \cdot 10^{-2},$$

де  $P$  - руйнівне навантаження, Н;

$h$  - висота зразка, см;

$d$  - діаметр зразка, см;

$10^{-2}$  - коефіцієнт перерахунку у МПа.

За результат визначення приймають округлене до першого десяткового знака середньоарифметичне значення випробувань трьох, зразків.

## **6. ВИЗНАЧЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ В'ЯЖУЧОГО З МІНЕРАЛЬНОЮ ЧАСТИНОЮ СУМІШІ**

Зчеплення оцінюють візуально за величиною поверхні мінерального матеріалу, яка зберегла плівку в'язучого після кип'ятіння у водному розчині повареної солі.

### **6.1 Засоби контролю і допоміжне обладнання**

Ваги лабораторні за ГОСТ 24104 4-го класу точності.

Стакани хімічні термотривкі за ГОСТ 23932 місткістю не менше 500 см<sup>3</sup>.

Сітки металеві діаметром на 5-10 мм менше діаметра хімічного стакана з розміром отворів 0,071 - 0,16 мм за ГОСТ 6613.

Електроплитка, баня піщана або пальник газовий.

Сітка азбестова.

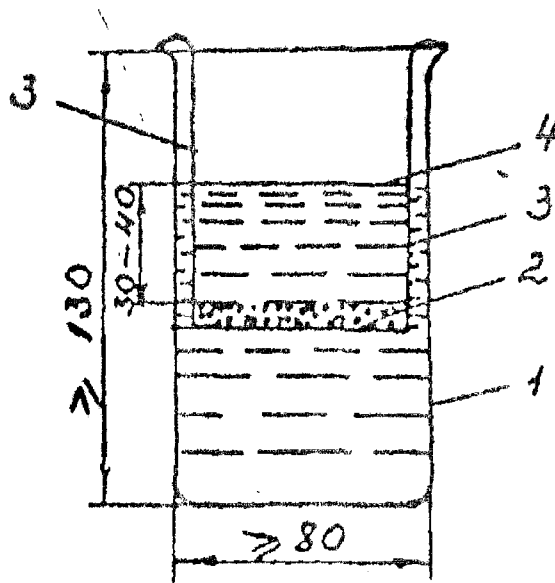
Вода дистильована за ГОСТ 6709.

Сіль поварена за ГОСТ 13830.

Папір фільтрувальний за ГОСТ 12026.

### **6.2 Порядок підготовки до проведення випробування**

Від середньої проби суміші, яку приготували в лабораторії або на асфальтозмішувальній установці, беруть дві наважки по 50 г. Одну наважку кладуть на сітку 2 (рисунок 2), другу - залишають для наступного порівняння із сумішшю, яка пройшла випробування.



*Рисунок 2 - Схема випробування для визначення зчеплення в'язучого з мінеральною частиною суміші*

### 6.3 Порядок проведення випробування

Хімічний стакан 1 заповнюють приблизно на 2/3 об'єму 15%-м розчином попареної солі в дистильованій воді, установлюють на електроплитку, піщану баню або над полум'ям пальника і доводять до кипіння.

Сітку 2 з наважкою суміші опускають у стакан з розчином, що кипить, таким чином, щоб рівень розчину 4 над сумішшю був не менше 30-40 мм, і закріплюють дротяними дужками 3 за край стакана.

При випробуванні суміші з в'язким в'язучим сітку із зразком, який випробовують, витримують у киплячому розчині 30 хв., з рідким - 3 хв. Кипіння не повинно бути бурхливим. В'язуче, що відокремилось від поверхні мінеральних зерен у процесі кипіння і виринуло на поверхню, видаляють фільтрувальним папером.

Після закінчення зазначеного часу сітку із сумішшю виймають із стакана і переносять в стакан з холодною водою для охолодження і для того, щоб видалити сіль, яка осіла на частках суміші при кип'ятінні, після чого

суміш переносять на фільтрувальний папір для випарування води.

Зчеплення оцінюють після повного випарування води із суміші.

#### **6.4 Обробка результатів випробування**

Суміш вважають такою, що витримала випробування, якщо після кип'ятіння не менше  $3/4$  поверхні залишається покритою плівкою в'язучого.



