

Українська державна академія залізничного транспорту

Лапченко Артем Сергійович

УДК 691.16:665.7.035.6

**РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОПОЛІМЕРБЕТОНІВ ПРИ  
ДИНАМІЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ**

Спеціальність 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
**Золотарьов Віктор Олександрович,**

Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет, завідувач кафедри технології дорожньо-  
будівельних матеріалів.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

**Гамеляк Ігор Павлович,**

Національний транспортний університет, професор кафедри  
аеропортів;

кандидат технічних наук, доцент

**Гончаренко Валентин Валентинович,**

Автомобільно-дорожній інститут

Донецького національного технічного університету,  
доцент кафедри проектування доріг і штучних  
споруд.

Захист відбудеться «25» листопада 2010 р. о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої  
ради Д **64.820.02** в Українській державній академії залізничного транспорту (61050, м.  
Харків, пл. Фейєрбаха, 7).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного  
транспорту (61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7).

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
к.т.н., доцент

Г. Л. Ватуля

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Зараз для влаштування шарів покриттів дорожнього одягу все більш широко використовують асфальтополімербетони. Ефективне використання асфальтополімербетонів в значній мірі може бути забезпечене на стадії проектування за рахунок визначених реологічних властивостей і обліку його розрахункових характеристик. Відповідно до ВБН В.2.3-218-186-2004 «Дорожній одяг нежорсткого типу», однією з основних розрахункових характеристик асфальтобетону є модуль пружності. Очевидно, що модулі пружності асфальтополімербетонів залежать від особливостей їх складу і структури: типу асфальтополімербетону; складу бітуму, модифікованого полімером (БМП); властивостей початкового і модифікованого полімером бітумів. Проте, до теперішнього часу, через невивченість процесів деформування асфальтополімербетонів, фактично відсутні дані відносно розрахункових значень їх модулів пружності. У зв'язку з цим у ВБН В.2.3-218-186-2004, що діє, включено два усереднених значення модуля асфальтополімербетону: одне з них стосується всіх видів і типів асфальтополімербетонів на основі бітумів, модифікованих термоеластопластами, а друге – термопластами. Такий підхід суперечить основним положенням ДСТУ Б В.2.7-135:2007 «Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови», в якому вимоги до БМП не диференціюються залежно від класу полімеру, а визначаються маркою БМП.

Крім того, для прогнозування стійкості асфальтополімербетонів різних типів, під впливом автомобілів з великим навантаженням на вісь, необхідно враховувати межі переходу від лінійного до нелінійного деформування, чому в країнах СНД до теперішнього часу практично не приділяється увага. У цих умовах вивчення реологічних властивостей асфальтополімербетонів є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційні дослідження виконані відповідно до плану науково-дослідних робіт ХНАДУ і планом робіт Міністерства освіти та науки України, в рамках виконання держбюджетної науково-дослідної роботи по темі № 05-53-06 «Проблеми реологічної поведінки бетонів на основі бітумів, модифікованих полімерами» (№ державної реєстрації 0106U001362), а також, відповідно до плану робіт «Укравтодору» по темі № 90/38-01-06 «Визначити значення модулів пружності асфальтобетонів різних типів на основі бітумів, модифікованих полімерами, та включити їх у якості зміни до ВБН В.2.3-218-186-2004» (№ державної реєстрації 0106U006073).

**Мета дослідження.** Метою дослідження є визначення закономірностей реологічної поведінки асфальтополімербетонів і розробка на цій основі системи модулів пружності, що дозволяють об'єктивно враховувати деформаційні властивості різних асфальтополімербетонів при розрахунку нежорсткого дорожнього одягу.

**Завдання дослідження:**

1. Сформулювати теоретичні передумови впливу полімерів на особливості релаксаційних процесів і фізичних станів БМП, і асфальтополімербетонів.
2. Обґрунтувати взаємозв'язок механічних властивостей в'язучого та модулів пружності асфальтополімербетону.
3. Встановити межі зони лінійної в'язкопружної поведінки асфальтополімербетонів, які забезпечують підвищену надійність дорожніх покриттів.
4. Встановити залежність модулів пружності асфальтополімербетонів від кількості БМП і вмісту полімеру в ньому.
5. Вивчити вплив консистенції вихідних бітумів, модифікованих рівним вмістом полімеру, на реологічні властивості асфальтополімербетону.
6. Встановити значення реологічних показників асфальтополімербетонів різних гранулометричних складів (за ДСТУ Б. В. 2.7 – 119 – 2003).
7. Встановити взаємозв'язок між стандартними характеристиками БМП і модулем пружності асфальтополімербетону.
8. Порівняти реологічні властивості асфальтополімербетонів на основі бітумів, які містять різні полімери.
9. Запропонувати систему модулів пружності асфальтополімербетонів різних типів на БМП різної консистенції для включення у ВБН В.2.3-218-186-2004 «Дорожній одяг нежорсткого типу».

**Об'єкт дослідження.** Реологічна поведінка асфальтополімербетонів і асфальтобетонів різних гранулометричних типів та її зв'язок зі складом і властивостями бітумів, модифікованих полімерами.

**Предмет дослідження.** Асфальтополімербетони і асфальтобетони різних типів і бітуми, модифіковані полімерами.

**Методи дослідження.** Експериментальні дослідження бітумів, модифікованих полімерами, і асфальтобетонів на їх основі виконані з використанням стандартних методів оцінки їх якості. Комплексні модулі пружності та інші реологічні показники асфальтополімербетонів визначені в синусоїдальному режимі деформування, з використанням вібростенда ХНАДУ. У роботі застосовувались статистичні методи обробки результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- встановлені межі лінійної області деформування асфальтополімербетонів залежно від їх макроструктури і властивостей БМП;
- визначено вплив кількості БМП і вмісту в ньому полімеру на значення модулів пружності асфальтополімербетонів;
- встановлена залежність модулів пружності та критеріїв фізичних станів асфальтополімербетонів в широкому температурно-часовому діапазоні від в'язкості базових бітумів і БМП;
- визначені значення модулів пружності та показників фізико-механічного стану асфальтополімербетонів різних гранулометричних складів;
- показано існування тісного кореляційного зв'язку між модулями пружності асфальтополімербетонів, з одного боку, і пенетрацією модифікованого бітуму – з іншого; для асфальтополімербетонів і

асфальтобетонів на в'язучих рівної penetрації встановлена близькість значень їх модулів пружності.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі закономірностей зміни реологічних показників у процесі деформування в залежності від різних чинників (макроструктури асфальтополімербетону, кількості та виду полімеру, вмісту в'язучого і його консистенції, температури), отримані значення модулів пружності асфальтополімербетонів (як розрахункових характеристик), які запропоновано використовувати при переробці ВБН В.2.3-218-186-2004 «Дорожній одяг нежорсткого типу». Подані приклади розрахунку нежорсткого дорожнього одягу, які підтверджують підвищену їх надійність у разі використання асфальтополімербетонів.

