

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 10

Луцьк – 2018

У збірнику висвітлюються результати експериментально-теоретичних досліджень будівельних матеріалів і конструкцій, технологій їхнього виготовлення та експлуатації, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методів їхнього розрахунку.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

Головний редактор - **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ);

Заступник редактора - **Максимович В.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ);

Відповідальний секретар - **Андрійчук О.В.**, к.т.н. (Луцький НТУ);

Бабич Є.М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (Національний авіаційний університет); **Богаткевич Януш**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Бондарський О.Г.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Делявський М.В.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (Харківський національний автомобільно-дорожній університет); **Іванченко Г.М.**, д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (Національний транспортний університет); **Солодкий С.Й.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ).

Технічний секретар – **Ужегов С.О.**

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво серія КВ, № 20340-10140Р від 31.05.2013 р.).

Включений Міністерством освіти і науки України до переліку наукових фахових видань України (Наказ МОН України, № 747 від 13.07.2015 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 4 від 26 грудня 2018 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра будівництва та цивільна інженерії, e-mail: Zbirmukfbd@gmail.com, <http://bf.lntu.edu.ua/fakultet/zbirmuk.html>, телефон (0332) 26-24-60

УДК 625.85

ВИЗНАЧЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ТА РОЗТЯЖНОСТІ (ДУКТИЛЬНОСТІ) МОДИФІКОВАНИХ БІТУМІВ

DETERMINATION OF UNIFORMITY AND POPULATION (DYNAMICITY) OF MODIFIED BITUMES

Талах Л.О., к.т.н., доц., Парфентьєва І.О., к.т.н., доц., Процюк В.О., асистент, Корева О.О., магістр (Луцький НТУ, м. Луцьк)

Talakh L.O., Ph.D associate professor, Parfentieva I.O., Ph.D. associate professor, Protsiuk V.O., assistant, Coreva O.O., master (Lutsk National Technical University, Lutsk)

Наведено результати експериментальних досліджень однорідності та розтяжності (дуктильності) дорожніх бітумів, модифікованих полімерно-активними добавками Kraton D, Calprene C-411, Calprene C-501 і восковою добавкою Sasobit.

Homogeneity characterizes the uniform distribution of polymer in bitumen and the dispersion of its particles. This property of the bitumen-polymeric binder is used in its production to determine the mixing time of bitumen with the polymer, as well as for operational and receiving control. In these conditions, the use of modified bitumen can significantly increase the strength of asphalt concrete at high temperatures and at the same time ensure its high resistance to cracks in the winter.

The bitumen stretch is the ability of the sample (in the form of eight) to increase the length without rupture continuity at a constant rate of deformation and a given temperature. The exponent value is the absolute elongation (in centimeters) of the sample until it ruptures. The tensile index is correlated with the cohesive strength of bitumen and its resistance to aging during the period of operation. The high value of tensile strength indicates a significant content in bitumen resins, and small amounts of oils and asphaltenes. For the determination of the softening temperature of bitumen and modified bitumen, the standard methods used for the study of bitumen and modified bitumen were used.

The results of experimental studies of homogeneity and elongation (ductility) of road bitumen modified by polymeric active

additives Kraton D1101, Calprene C-411, Calprene C-501 and Sasobit wax were introduced.

Ключові слова: бітум, модифікований бітум, добавка, однорідність, дуктильність.

Keywords: bitumen, modified bitumen, additive, uniformity, ductility.