## 7. ОЦІНКА ВПЛИВУ АДГЕЗІЙНОЇ ДОБАВКИ WETFIX VE НА ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Широке розповсюдження бітумів, модифікованих полімерами стало можливим завдяки їх здатності забезпечувати високу зсувостійкість асфальтобетонних покриттів та їх підвищену стійкість під багаторазовим навантаженням від транспортних засобів. Крім того, полімери що введені в вихідний бітум, не знижуючи його температури крихкості, сприяють підвищенню його консистенції, тобто переводять вихідний бітум з марки з більшою пенетрацією при 25°C, в марку з меншою пенетрацією (наприклад при введенні 3% термоеластопласту типу SBS бітум марки БНД 130/200 може перейти у марку БНД 60/90). При цьому, росте його когезій на міцність, а температури крихкості залишається такою як у вихідного бітуму. Тобто, в такий спосіб одержують бітум з підвищеною здатністю тріщиностійкості при низьких температурах і більш широким, ніж у звичайного бітуму тієї ж марки інтервалом пластичності. Така сутність механічної поведінки БМП і його вплив на якість асфальтополімербетону.

Проте, механічні властивості асфальтобетону, взагалі, та асфальтополімербетону, зокрема, забезпечуються не тільки його міцністю при високих температурах, деформативністю, але й зчеплення в'язучого з поверхнею кам'яних матеріалів. У сухому стані адгезій на міцність на границі розподілу фаз вища за когезійну міцність в'язучого у контактній зоні.

У вологому стані навпаки адгезійний контакт руйнується водою, що призводить до передчасного руйнування асфальтобетонного покриття за рахунок лущення та викришування.

Найбільш ефективним заходом запобігання такому стану речей є використання у бітумах поверхнево-активних речовин, що об'єктивно доведено науковими дослідженнями та широкою загальноосвітньою

дослідною та виробничою практикою.

Спільно з представниками лабораторії Херсонського обласного дорожнього управління було досліджено бітумополімерні в'язучі, що містили бітум, полімер та поверхнево-активну добавку. За вихідний бітум прийнято бітум марки БНД 130/200 Кременчуцького НПЗ, в якості полімерів – Кратон Д (СБС – Голландія) та Бутонал NS-198 (латекс – США), за поверхнево-активну речовину – WETFIX BE (Швеція). В'язуче складають з бітуму з 3% Кратону або 3,5% Бутоналу і змінного вмісту WETFIX BE від 0,4, 0,7 та 1,0%.

В'язуче виготовили з полімером протягом 60-90 хв. При температурі 165-180°C та наступного введення в нього WETFIX BE і змішування останнього з БМП протягом 15 хв.

Оцінки якості отриманого в'язучого здійснювались за значеннями показників: пенетрації при 25°C, температури розв'язнення, розтяжності при 25°C, еластичності та зчеплення з поверхнею скла (за ДСТУ Б В.2.7-81-98 «Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Метод визначення показника зчеплення з поверхнею скла та кам'яних матеріалів»). Результати дослідження наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив адгезійної добавки WETFIX BE на властивості бітумів та бітумополімерів

Склад в'язучого	Показники властивостей				
	П <sub>25</sub> , 0,1мм	T <sub>p</sub> , °C	Д <sub>25</sub> , см	E <sub>25</sub> , %	C, %
БНД 130/200 (бітум)	168	41,3	>100	-	10
БНД+3,0% (Кратон)	80	49,6	62	82	20
БНД+0,4% BE (WETFIX BE)	162	41,7	>100	-	88
БНД+0,7% BE	160	41,2	>100	-	98
БНД+1,0 % BE	154	41,3	>100	-	99
БНД+3,5% КР+0,4 BE	81	48,0	63	-	94
БНД+3% КР+0,7% BE	80	48,0	70	72	98
БНД+3% КР+1,0% BE	84	49,0	71	-	97

БНД+3,5% БТ (Бутонал)	110	46,1	>100	69	55
БНД+3,5% БТ+0,4 ВЕ	122	46,6	>100	-	83
БНД+3,5% БТ+0,7 ВЕ	127	46,5	>100	70	93
БНД+3,5% БТ+1,0 ВЕ	111	46,2	>100	-	98

Згідно отриманих даних, бітум відповідає вимогам ДСТУ 4044-2001 «Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови» до бітумів марки БНД 130/200.