**Особистий внесок здобувача полягає в:**

- аналізі літературних джерел;
- розробці теоретичних передумов;
- встановленні зон лінійної в'язкопружності асфальтополімербетонів під впливом різних чинників;
- визначенні впливу кількості бітумополімерного в'язучого та вмісту полімеру на значення модулів пружності асфальтополімербетонів;
- встановленні залежностей модулів пружності і критеріїв фізичних станів асфальтополімербетонів в різних температурно-часових діапазонах від в'язкості базових бітумів і БМП;
- визначенні значень модулів пружності і критеріїв фізико-механічного стану асфальтополімербетонів різних гранулометричних складів;
- встановленні взаємозв'язку між модулями пружності асфальтополімербетонів, з одного боку, і penetрацією модифікованого бітуму – з іншого;
- загальному аналізі отриманих результатів дослідження.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи обговорювались на: міжнародних науково-технічних конференціях – «Современные технологии и материалы в дорожном хозяйстве» (Харків, ХНАДУ, 16-17 листопада 2006 р.); «Структурообразование, технология, свойства и долговечность органических вяжущих и бетонов на их основе» (Харків, ХНАДУ, 22-23 листопада 2007 р.); «Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог» (Харків, ХНАДУ, 24-25 квітня 2008 р.); «Эффективные материалы, технологии, машины и оборудование для строительства и эксплуатации современных транспортных сооружений» (Росія. Белгород. 3-4 грудня 2009 р.); конференції «Молоді вчені – автомобільним дорогам XXI століття» (Київ, НТУ, 29-30 травня 2008 р.); на щорічних конференціях викладачів і наукових співробітників ХНАДУ (2006-2010 р.р.).

**Публікації.** Основні положення роботи відображені у 8 статтях, опублікованих у виданнях, рекомендованих ВАК України.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 231 сторінці, з яких 148 сторінок – належить до основного тексту і складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури з 213 найменувань, 5 додатків і містить

55 рисунків, 35 таблиць, 56 формул.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформульовані мета і задачі дисертаційної роботи, розкрита її наукова новизна і практичне значення.

У першому розділі розглядається стан наукової проблеми та викладається аналіз наукових джерел по ній. Відповідно до даних літературних джерел, одним з перспективних шляхів підвищення якості асфальтобетону та довговічності покриттів є модифікація бітумів полімерними добавками. Найчастіше для цієї мети використовуються полімерні добавки термопластів, термоеластопластів і латексів. Як показали дослідження Гохмана Л.М., Попченко С.М., Стабникова М.В., Братчуна В.І., Золотарьова В.О., Лаврухіна В.П., Мозгового В.В., Кіщинського С.В., Witezak'a M., Vonk'a W., Sybilski D., King'a C., Judyski J., Lee J., Olard'a F. і інших, добавки полімерів різних класів до бітуму покращують показники міцності та деформативність асфальтополімербетонів, розширюють їх інтервал «пластичності», а також знижують температурну чутливість реологічних показників (модуля пружності, міцності на розтяг при згині).

У той же час, результати вивчення реологічних характеристик асфальтополімербетону мають суперечливий характер. Відсутні надійні відомості про здатність асфальтополімербетону деформуватися без накопичення залишкових деформацій, про критерії, що характеризують межі переходу асфальтополімербетону від лінійної до нелінійної в'язкопружної поведінки, коли зберігається постійність модулів пружності при збільшенні напруження або амплітуди. Це приводить до невідповідності і, навіть, недостовірності результатів визначення модулів пружності як асфальтобетонів, так і асфальтополімербетонів. Відсутні систематичні дослідження асфальтополімербетонів різних типів при циклічних, близьких до експлуатаційних, режимах дії. Прийняті методи і система оцінки процесів деформування асфальтополімербетонів є недосконалими і не відповідають умовам роботи цього матеріалу при дії експлуатаційних і кліматичних чинників. Існують суперечливі дані по розрахункових значеннях модулів пружності асфальтополімербетонів на БМП з різним вмістом полімеру. Відсутні дані, що характеризують взаємозв'язок стандартних властивостей в'язучих з реологічними властивостями асфальтополімербетонів.

У другому розділі наведені теоретичні передумови, які зводяться до наступного. Дорожні бітуми не здатні до високоеластичних деформацій у фундаментальному (загальноприйнятому) їх розумінні. Введення кількості термоеластопласту, що збільшується, приводить до принципових змін структури і властивостей бітумного в'язучого. При малому вмісті полімеру, коли бітум ще залишається матрицею, в ньому формується структура бітумополімеру, яка додає йому еластичності. При інверсії бітумної та полімерної фаз, у випадку великого вмісту полімеру, еластичність виходить на плато, а полімерна матриця забезпечує низькотемпературні властивості нового

типу БМП – полімербітуму. Між цими двома крайніми типами існує безліч перехідних систем.

На основі термомеханічного аналізу полімерних систем за методом Каргіна В.О. (рис. 1.а), можна стверджувати, що термомеханічна крива бітумів відповідає залежності, наведеній на рис. 1.б.

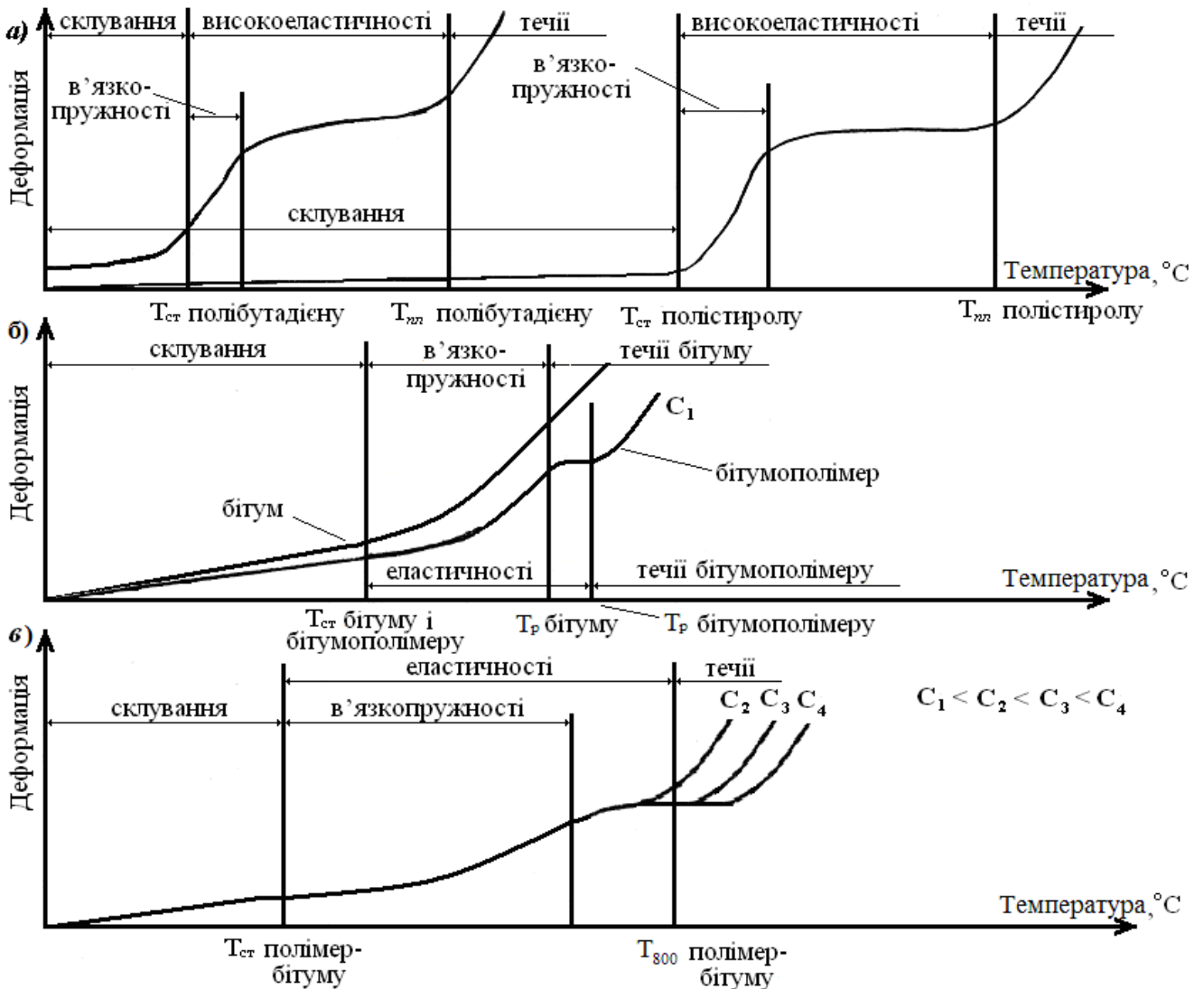


Рис. 1. Характерні фізичні стани:

а) полімеру типу SBS; б) бітуму та бітумополімеру; в) полімербітуму

Термопласти типу SBS складаються з доменів полістиролу, поєднаних полібутадієновими ланцюгами. Індивідуальні термомеханічні криві бутадієну та стиролу характеризуються залежностями, наведеними на рис. 1.а. Вони відрізняються температурами склування (мінус 60 °C у полібутадієну та плюс 100 °C у полістиролу) і температурами течії (плюс 30 °C у полібутадієну і плюс 140 °C у полістиролу), області еластичності цих сополімерів зміщені майже на 70 °C.

З введенням до бітуму малої кількості SBS відбувається утворення зв'язаної полімер-асфальтенової сітки. При цьому частина дисперсійного бітумного середовища може адсорбуватися полімерною сіткою. Проте, середовищем в такій системі залишається мальтенова складова бітуму, яка

визначає температуру склування БМП. Згідно з даними Золотарьова В.О., така система є бітумополімерним в'язучим, яке відрізняється від бітуму наявністю високої еластичності (рис. 1.б) і зниженої penetрації, через утворення сітки і наповнення матричного середовища доменами полістиролів. Це супроводжується зростанням температури розм'якшеності (умовної температури плавлення) бітуму.

При великому вмісті полімеру відбувається інверсія фаз. БМП стає полімербітумним в'язучим, у якого знижена температура склування (за рахунок включення в роботу еластичних полібутадієнових зв'язків), при підвищенні температури склування власне бітумної фази через зниження вмісту мальтенів, особливо вуглеводневої складової бітуму, яка витрачається на набухання і пластифікацію SBS. При цьому, полімербітум має повноцінну еластичну деформацію, яка досягає 800 %, знижуються його penetрація і температура склування (рис. 1.в). В той же час, температура плавлення полімербітуму (умовна  $T_p$  або  $T_{800}$ ) зростає тим більше, чим більше вміст полімеру. Максимальна межа сумісності та самого існування такого БМП обмежується технологічними межами. Між двома крайніми типами БМП існує перехідний тип, який в більшій або меншій мірі тяжіє до бітумополімеру або полімербітуму.

Зважаючи на положення про те, що реологічні властивості асфальтобетону обумовлені релаксаційними властивостями в'язучого і враховуючи те, що зі зміною типу БМП принципово змінюються його релаксаційні властивості, можна стверджувати, що це приводить до істотних змін властивостей асфальтополімербетонів. При від'ємних температурах співвідношення між часом релаксації та заданим часом деформування відповідає нерівності:

$$\left(\tau/\tau_n\right)_B > \left(\tau/\tau_n\right)_{БМП} > \left(\tau/\tau_n\right)_{ПМБ}. \quad (1)$$

При високих позитивних температурах ця нерівність приймає вигляд:

$$\left(\tau/\tau_n\right)_B < \left(\tau/\tau_n\right)_{БМП} < \left(\tau/\tau_n\right)_{ПМБ}, \quad (2)$$

де  $\left(\tau/\tau_n\right)_B$ ,  $\left(\tau/\tau_n\right)_{БМП}$ ,  $\left(\tau/\tau_n\right)_{ПМБ}$  – відношення часу релаксації до часу дії навантаження для асфальтобетону, асфальтополімербетонів на бітумополімерному та полімербітумному в'язучих, відповідно.

З урахуванням залежностей (1, 2) модулів пружності асфальтобетону від швидкості деформування та температури можна припустити такий розподіл модулів пружності бетонів на БМП. Асфальтополімербетон на основі полімербітумного в'язучого при низьких температурах може мати менше значення модуля пружності, ніж асфальтополімербетон на бітумополімерному в'язучому і набагато менше, ніж асфальтобетон на чистому бітумі. При позитивних температурах слід чекати зворотної тенденції. Простим аргументом на користь такого припущення може служити температурна чутливість даних систем.



Прогнозування тенденцій зміни модулів пружності асфальтополімербетонів з використанням традиційних показників властивостей в'язучих може ґрунтуватись на принциповій залежності, встановленій в роботах Neukelom'a W., Nagos'a E.T., Molenaar'a J.M.M., Gershkoff'a D., Vanelstraet'a A., Teugels'a W., модулів зсуву бітуму від пенетрації:

$$G_e^*(T, f) = f(I_{25}). \quad (3)$$

У свою чергу Золотарьовим В.О., Olard'ом F., Croix'ом P. було показано, що модуль пружності асфальтобетонів і асфальтополімербетонів знаходиться в прямій залежності, за інших рівних умов, від модуля зсуву в'язучого:

$$E_{a\bar{b}}^*(T, f) = f(G_e^*(T, f)). \quad (4)$$

Звідси логічно припустити, що в якості критерію прогнозування модуля пружності асфальтополімербетонів одного гранулометричного складу може бути прийнята пенетрація БМП при 25 °С:

$$E_{a\bar{b}}^*(T, f) = f(I_{25}), \quad (5)$$

де  $G_e^*(T, f)$  – комплексний модуль зсуву в'язучого, який залежить від температури і частоти деформування;

$E_{a\bar{b}}^*(T, f)$  – комплексний модуль пружності асфальтобетону та асфальтополімербетону при аналогічній температурі і частоті деформування;

$I_{25}$  – пенетрація в'язучого при 25 °С.

Перевірка викладених вище теоретичних припущень є однією з задач данної роботи.

**У третьому розділі** розглянуті матеріали та методи, прийняті для досліджень. Для приготування БМП використовувались бітуми марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200 та полімери: термоеластоласти SBS (Kraton D 1101 і Kraton D 1186), термопласт EVA 33-45, терполімер Elvaloy AM, латекс Butonal NS 198. Гранулометричні склади асфальтополімербетонів, прийнятих для дослідження, відповідають середнім повним залишкам дрібнозернистого асфальтобетону типу А, Б, В і Г згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2003.

Окрім показників властивостей, які регламентовані стандартами на бітум і асфальтобетон, визначали реологічні властивості асфальтополімербетонів на вібростенді ХНАДУ.

**У четвертому розділі** наведені результати досліджень реологічних властивостей асфальтополімербетонів.

Зважаючи на те, що розрахунок дорожнього одягу нежорсткого типу базується на принципі їх роботи в пружній стадії, були вивчені межі лінійної в'язкопружності асфальтополімербетонів різних типів і видів. Критеріями переходу з лінійної в нелінійну область слугують критичні напруження ( $\sigma_{кр}$ ) та деформації ( $\varepsilon_{кр}$ ), що відповідають порушенню прямолінійної залежності між

ними. Типові залежності такого вигляду для асфальтополімербетонів і асфальтобетонів наведені на рис. 2.