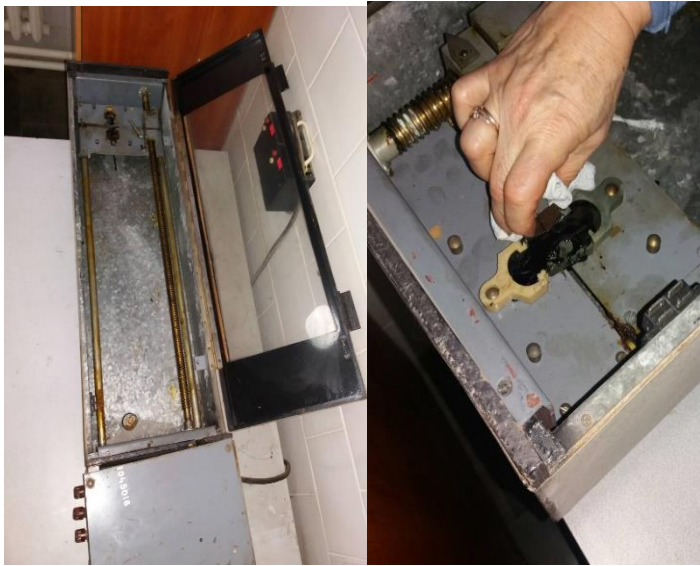
Однорідність характеризує рівномірність розподілу полімеру в бітумі та дисперсність його частинок. Ця властивість бітумополімерного в'язучого використовується при його виробництві для визначення часу змішування бітуму з полімером, а також для операційного та приймального контролю.

Випробування бітумів та модифікованих бітумів на однорідність проводили згідно методик [1].

Пробу бітумополімерного в'язучого масою 0,5 кг відливали у фарфоровий стакан. Температура в'язучого в стакані має бути не меншою за температуру його змішування. Вона становила $(25 \pm 0,1)$ °С. Скляну паличку занурювали у пробу в'язучого на 3–4 с, потім виймали звідти і оцінювали стан плівки в'язучого на її поверхні. Бітумополімерне в'язуче має стікати з палички рівномірно і на її поверхні не повинно бути згустків, грудочок та крупинок. Однорідність визначали порівнянням результатів трьох випробувань. Якщо два з трьох випробувань дають позитивний результат, то в'язуче вважають таким, що витримало випробування на однорідність, його можна використовувати для інших випробувань.

Розтяжність бітуму – це здатність зразка (у формі вісімки) до збільшення довжини без розриву суцільності при постійній швидкості деформування та заданій температурі. Показником розтяжності є абсолютне подовження (в сантиметрах) зразка до моменту його розриву. Показник розтяжності корелюється з когезійною міцністю бітуму і стійкістю його проти старіння за період експлуатації. Високе значення розтяжності свідчить про значний вміст у бітумі смол, а мале – оливи та асфальтенів.

Для визначення розтяжності використовували дуктилометр (рис.1).



а) б)
Рис. 1. Дуктилометр для випробування бітуму на розтяжність:
а) – зразок-вісімка; б) – дуктилометр

Внутрішню сторону вкладишів форм-вісімок та пластину, на якій розміщується форма з бітумом покривали сумішшю талька з гліцерином 1 : 3. Підготовлений до випробувань бітум заливали в три форми тонким струменем від одного кінця форми до другого. Рівень бітуму має бути дещо вищим від країв форми. Охолоджували бітум у формі 30–40 хв при температурі оточуючого середовища 25°C. Після цього надлишок бітуму зрізали гарячим ножем від середини до країв так, щоб бітум заповнював форми рівень з краями.

Пластину зі зразком розміщували у водяній ванні дуктилометра. Рівень води над шаром бітуму має бути не менш 25 мм. При визначенні розтяжності при 25°C температура води у ванні підтримувалася $(25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, при визначенні розтяжності при 0°C – $(0 - 0,5)^\circ\text{C}$. Через 1 год пластину з формами, в які залито бітум, виймали з води і встановлювали їх на опорні

площини дуктилометра, для чого кільця затискувачів форми надівали на штифти відповідно до положок та упорних пластин дуктилометра. Знімали бокові вкладиші форм. Температура в дуктилометрі відповідала умовам випробування $(25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ або $(0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$.

Вмикали двигун дуктилометра так, щоб він забезпечував розтяжність з швидкістю 5 см/хв, та спостерігали за розтягуванням бітуму. Якщо щільність випробованого бітуму значно вища або нижча щільності води, що призводить відповідно до падіння нитки бітуму на дно або її випливання, щільність води регулюють у першому випадку додаванням розчину повареної солі, а в другому – етилового спирту (в нашому випадку нитка падала на дно, тому ми додавали проварену сіль). Зразок розтягували до розриву. В момент розриву брали відлік по лінійці у сантиметрах. Показник розтяжності визначали як середнє арифметичне результатів трьох паралельних випробувань. Розходження між результатами випробувань не повинні перевищувати 10% від середнього арифметичного результатів, які порівнюються.