Введена в бітум 3% Кротону (лінійного СБС) супроводжується підвищенням його консистенції (пенетрація знижується до 80х0,1 мм) температури розм'якшення, незмінності температури крихкості, зниженням розтяжності, придбанням високої еластичності. Зчеплення в'язучого збільшується у двічі (20%). Але залишається досить низьким.

Введення до чистого бітуму 0,4, 0,7 та 1,0% ПАР WETFIX VE призводить до різкого підвищення показника зчеплення, відповідно 88, 98 та 99%. При цьому, значення стандартних показників (пенетрація, температури розм'якшення та крихкості, розтяжність) практично не змінюються.

Введення в бітумополімерне в'язуче 0,4, 0,7 та 1,0% WETFIX VE також різко підвищує його зчеплення: при 0,4% ПАР воно зростає до 94% (полімеру близько 6%); при 0,7 та 1,00% ПАР зчеплення досягає 98-97%. Різниця в 1% набагато менше похибки експерименту. З цього витікає, що ПАР повною мірою виконає своє призначення у бітумополімерному середовищі, чому сприяє висока температура змішування БМП з ПАР, яка забезпечує в'язкість бітумополімеру, близьку до тієї, що має чистий бітум, коли його змішують з ПАР при меншій (на 20-25°C) температурі.

Як і у випадку чистого бітуму адгезійна добавка мало впливає на значення стандартних показників: при вмісті ПАР в БМП пенетрація коливається у межах 80х0,1 мм; температура розм'якшення близька до 48°C, що на 1,6°C нижче для бітумополімеру без ПАР; температура крихкості

відрізняється не більше, ніж на 2°C. Показникам розтяжності притаманна найбільша розбіжність результатів, що значною мірою пов'язано з особливостями випробування. Але й вона коливається у межах того значення, яке характеризує бітумополімер.

Модифікація бітуму латексом Бутонал NS-198 призводить до якісно інших результатів. Найбільшою мірою це стосується зчеплення БМП зі склом. Воно досягає 55%, що може бути пов'язано з присутністю у латексі катіонактивних ПАР. Порівняно з бітумополімером на основі Кратону, бітум модифікований Бутоналом NS-198, відрізняється меншою посилюючою дією: його penetрація більша майже на 30x0,1 мм, а температура розм'якшення нижча на 3°C. Бутонал NS-198, практично не впливає на температуру крихкості модифікованого бітуму та на його розтяжність. Еластичність у бітуму, модифікованого Бутоналом NS-198, дещо менша (12%), ніж у бітуму, модифікованого Кратоном.

Введення, модифікований Бутоналом NS-198, добавки WETFIX BE призводить до результатів ідентичних тим, що отримані у випадку активації цією ПАР бітуму, модифікованого Кратоном. Вже 0,4% WETFIX BE підвищує зчеплення до 83%, а при 0,7 та 1,0% воно відповідно дорівнює 93 та 98%. Маючи на увазі, що ефект підвищення зчеплення від введення WETFIX BE у чистий бітум становить для його вмісту 0,4, 0,7 та 1,0% відповідно 88, 98, 99% можна дійти до висновку, що ПАР практично поглинає активуючий вплив полімеру і самостійно забезпечує максимальні показники зчеплення в'язучого з поверхнею скла.

Як було зазначено вище, однією з необхідних умов, що забезпечують міцність та довговічність дорожніх покриттів, які влаштовуються з використанням бітумів є стійке зчеплення (адгезія) бітуму з поверхнею мінерального матеріалу.

Для оцінки впливу адгезійної добавки WETFIX BE на властивості асфальтобетону були проведені порівняльні випробування асфальтобетону

без WETFIX BE та з введенням її в склад асфальтобетону.

Проектування зернових складів асфальтобетонних сумішей виконувалось за допомогою програми DSMH-2 по розрахунку оптимального складу асфальтобетону.

Проектування зернового складу асфальтобетону включає наступні операції:

1. Визначення відповідності технічним вимогам вибраних для приготування сумішей мінеральних матеріалів.
2. Розрахунок зернового складу мінеральної частини суміші для отримання необхідної кількості пустот та збереження однорідності при виготовленні, транспортуванні, укладанні та ущільненні суміші.
3. Призначається кількість бітуму.
4. Випробування контрольних зразків асфальтобетону.