На основі таких залежностей отримані  $\epsilon_{кр}$  і  $\sigma_{кр}$  асфальтополімербетонів. В якості факторів, які впливають на ці показники, прийняті: в'язкість бітумів і бітумів, модифікованих однаковою кількістю полімеру; кількість щебеню; кількість БМП; кількість полімеру в БМП; вид полімеру.

Введення в бітум полімеру в кількості 3 % приводить до збільшення  $\epsilon_{кр}$  і  $\sigma_{кр}$ , приріст значень яких тим вище, чим нижче penetрація вихідного бітуму. Якщо на бітумі БНД 40/60 приріст підсилення полімером по  $\sigma_{кр}$  склав 1.41 рази, а по  $\epsilon_{кр}$  – 1.14 рази, то для бітуму БНД 130/200 – 2.67 і 1.62 рази, відповідно (табл. 1). В той же час, у разі порівняння асфальтополімербетонів і асфальтобетонів на в'язучих рівної консистенції (пенетрації), істотної різниці в значеннях характеристик не спостерігається.



Рис. 2. Залежність напруження-деформація при температурі 20 °C і частоті 0,5 Гц асфальтобетонів типу Б на бітумах –  $\diamond$  БНД 90/130;  $\triangle$  БНД 60/90; і асфальтополімербетону на в'язучому –  $\blacklozenge$  БНД 90/130 + 3 % SBS

Величини  $\epsilon_{кр}$  і  $\sigma_{кр}$  асфальтополімербетону значно менше змінюються зі зміною вмісту щебеню, ніж зі зміною марки БМП. Максимальні  $\sigma_{кр}$  і  $\epsilon_{кр}$  відповідають асфальтополімербетону з помірним вмістом щебеню (40 %), для якого значення склали 0.086 МПа і  $0.397 \cdot 10^{-4}$ , відповідно. Це може бути обумовлено раціональним поєднанням властивостей асфальтов'язучого та мінерального остову асфальтополімербетону.

При зростанні вмісту полімеру  $\epsilon_{кр}$  асфальтополімербетону збільшується та перевищує  $\epsilon_{кр}$  асфальтобетону на чистому бітумі: при вмісті полімеру 3 % – у 1.18 рази; при 5 % – у 1.72 рази; при 7 % – у 2.09 рази і при 10 % – у 2.16 рази, а  $\sigma_{кр}$  – в 1.95; 3.27; 3.41; 3.64 разів, відповідно (табл. 2).

Різновид полімеру, який застосовується, не змінює принципового механізму деформування асфальтополімербетону. Асфальтополімербетони з використанням Butonal NS 198, Elvaloy AM, термоеластоластів (Kraton D 1101 та Kraton D 1186) і термопласту EVA 33-45 характеризуються близькими значеннями  $\sigma_{кр}$  і  $\epsilon_{кр}$ , що може пояснюватись близькою умовною в'язкістю в'язучих. Коливання  $\sigma_{кр}$  знаходяться в межах від 0.070 МПа (БНД 90/130 + 3 % Kraton D 1186) до 0.091 МПа (БНД 90/130 + 1.8 % Elvaloy AM), а  $\epsilon_{кр}$  – від

$0.380 \cdot 10^{-4}$  (БНД 90/130 + 3.5 % Butonal NS 198) до  $0.405 \cdot 10^{-4}$  (БНД 90/130 + 1.8 % Elvaloy AM).

Для оцінки впливу на температурні зміни  $E^*$  різних чинників можуть бути використані залежності наведені на рис. 3. Для аналізу температурної залежності  $E^*$  асфальтополімербетонів були прийняті три умовні параметри: коефіцієнт температурної чутливості ( $K_{т.ч.}$ ) в зоні в'язкопружної поведінки – уявляє собою відношення приросту логарифму модуля на градус  $\{\Delta \lg(E^*)/\Delta T\}$ ; умовна температура переходу до склоподібного стану ( $T_{ск.}$ ), яка відповідає досягненню модулем значення  $1 \times 10^4$  МПа; умовна температура переходу до рівноважного в'язкопластичного стану ( $T_{вп.}$ ), яка характеризується досягненням  $E^*$  значення  $10^2$  МПа (в більшості випадків, визначена екстраполяцією).

Таблиця 1

Реологічні характеристики асфальтобетонів і асфальтополімербетонів на в'язучих різної консистенції

Найменування параметру	Т, °С	f, Гц	Індекс в'язучого та penetрація (0.1 мм)								
			БНД 46	БМП 30	БНД 70	БМП 46	БНД 116	БМП 60	БНД 176	БМП 66	БМП 126
Комплексний модуль пружності ( $E^*$ ), МПа	-20	0.5	10000	12020	9120	10000	8240	8910	9770	9330	9120
	0	0.5	6610	6920	5010	6460	4270	5130	3890	4790	3800
	+20	0.5	2400	2880	1860	2190	1320	1860	1000	1780	1150
	+50	0.5	590	690	380	560	320	480	200	360	270
Умовна температура склування ( $T_{ск.}$ ), °С	-	0.01	-12.5	-12.5	-16.5	-16.5	-18.5	-18.5	-22	-22	-24
	-	0.5	-7.5	-7.5	-9.5	-9.5	-11.5	-11.5	-14.5	-14.5	-19
Температура крихкості бітуму $T_{кр.}$ , °С	-	-	-15	-14	-18	-17.5	-19.5	-20	-22.5	-21	-24.5
Коефіцієнт температурної чутливості ( $K_{т.ч.}$ )	-	0.01	0.029	0.025	0.029	0.024	0.031	0.026	0.032	0.027	0.029
Коефіцієнт пластичності (m)	+20	-	0.18	0.15	0.2	0.17	0.21	0.18	0.24	0.21	0.2
Температура переходу до в'язкопластичного стану ( $T_{вп.}$ ), °С	-	0.01	58	69	51	65	46.5	59	40.5	53.5	45
$\sigma_{кр.}$ , МПа	+20	0.5	0.142	0.200	0.082	0.140	0.044	0.086	0.024	0.064	0.036
$\epsilon_{кр.} \times 10^{-4}$	+20	0.5	0.590	0.670	0.405	0.590	0.335	0.395	0.225	0.365	0.315

Примітка:  $T$  – температура випробування,  $f$  – частота деформування

Температура склування залежить від частоти деформування. Залежності, які представлені на рис. 4, свідчать про те, що  $T_{ск}$  зміщується зі зменшенням частоти деформування досліджуваного асфальтополімербетону в область нижчих температур. При вказаному зростанні частоти деформування  $T_{ск}$  асфальтополімербетону зростає на 5...6 °С. Подібні залежності  $T_{ск}$  від частоти встановлені для асфальтобетону.

Температура склування асфальтополімербетону на бітумі з 3 % полімеру і асфальтобетону на вихідному бітумі однакова, що відповідає постійному значенню температури крихкості бітуму та його аналога з 3 % полімеру (табл. 1). Що стосується  $T_{вп}$ , то для асфальтополімербетону вона набагато вища. Так, для асфальтобетону на бітумі з  $P_{25} = 116 \times 0.1$  мм вона дорівнює 46.5 °С, а для асфальтополімербетону на тому ж бітумі з 3 % Kraton D 1101 її значення дорівнює 59 °С. Це добре відповідає теоретичним передумовам.