За вихідну сировину був взятий бітум Кременчуцького НПЗ марки БНД 90/130 і бітум Мозирського НПЗ (Білорусь) марки 60/90. Полімерно активні добавки Kraton D, Calprene і воскова добавка Sasobit. Процентний вміст в'язучого складав 2% і 3%.

Kraton D (виробник Польща) – чистий лінійний блок-сополімер на основі стиролу і бутадієну. Вміст стиролу 31%.

Calprene (виробництво компанії Dynasol (Іспанія)) – лінійний блок-сополімер на основі стиролу і бутадієну.

Sasobit (виробництво Sasol Wax, Південно африканська республіка) – це синтетичний парафіновий віск, кристалічний аліфатичних вуглеводень, який отримується при газифікації вугілля в процесі синтезу Фішера-Тропша (ФТ).

Випробування бітумів та модифікованих бітумів на розтяжність проводили згідно методик [2].

Результати випробувань наведено в табл. 1 і 2 та рис. 2 і 3.

Результати випробувань бітуму на розтяжність при температурі 25°C

Склад в'язучого	Марка вхідного бітуму	Вміст модифікатора, %	D ₂₅ , см			
			Випробування 1	Випробування 2	Випробування 3	Середнє значення
Кременчуцький НПЗ	БНД 90/130	-	91	90	92	91
Мозирський НПЗ	БНД 60/90	-	90	90	93	91
БНД+КР (Kraton D1101)	БНД 90/130	2	48	48	49	48,3
	БНД 90/130	3	55	51	54	53,3
БНД+Calprene C-411	БНД 90/130	2	74	74	75	74,3
	БНД 90/130	3	72	71	73	72
БНД+Calprene C-501	БНД 90/130	2	75	73	76	74,7

"Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві", випуск 10, 2018

	БНД 90/130	3	78	79	78	78,3
БНД+Sasobit	БНД 90/130	2	39	41,5	37	39,2
	БНД 90/130	3	33	30	29	30,7

Таблиця 2

Результати випробувань бітуму на розтяжність при температурі 0°C

Склад в'язучого	Марка вхідного бітуму	Вміст модифікатора, %	D ₀ , см			
			Випробування 1	Випробування 2	Випробування 3	Середнє значення
Кременчуцький НПЗ	БНД 90/130	-	5,5	5,4	5,6	5,5
Мозирський НПЗ	БНД 60/90	-	4,6	5	5,1	4,9
БНД+КР (Kraton D1101)	БНД 90/130	2	15,5	14	14,8	14,8

"Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві", випуск 10, 2018

	БНД 90/130	3	16	15,5	16,5	16
БНД+Calprene C-411	БНД 90/130	2	13,1	13,6	13,9	13,5
	БНД 90/130	3	16,5	15,5	16,9	16,3
БНД+Calprene C-501	БНД 90/130	2	14,1	14,5	15	14,5
	БНД 90/130	3	16	16,5	15,8	16,1
БНД+Sasobit	БНД 90/130	2	2,4	2,5	2,5	2,5
	БНД 90/130	3	2	1,6	2	1,9