Для порівняння було запроєктовано асфальтобетонну суміш асфальтобетонна суміш типу В (рис. 3) наступного складу:

- щебінь фр. 5-10 мм – 30%;
- відсів – 64%;
- мінеральний порошок – 6%.

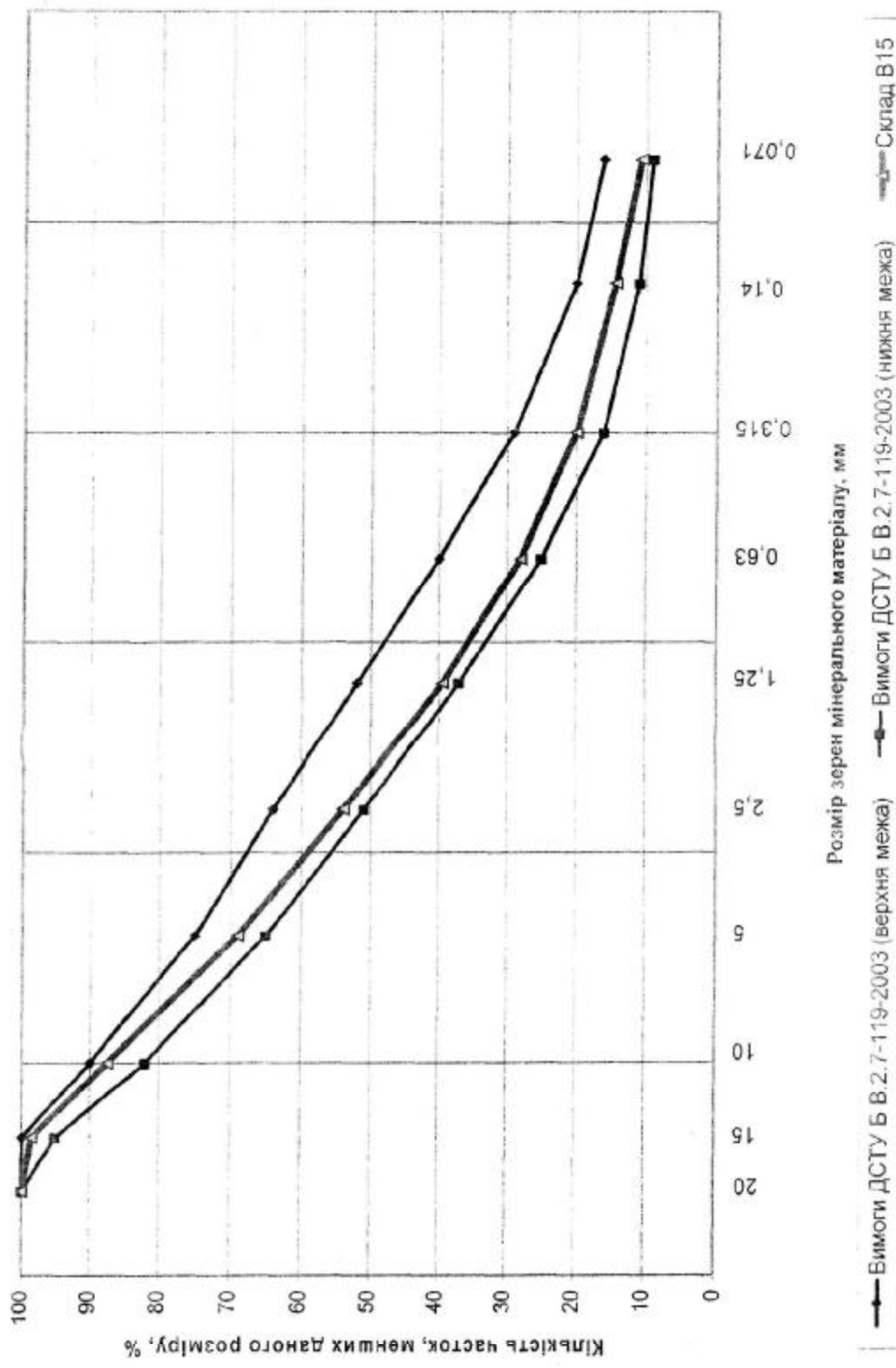


Рис. 3 – Криві гранулометричного складу асфальтобетону типу В

На запроєктованому гранулометричному складі виконували підбір кількості в'язучого в асфальтобетонній суміші, модифікованого Wetfix BE – 0,35% від маси бітуму. На основі досвіду і попередніх досліджень було прийнято для підбору наступна кількість в'язучого:

6,0%; 6,5%; 7,0% без модифікації добавкою Wetfix BE;

5,3%, 5,7%, 6,1%, 6,5% із введенням добавки Wetfix BE.