Таблиця 2  
Реологічні властивості бетонів на основі бітумів  
з різним вмістом SBS (Kraton D 1101)

Найменування параметру	$T$ , °С	$f$ , Гц	Індекс в'язучого				
			БНД 90/130	БНД 90/130 + 3% SBS	БНД 90/130 + 5% SBS	БНД 90/130 + 7% SBS	БНД 90/130 + 10% SBS
Комплексний модуль пружності $E^*$ , МПа	-20	0.5	8240	8910	8910	9120	7410
	0	0.5	4270	5130	6030	5010	4070
	+20	0.5	1320	1860	2460	2090	2000
	+50	0.5	320	480	550	650	810
Умовна температура склування $T_{ск}$ , °С	-	0.01	-18.5	-18.5	-18.5	-20	-29.5
		0.5	-11.5	-11.5	-12.5	-17.5	-24.5
Коефіцієнт температурної чутливості ( $K_{т.ч.}$ )	-	0.01	0.031	0.026	0.024	0.022	0.019
		0.5	0.029	0.024	0.02	0.017	0.015
Температура переходу до в'язкопластичного стану $T_{вп}$ , °С	-	0.01	46.5	59	65	67.5	71.5
Інтервал пластичності, °С	-	0.01	65	77.5	83.5	87.5	101
$\sigma_{кр}$ , МПа	+20	0.5	0.044	0.086	0.144	0.150	0.160
$\epsilon_{кр} \times 10^{-4}$	+20	0.5	0.335	0.395	0.575	0.700	0.725

Примітка:  $T$  – температура випробування,  $f$  – частота деформування

Бітумополімерні в'язучі є набагато в'язкішими, ніж початкові бітуми. Це призводить до збільшення  $E^*$  асфальтополімербетонів у порівнянні з асфальтобетонами на вихідному бітумі при однаковій температурі та частоті (табл. 1).

При використанні в'язучих близької пенетрації коефіцієнт температурної чутливості у асфальтополімербетонів завжди нижчий, ніж асфальтобетону. В той же час,  $T_{вп}$  вище (за винятком систем БНД 116 і БМП 126), а  $T_{ск}$  істотно нижче у асфальтополімербетонів.

У країнах СНД до теперішнього часу не вивчений вплив вмісту полімеру в БМП на реологічні властивості асфальтополімербетону. Наведені в табл. 2 дані показують, що при високій температурі (50 °С) спостерігається істотна відмінність значень модулів пружності асфальтобетону на бітумі БНД 90/130 і асфальтополімербетонів на в'язучих з 3 %, 5 %, 7 % і 10 % полімеру. При збільшенні кількості полімеру, значення  $E^*$  асфальтополімербетонів підвищуються. Перевищення модулів пружності асфальтополімербетону з 10 % полімеру відносно до асфальтобетону досягає 2.5 разів. При температурі мінус 20 °С співвідношення модулів пружності асфальтополімербетону (5 % полімеру) і асфальтобетону знижується до 1.06. При вмісті 10 % полімеру модуль пружності асфальтополімербетону стає в 1.11 рази менше, ніж асфальтобетону. Це обумовлено, головним чином, температурною чутливістю БМП, яка істотно знижується при збільшенні вмісту полімеру в бітумі. При температурі плюс 20 °С співвідношення значень модулів асфальтополімербетону з 5 % полімеру і асфальтобетону дорівнює 1.85. При вищому вмісті полімеру модуль пружності асфальтополімербетону зменшується, хоча і залишається більшим, ніж асфальтобетону. У випадку асфальтополімербетону з 7 % полімера це перевищення дорівнює 1.58 рази, а асфальтополімербетону з 10 % полімера – в 1.4 рази. Приріст модулів пружності асфальтополімербетонів тісно пов'язаний зі зменшенням пенетрації від 116x0.1 мм до 38x0.1 мм при переході від бітуму до БМП.

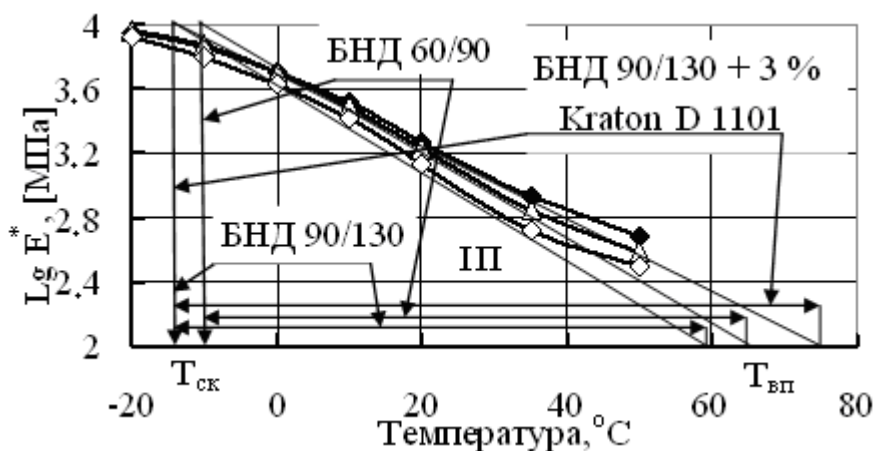


Рис. 3. Температурна залежність  $E^*$  асфальтобетонів і асфальтополімербетонів типу Б при частоті  $f = 0.5$  Гц на в'язучих:  $\diamond$  – БНД 90/130;  $\blacklozenge$  – БНД 90/130 + 3% Kraton D 1101;  $\triangle$  – БНД 60/90

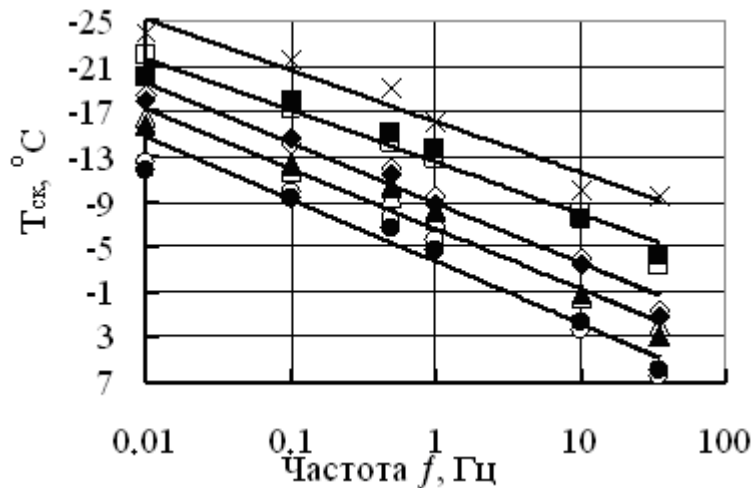


Рис. 4. Залежність  $T_{ск}$  асфальтополімербетонів і асфальтобетону від частоти на в'язучих: ○ – БНД 40/60; ● – БНД 40/60 + 3% SBS; △ – БНД 60/90; ▲ – БНД 60/90 + 3% SBS; ◇ – БНД 90/130; ◆ – БНД 90/130 + 3% SBS; □ – БНД 130/200; ■ – БНД 130/200 + 3% SBS; × – БНД 200/300 + 3% SBS

Значення  $K_{т.ч.}$  при переході від асфальтобетону до асфальтополімербетонів при частоті 0.5 Гц істотно падає від 0.029 до 0.015 при 10 % SBS. Якщо прийняти інтервал між  $T_{ск}$  і  $T_{вп}$  за область в'язкопружності, то збільшення кількості полімеру сприяє розширенню цієї області, для тієї ж пари, від 65 °C до 101 °C. Ці результати є прямим підтвердженням гіпотези про пріоритетний вплив властивостей полімеру на властивості асфальтополімербетону.