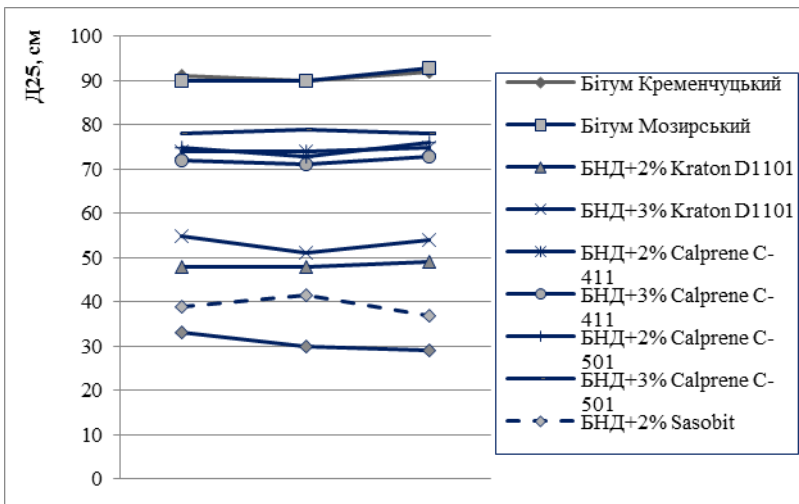


Рис. 2. Залежність між розтяжністю (дуктильністю) і вмістом добавки при температурі 25°C

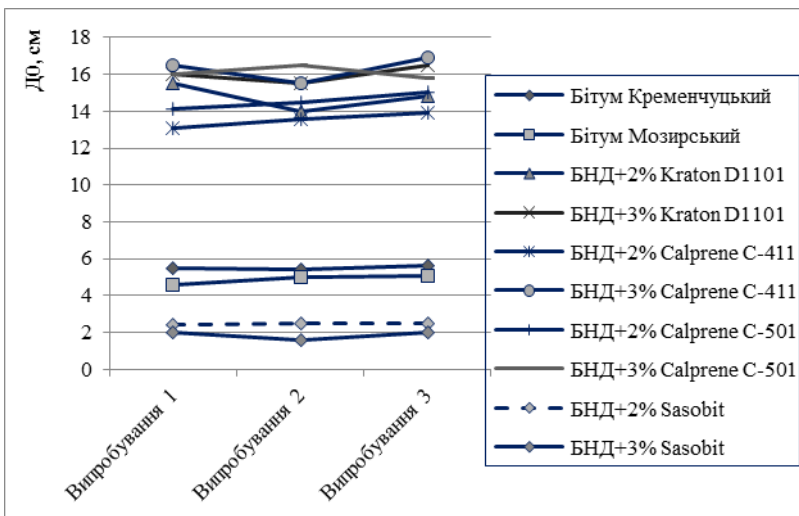


Рис. 3. Залежність між розтяжністю (дуктильністю) і вмістом добавки при температурі 0°C

Висновки

1. Випробування бітуму і модифікованого бітуму полімерно активними добавки Kraton D1101, Calprene C-411, Calprene C-501 і восковою добавка Sasobit. на однорідність дало позитивний результат.

2. Добавка Kraton D1101 у бітуми покращує низькотемпературні характеристики бітумів: в 1,5-4 рази збільшується розтяжність в'язучих при 0 °С.

3. Показники розтяжності (дуктильності) при 25 °С з додаванням добавок погіршуються, а при 0 °С – підвищуються у бітумах, модифікованих полімерно активними добавками Calprene C-411, Calprene C-501 та Kraton D1101, тобто покращується низькотемпературна поведінка.

4. Спостерігається значне розшарування модифікованих бітумів при зберіганні. Особливо це стосується бітумів, модифікованих 3 % Calprene C-411 та Calprene C-501. Після ретельного перемішування однорідність відновлюється.

5. Добавка Sasobit є структуруючою високомолекулярною речовиною, на відміну від полімерних модифікаторів типу термоеластопластів, не поліпшує низькотемпературну поведінку в'язучого. Враховуючи, що Sasobit суттєво підвищує температуру розм'якшення, є необхідність в додатковому дослідженні можливості сумісного використання полімерної і структуруючої добавок.

Список використаної літератури

1. Будівельні матеріали. Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови – ДСТУ Б В.2.7-135:2007. — К.: Держбуд України, 2007 – 32 с.
2. Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости (с Изменениями N 1, 2). (Бітуми нафтові. Метод визначення розтяжності) – ГОСТ 11505-75.