Результати випробувань асфальтобетону (рис. 4-7) показали:

1. Границя міцності асфальтобетону на стиск підвищується при модифікації його добавкою Wetfix BE.
2. Оптимальна кількість бітуму зменшується при введенні в склад асфальтобетону Wetfix BE.
3. Водонасичення бітуму суттєво знижується при модифікації асфальтобетону адгезивною добавкою Wetfix BE.

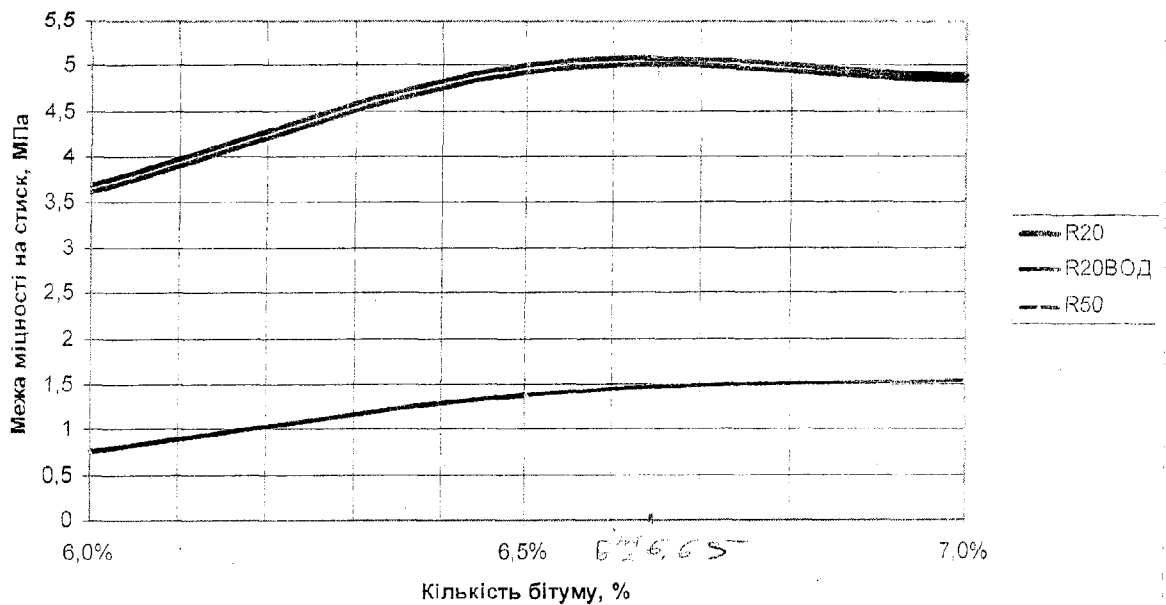


Рис. 4 – Залежність міцності на стиск асфальтобетонних зразків від вмісту бітуму без модифікації добавкою Wetfix BE.