До теперішнього часу для прогнозування теплостійкості асфальтополімербетону використовують температуру розм'якшеності. В той же час, в роботах Molenaar'а J.M.M. та Золотарьова В.О. показано, що ця температура не є об'єктивною для оцінки когезії БМП та зсувостійкості асфальтополімербетонів. Наведені на рис. 5 залежності показують, що між  $E^*$  та пенетрацією існує узагальнена залежність для асфальтобетонів та асфальтополімербетонів. В той же час, такої залежності  $E^*$  від температури розм'якшеності не спостерігається (рис. 6). Вони істотно різні для цих двох систем.

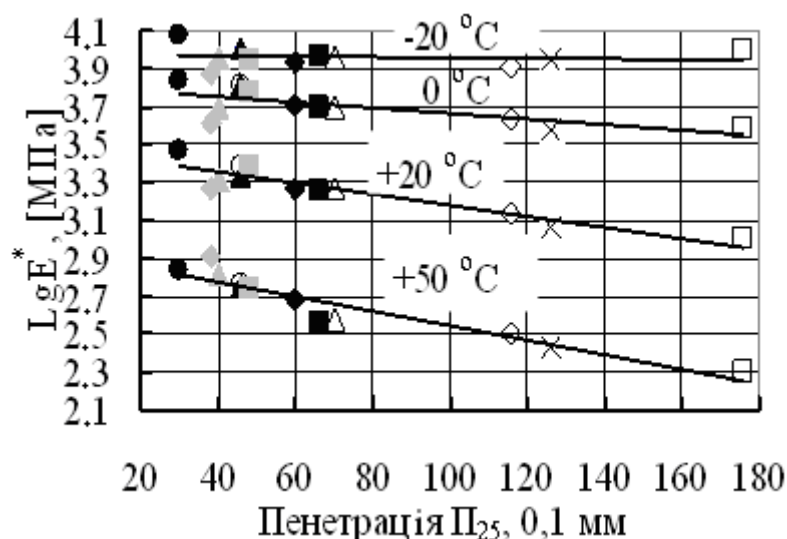


Рис. 5. Залежність  $E^*$  асфальтобетону і асфальтополімербетону від penetрації на в'язучих: ○ – БНД 40/60; ● – БНД 40/60 + 3 % SBS; △ – БНД 60/90; ▲ – БНД 60/90 + 3 % SBS; ◇ – БНД 90/130; ◆ – БНД 90/130 + 3 % SBS; □ – БНД 130/200; ■ – БНД 130/200 + 3 % SBS; × – БНД 200/300 + 3 % SBS; ■ – БНД 90/130 + 5 % SBS; ▲ – БНД 90/130 + 7 % SBS; ◆ – БНД 90/130 + 10 % SBS

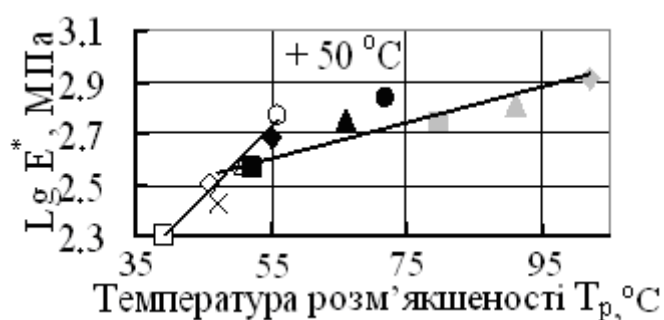


Рис. 6. Залежність  $E^*$  асфальтобетону і асфальтополімербетону від температури розм'якшення в'язучих (позначення ті ж, що на рис. 5)

Встановлення цього ефекту викликало необхідність порівняння значень модулів пружності всіх вивчених в роботі систем при рівній penetрації. Результати такого порівняння дозволили отримати узагальнену залежність (рис. 7), згідно з якою в діапазоні прийнятих температур модулі пружності асфальтобетонів та асфальтополімербетонів практично рівні. Це викликало необхідність перегляду нормативних значень короточасного модуля пружності, які прийняті у ВБН В.2.3-218-186-2004, і дозволило запропонувати метод прогнозування модулів пружності асфальтобетонів і асфальтополімербетонів за значеннями penetрації в'язучих.

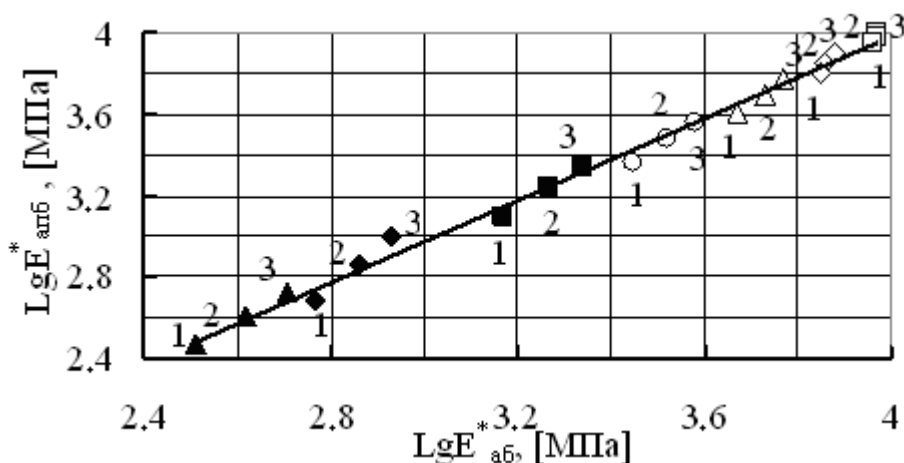


Рис. 7. Взаємозв'язок між модулями пружності асфальтополімербетонів і асфальтобетонів при рівних пенетраціях (1 –  $P_{25} = 50 \times 0.1$  мм; 2 –  $P_{25} = 75 \times 0.1$  мм; 3 –  $P_{25} = 110 \times 0.1$  мм) в'язучих. Температури визначення модулів: ▲ – 50 °С; ◆ – 35 °С; ■ – 20 °С; ○ – 10 °С; △ – 0 °С; ◇ – мінус 10 °С; □ – мінус 20 °С. Частота випробування – 0.5 Гц

У п'ятому розділі, відповідно до отриманих результатів досліджень, представлені значення розрахункових модулів пружності (табл. 3), які рекомендується включати в якості Зміни № 3 у ВБН В.2.3-218-186-2004. Особливістю системи модулів, що пропонується, є виключення диференціації по видах полімерів та введення диференціації по типах асфальтополімербетонів і марках БМП.

Для практичного застосування пропонується методика розрахунку модулів пружності асфальтополімербетонів різних гранулометричних типів на БМП різних марок. При розрахунку значень модулів пружності асфальтополімербетону при заданій температурі та частоті деформування використовується ряд коефіцієнтів, чисельні значення яких приведені в дисертації.