З М І С Т

Андрушков В.І., Тинчук С.О.	Про деякі особливості використання методу скінченних різниць при розрахунку оболонок довільної форми в прямокутних координатах.....	3
Астахова Н.В.	Активация залізозмісних наповнювачів для бетонів	12
Вакулюк Я.С., Щербина Л.В.	Інноваційні технології застосування зеленої покрівлі при проектуванні будівель і споруд.....	18
Валовой О.І., Єрьоменко О.Ю., Валовой М.О., Афанасьєв В.В., Герб П.І., Кобзар С.С.	Залежність між величиною зазорів болтових отворів та показниками міцності болтового з'єднання композитних профілів (GFRP).....	26
Вінцюк М.В., Самчук В.П., Кислюк Я.Д.	Розрахунок багатопролітної монолітної залізобетонної плити перекриття у фізично нелінійній постановці за допомогою ПК ЛІРА-САПР.....	35
Дзюбинська О.В., Смаль М.В., Дзюбинський А.В.	Картографічне відтворення кадастрової оцінки	44
Добровольська О.Г., Сокольник В.І.	Про оперативність ліквідації витоків на водопровідних мережах.....	50
Ільїн Я.В.	Визначення зміни показників морозостійкості асфальтобетону при підвищенні процентного складу полімеру.....	58
Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.К.	Несуча здатність залізобетонних оболонок в загальному випадку анізотропії та складного напруженого стану.....	64

Майстренко О.Ф., Зінченко Г.В.	Застосування методу розкладання за власними функціями для дослідження напружень і деформацій біля вершини тріщини нормального відриву в залізобетонних елементах, що згинаються.....	72
Мамонов К.А., Нестеренко С.Г., Шаульський Д.В.	Теоретико-методичні підходи до визначення територіального розвитку використання земель регіонів.....	83
Мироненко М.Л.	Аспекти моніторингу земель міст у системі міського кадастру.....	91
Новак Є.В., Токарчук С.М.	Методика прогнозування організаційно-технологічних параметрів будівництва в зимових умовах.....	97
Палант О.В.	Спільний руйнівний вплив постійного і змінного струму витoku на обводнені конструкції.....	106
Парфентьева І.О., Мельник Ю.А., Олексин Х.А., Шевчук Т.В.	Особливості благоустрою території центральної частини сіл в аспекті об'єднання територіальних громад.....	113
Пасічник Р.В., Пасічник О.С., Ротко С.В., Матвійчук П.П.	Дослідження стійкості гіпара за дії розподіленого навантаження.....	119
Піріг Я.І.	Нормування в'язкості окислених дорожніх бітумів.....	126
Процюк В.О., Дробишинець С.Я.	Пошук альтернативних покриттів дорожнього одягу житлових вулиць.....	135
Стоянов В.В., Жгаллі Ш.	Застосування методу пристінкових функцій при моделюванні вітрових і снігових впливів на будівлі і споруди. Частина 1.....	143

Талах Л.О., Ужегова О.А., Дробишинець С.Я.	Визначення температури розм'якшення модифікованих бітумів за кільцем та кулею.....	153
Талах Л.О., Парфентьева І.О., Корева О.О.	Визначення однорідності та розтяжності (дуктильності) модифікованих бітумів.....	160
Трач Р.В.	Застосування концепції аналізу мереж при реалізації будівельних проектів.....	169
Хільченко О.П.	Силуропор - штучний пористий заповнювач із техногенної сировини гірничо-металургійних підприємств Кривого Рогу.....	177
Чапюк О.С., Гришкова А.В., Пахолук О.А.	Зчеплення металевих та композитних стержнів з важким бетоном.....	186
Чепурна С.М., Жидкова Т.В., Чепурна М.Є.	Бетонні вироби для реконструкції та інженерного благоустрою міських територій....	195
Плахотний Г.Н., Чернева О.С.	Інженерна реставрація пам'яток історії та архітектури Туркменістану (досвід і проблеми експедиції).....	205
Шишкіна О.О., Шишкін О.О.	Дослідження впливу міцелярного каталізу на міцність лужного реакційного порошкового бетону.....	212
Шолом В.В., Самчук В.П., Пахолук О.А.	Дослідження ефективності конструктивних форм підводних частин плаваючих будівель.....	219