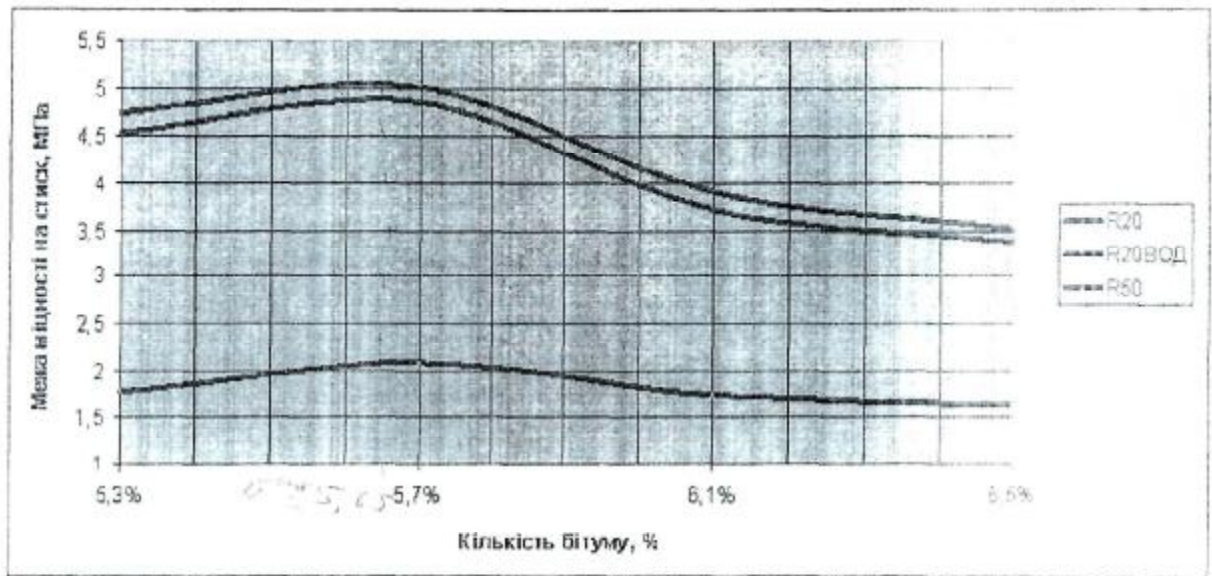


Рис. 5 – Залежність міцності на стиск асфальтобетонних зразків від вмісту бітуму із введенням добавки Wetfix BE.

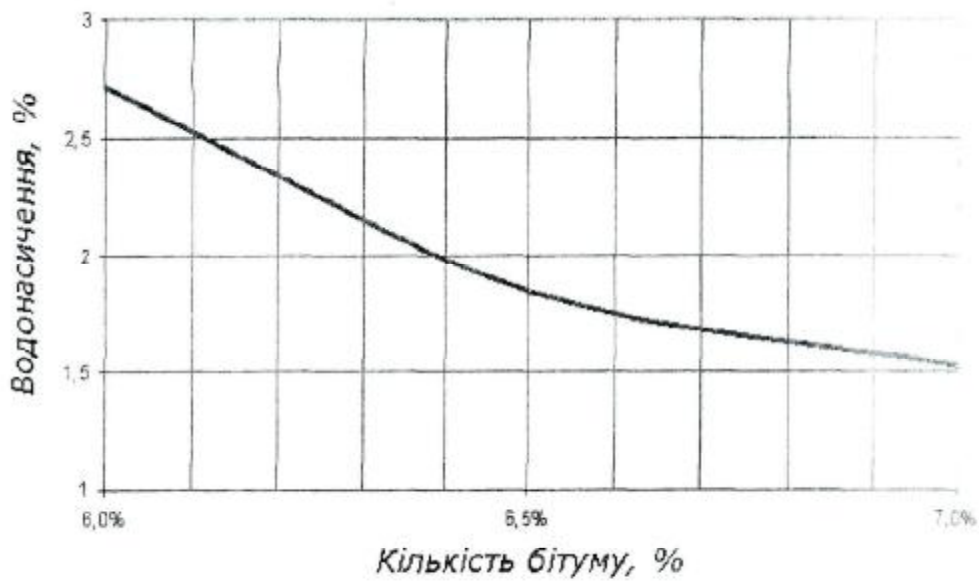


Рис. 6 – Залежність водонасичення асфальтобетону зразків від вмісту бітуму без модифікації добавкою Wetfix BE.