Зв'язок між пенетрацією в'язучого та модулем пружності різних типів асфальтополімербетонів може характеризуватися емпіричною формулою 6:

$$Lg(E_{аб}^*(T; f_x)) = (A \cdot Lg(P_{25}) + B) \cdot n + m \cdot Lg(f_x) - 0.2 \cdot m, \quad (6)$$

де  $E_{аб}^*(T, f_x)$  – комплексний модуль пружності асфальтобетону (асфальтополімербетону) при пошуковій частоті та температурі, МПа;

$A$ , МПа / град. пенетрації;  $B$ , МПа – числові параметри залежності, що відповідають за температурний чинник;

$P_{25}$  – пенетрація в'язучого при 25 °С, град. пенетрації;

$n$  – поправочний коефіцієнт, що враховує тип асфальтобетону;

$m$  – коефіцієнт пластичності асфальтобетону, МПа/Гц;

$f_x$  – пошукова частота, Гц.

Таблиця 3

Розрахункові значення короткочасного модуля пружності



## асфальтополімербетонів

Матеріал	Марка БМП	Тип	Розрахункові значення короткочасного модуля пружності $E$ , МПа, при температурі покриття, °С				
			0	+10	+20	+30	+40
Асфальто-полімербето н	БМП 40/60-56	А	5470	2870	1950	900	410
		Б	6000	3800	2300	1350	830
		В	6950	5000	2600	1460	720
		Г	6420	3800	2500	1210	570
	БМП 60/90-52	А	4650	2420	1530	640	290
		Б	5100	3200	1800	950	590
		В	5900	4210	2030	1030	510
		Г	5460	3200	1960	850	410
	БМП 90/130-49	А	4100	2040	1230	470	220
		Б	4500	2700	1450	700	450
		В	5210	3550	1640	760	390
		Г	4810	2700	1580	630	310
БМП 130/200-47	А	3370	1660	930	340	160	
	Б	3700	2200	1100	510	320	
	В	4280	2900	1240	550	280	
	Г	3960	2200	1200	460	220	

Примітка: Значення модулів пружності приведені до часу дії навантаження 0,1 с.

Використання системи коефіцієнтів, встановлених на основі залежностей модулів пружності від різних чинників, дозволяє отримати значення модулів пружності з похибкою, що не перевищує 15 % в порівнянні з експериментальним значенням. Наприклад: модуль пружності асфальтополімербетону типу Б на БМП з penetрацією  $75 \times 0.1$  мм при температурі 20 °С і частоті 1.59 Гц, що відповідає часу дії навантаження 0.1 с, при використанні коефіцієнтів  $A = \dots = -0.42$  МПа / град. penetрації,  $B = 4.37$  МПа,  $n = 1$ ,  $m = 0.16$  МПа/Гц дорівнює 2090 МПа, що на 15 % відрізняється від запропонованого табличного значення.

Для аналізу впливу модифікації бітуму полімером на особливості конструкцій дорожнього одягу були зроблені розрахунки чотирьох варіантів конструкцій. Отримані результати свідчать про те, що використання у верхніх шарах дорожньої конструкції асфальтополімербетону призводить до підвищення коефіцієнтів запасу міцності, особливо за критерієм пружного прогину. При використанні асфальтополімербетону на бітумополімерному в'язучому (БНД 90/130 з 3 % Kraton D 1101) коефіцієнт запасу міцності за пружним прогином підвищується до 1.83, в порівнянні з асфальтобетоном на вихідному бітумі (БНД 90/130) – 1.78. При використанні полімербітумного в'язучого (БНД 90/130 з 10 % Kraton D 1101) – зростання досягає 1.91.

Використання бітуму та бітумополімерного в'язучого, що мають близьку пенетрацію, призводить до відповідно близьких значень модулів пружності асфальтобетону (бітум БНД 60/90) і асфальтополімербетону (БНД 90/130 з 3 % Kraton D 1101), а також близьких значень їх коефіцієнтів запасу міцності за пружним прогином – 1.83 і 1.83, відповідно.

## ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано релаксаційний механізм впливу термоеластопластів, які містяться в БМП, на температури переходу асфальтополімербетонів до склоподібного та в'язкопластичного станів. При цьому, перша є критерієм тріщиностійкості асфальто- і асфальтополімербетонів, друга – критерієм стійкості проти утворення незворотних деформацій в жарку пору року.
2. З використанням методу циклічного деформування встановлені: межі лінійного в'язкопружного деформування асфальтополімербетонів різних складів; температурні та частотні залежності модулів пружності асфальтополімербетонів в широкому діапазоні температур (від мінус 20 °С до плюс 50 °С) і частот (від 0.01 до 40 Гц); температури фізичних переходів асфальтополімербетонів; взаємозв'язок температур фізичних переходів асфальтополімербетонів з температурними переходами в'язучих; залежності умовних температур склування від частоти деформування.
3. Проведено порівняльний аналіз реологічних властивостей асфальтобетонів і асфальтополімербетонів. Показано, що значення модулів пружності асфальтополімербетонів і асфальтобетонів на бітумополімерах і бітумах рівної консистенції (пенетрації) в незначній мірі відрізняються один від одного.
4. Показано, що при введенні до бітуму 3 % SBS приріст значень модулів пружності асфальтополімербетонів тим більший, чим нижче консистенція (пенетрація) вихідного бітуму. При цьому, абсолютні значення модулів пружності асфальтополімербетонів на в'язучому з більшою пенетрацією залишаються меншими, ніж асфальтополімербетонів на БМП з меншою пенетрацією.
5. Перехід бітуму в бітумополімерне в'язуче, а потім – в полімербітумне при частоті 0.5 Гц, за рахунок інверсії фаз, призводить до: зростання  $\epsilon_{кр}$  у 2.16 рази і  $\sigma_{кр}$  в 3.64 рази; збільшення значень модулів пружності асфальтополімербетонів при високих температурах (плюс 50 °С) у 2.53 рази і їх зниження при від'ємній температурі (мінус 20 °С) в 1.11 рази; зниження коефіцієнта температурної чутливості в 1.93 рази; підвищення температури переходу у в'язкопластичний стан на 25 °С; зниження умовної температури склування на 13 °С.
6. Модуль пружності асфальтополімербетону безпосередньо залежить від консистенції бітумополімерного в'язучого незалежно від класу полімеру, який вживається. При близькій пенетрації в'язучих на

- бітумах, модифікованих різними полімерами (Kraton D 1101, Butonal NS 198, EVA 33-45, Kraton D 1186, Elvaloy AM), асфальтополімербетони характеризуються близькими значеннями модулів пружності, коефіцієнта температурної чутливості, температурами переходу до склоподібного і в'язкопластичного станів.
7. Отримані узагальнені залежності  $E^*$  асфальтобетонів на вихідному бітумі і на БМП від penetрації в'язучого. Використання глибини проникнення голки дозволяє достатньо точно розрахувати модуль пружності асфальтобетону і асфальтополімербетону згідно запропонованої в роботі системи емпіричних коефіцієнтів. Це пов'язано з міцнісною суттю показника penetрації в'язучого.
  8. Розроблена методика визначення значень короточасних модулів пружності асфальтополімербетонів різних типів на БМП різної в'язкості при заданій частоті і температурі випробування.
  9. В якості розрахункових запропоновані значення модуля пружності асфальтополімербетонів на в'язучих різної консистенції, які доцільно використовувати при переробці ВБН В.2.3-218-186-2004 «Дорожній одяг нежорсткого типу». Розроблена і затверджена Технічною радою Укравтодору Зміна № 3 до ВБН В.2.3-218-186-2004 «Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу», яка призначена для включення до ВБН В.2.3-218-186-2004.
  10. Виконано порівняльний розрахунок дорожнього одягу з використанням асфальтобетонів і асфальтополімербетонів, який показує можливість збільшувати коефіцієнт запасу міцності дорожньої конструкції за рахунок використання полімерів. У той же час, використання асфальтобетону і асфальтополімербетону на в'язучих, які мають близьку глибину проникнення голки, практично не змінюють параметри конструкції дорожнього одягу.

**Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в таких роботах:**

1. Лапченко А.С. Определение реологических характеристик асфальтополимербетонов / А.С. Лапченко // Науковий вісник будівництва ХДТУБА. – 2007. – Вип. 42. – С. 128-132.

2. Золотарев В.А. Реологические свойства асфальтополимербетонов / В.А. Золотарев, В.В. Маляр, А.С. Лапченко // Автошляховик України. – 2007. – № 6. – С. 27-31.

*Особистий внесок автора* – проведення експериментальних досліджень і аналіз отриманих результатів експерименту.

3. Золотарев В.А. Реологические свойства асфальтополимербетонов при динамическом режиме деформирования / В.А. Золотарев, В.В. Маляр, А.С. Лапченко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2008. – № 1. – С. 10-13.

*Особистий внесок автора* – проведення експериментальних досліджень і аналіз отриманих результатів експерименту.

4. Маляр В.В. Определение модуля упругости асфальтополимербетонов для расчета конструкций дорожных одежд / В.В. Маляр, В.А. Псюрник, А.С. Лапченко // Вестник ХНАДУ. – 2008. – № 40. – С. 84-86.

*Особистий внесок автора* – проведення експериментальних досліджень.

5. Лапченко А.С. Влияние состава модифицированного полимером битума на температурные характеристики асфальтополимербетонов / А.С. Лапченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2008. – Вип. 75. – С. 118-121.

6. Золотарьов В.О. Вплив вмісту полімеру типу СБС на реологічні показники асфальтополімербетонів / В.О. Золотарьов, А.С. Лапченко // Автошляховик України. – 2008. – № 5. – С. 29-35.

*Особистий внесок автора* – проведення експериментальних досліджень.

7. Лапченко А.С. Сравнение модулей упругости асфальтополимербетонов на вяжущих с термопластом и термоэластопластом / А.С. Лапченко // Вісник ДонНАБА. – 2009. – № 2009-1 (75). – С. 27-31.

8. Лапченко А.С. Влияние содержания вяжущего на реологические характеристики асфальтополимербетонов и асфальтобетонов / А.С. Лапченко // Вісник ДонНАБА. – 2010. – № 2010-1 (81). – С. 90-94.

## АНОТАЦІЯ

Лапченко Артем Сергійович. Реологічні властивості асфальтополімербетонів при динамічному деформуванні. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - будівельні матеріали та вироби. - Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2010 р.

На підставі критичного огляду стану питання доведена необхідність розробки номенклатури модулів пружності, що дозволяє об'єктивно враховувати деформативні властивості різних асфальтополімербетонів при розрахунку нежорстких дорожніх одягів.

Теоретично обґрунтовано релаксаційний механізм впливу термоеластопластів, які містяться в БМП, на температури переходу асфальтополімербетонів до склоподібного та в'язкопластичного станів, а також взаємозв'язок характеристик міцності в'язучого й асфальтополімербетону на його основі.

Показано, що перехід бітуму в бітумополімерне в'язуче, а потім в полімербітумне призводить до: зростання критичних деформацій та напружень; збільшення значень модулів пружності асфальтополімербетонів при високих температурах (плюс 50 °С) та їх зниження при від'ємних температурах (мінус 20 °С); зниження коефіцієнта температурної чутливості; підвищення температури переходу в в'язкопластичний стан; зниження умовної температури склування.

Встановлено, що асфальтополімербетони на основі в'язучих, модифікованих прийнятими для досліджень полімерами, з близькою пенетрацією, характеризуються близькими значеннями модулів пружності,

коефіцієнта температурної чутливості, температур переходу до склоподібного й вязкопластичного станів.

Виведено емпіричну формулу для визначення модулів пружності асфальтобетонів і асфальтополімербетонів будь-яких типів з оптимальним вмістом бітуму, яка враховує використання бітумів, бітумополімерів, полімербітумів і працює в області температур від мінус 20 °С до плюс 50 °С, і діапазоні частот деформування від 0.01 Гц до 40 Гц.

**Ключові слова:** асфальтополімербетон, фізико-механічні властивості, модуль пружності, температура склування, критичні деформації.

## АННОТАЦИЯ

Лапченко Артем Сергеевич. Реологические свойства асфальтополимербетонов при динамическом деформировании. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2010 г.

На основании критического обзора состояния вопроса доказана необходимость разработки номенклатуры модулей упругости, позволяющей объективно учитывать деформативные свойства различных асфальтополимербетонов при расчете нежестких дорожных одежд.

Теоретически обоснован релаксационный механизм влияния термоэластопластов, содержащихся в БМП, на температуры перехода асфальтополимербетонов в застеклованное и вязкопластическое состояния, а также взаимосвязь прочностных характеристик вяжущего и асфальтополимербетона на его основе.

Показано, что переход битума в битумополимерное вяжущее, а затем в полимербитумное приводит к: росту критических деформаций и напряжений; увеличению значений модулей упругости асфальтополимербетонов при высоких температурах (50 °С) и их снижению при отрицательной температуре (минус 20 °С); понижению коэффициента температурной чувствительности; повышению температуры перехода в вязкопластическое состояние; снижению условной температуры стеклования (при переходе битумополимерного вяжущего к полимербитумному).

Установлено, что асфальтополимербетоны на основе вяжущих, модифицированных принятыми для исследований полимерами, и имеющих близкую пенетрацию, характеризуются близкими значениями модулей упругости, коэффициента температурной чувствительности, температурами перехода в стеклообразное и вязкопластическое состояния.

**Ключевые слова:** асфальтополимербетон, физико-механические свойства, модуль упругости, температура стеклования, критические деформации.

## ABSTRACT

Lapchenko Artem Sergiyovich. Rheological properties of asphalt-polymer concrete at dynamic deformation. - Manuscript.

The dissertation for a scientific degree of Candidate of Sciences (Technics) on a speciality 05.23.05 - building materials and products. - the Ukrainian state academy of a railway transport, Kharkov, 2010.

On the basis of the critical review of a condition of a question, necessity of working out of the nomenclature of elasticity modules, that allowing objectively to consider deformation properties various asphalt-polymer concretes at calculation of flexible road pavements is proved.

It is theoretically proved relaxation mechanism of the influence thermoplastic elastomers, that containing in PMB, on asphalt-polymer concretes temperatures of transition in glass-like and viscoplastic state, and also correlation of strength characteristics of binders and asphalt-polymer concrete on its basis.

Modification bitumen to bitumen-polymer binder, and then in polymer-bitumen results in: growth of critical deformations and pressure; increase in values of asphalt-polymer concretes elasticity modules at heats (50 °C) and to their decrease at negative temperature (minus 20 °C); to decreasing of coefficient of temperature sensitivity; to increasing of transition temperature in viscoplastic state; to decrease of relative glass transition temperature (at modification of bitumen-polymer binder in polymer-bitumen).

It is established, that asphalt-polymer concretes, on the base of binders, modified by the polymers accepted for researches, and having similar penetration, are characterized by similar values of elasticity modules, factor of temperature sensitivity, temperatures of transition in glass-like and viscoplastic state.

**Keywords:** asphalt-polymer concrete, physical-mechanical properties, elasticity module, glass transition temperature, critical deformations.