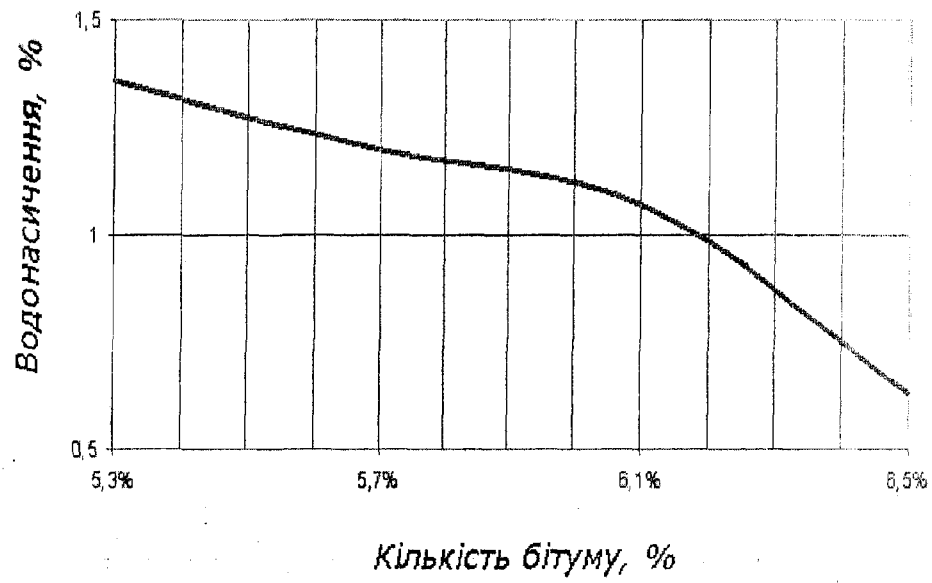


Рис. 7 – Залежність водонасичення асфальтобетону зразків від вмісту бітуму із введенням добавки Wetfix BE.

## ВИСНОВКИ

1. Модифікація бітумів полімерами призводить до підвищення адгезійної активності в'язучого. Ступінь такого підвищення залежить від адгезійних властивостей самого в'язучого та полімеру і їх співвідношення. Для кожної пари (бітум-полімер) слід визначати величину зменшення, що сприятиме прогнозуванню водлостійності асфальтобетону.

2. Додавання ПАР WETFIX BE у чистий бітум та бітумополімер практично не змінює їх технічні властивості: пенетрацію, температуру розм'якшення та крихкості. Дуктильність в'язучого, що містить ПАР, може дещо зменшуватись порівняно з вихідним в'язучим.

3. Введення поверхнево-активної добавки WETFIX BE принципово змінює адгезійну активність бітуму, збільшуючи її у багато разів.

4. Використання ПАР WETFIX BE для підвищення адгезійної здатності бітумів, модифікованих полімерами Кратон Д 1101 та Бутонал NS-198, супроводжується істотним підвищенням зчеплення зі склом: з 20% до 98% у випадку Кратона та з 55% до 98% у випадку Бутонала NS-198. Відсутнє підвищення зчеплення відповідає 0,4% вмісту ПАР у БМП, а практично максимальне – 0,7% вмісту ПАР.

5. Приймаючи до уваги низьку адгезійну активність бітумів, що використовуються в дорожній галузі України, використання катіонактивних ПАР у бітумополімерних в'язучих, які використовуються для виготовлення асфальтобетонних сумішей, призначених для доріг вищих категорій, має бути узагальненою практикою.

6. Як уже було зазначено, механічні властивості асфальтобетону суттєво залежать від зчеплення в'язучого з поверхнею кам'яних матеріалів. У сухому стані адгезійна міцність на границі розподілу фаз вища за

когезійну міцність в'язучого у контактній зоні, а у вологому – навпаки адгезійний контакт руйнується водою, що призводить до передчасного руйнування асфальтобетонного покриття за рахунок лушення та викришування.

Відповідно, при зменшенні водонасичення асфальтобетону, яке досягається при введенні в його склад Wetfix BE зменшується ризик передчасного руйнування асфальтобетонного покриття за рахунок лушення та викришування.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Золотарев В.А., Закономерности деформирования и разрушения битумов и асфальтобетонов как основа улучшения и регулирования свойств. Дис. Д-ра техн. Наук 05,23,05 –М.,1983.
2. Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонов. Х., «Вища школа». Изд-во при Харьк. Ун-те, 1977 г.
3. Жданюк В. К., Структурообразование в контактной зоне как основа формирования водостойчивости асфальтобетонов.- Дис. д-ра техн. Наук.-05.23.05., Харьков-2000, -370с.
4. Дорожный теплый асфальтобетон. Королев И.В. Издательское объединение «Вища школа», 1975, 156 с.
5. Сюньи Г.К. Асфальтовый бетон, ГОСТЕХИЗДАТ УССР, Киев 1956