

За спільною думкою експертів та за даними діаграми видно, що найбільший вплив має: фактор ущільненості будівельного майданчика (сума рангів -24; середній ранг 1,49; сумарна вага - 2,7; місце за вагомістю -1); фактор наявності технологічних та інженерних споруд (сума рангів -46; середній ранг - 2,88; сумарна вага - 1,41; місце за вагомістю - 2); фактор технічного стану будівельних конструкцій (сума рангів -48; середній ранг - 3,0; сумарна вага - 1,36; місце за вагомістю - 3) і так далі.

За результатами експертизи визначені числові значення коефіцієнта вагомості  $K_e$  (сумарна вага) за факторами, величина яких відповідає отриманому ранжуванню, рис. 1, 2. Значення коефіцієнтів вагомості представлені в таблиці 2. Суттєвих розбіжностей в думках експертів не спостерігалось, тому ступінь їх узгодженості достатньо великий.

**Висновки:** Аналіз результатів експертної оцінки дозволив виділити найбільш суттєвий вплив на виконання будівельних робіт в умовах ревіталізації. В число найбільш вагомих факторів слід віднести наступні:

1. ущільненість забудови;
2. наявність технологічних та інженерних споруд;
3. технічний стан будівельних конструкцій.

Отримані дані дозволяють на стадії розробки проектів організації робіт та проектів виконання робіт врахувати чи зменшити їх вплив [7]. Для визначення ступеню впливу конкретного фактора, потрібно встановити його кількісне значення, спираючись на оцінку фактичних умов будівництва на конкретному об'єкті.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Ревіталізація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://uk.wikipedia.org>. – Назва з екрана
2. Wiener- Gasometer [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://www.wiener-gasometer.at> - Title from the screen
3. Gasometer [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: <http://www.gasometer-city.eu/umbau.htm> - Title from the screen
4. Савйовский В.В. Технология возведения и ремонта сооружений: учебное пособие / В.В. Савйовский. -Х.: Издательство «Лидер», 2014.-256 с.
5. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства.-М.: Стройиздат, 1974. 252 с.
6. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г Математико-статистические методы экспертных оценок. 2-у изд., перераб. и доп.-М.: Статистика, 1980.-263 с.
7. ДБН А.3. 1-5-2009 Організація будівельного будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.

УДК 625.878.06+691.168

Оксак С.В.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ ДЛЯ ПОЛПШЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ ТА АСФАЛЬТОБЕТОНІВ

### Вступ.

Проблема переробки зношених автомобільних шин і гумотехнічних виробів, що вийшли з експлуатації має велике екологічне та економічне значення для всіх розвинутих країн світу. Невідновлюваність природної нафтової сировини диктує необхідність використання вторинних ресурсів з максимальною ефективністю.

Використання гумової крихти в якості модифікатору бітуму або асфальтобетонної суміші в даний час є актуальним питанням, оскільки крім підвищення фізико-механічних властивостей асфальтобетонів і тим самим збільшення довговічності дорожнього одягу є ще й фактором, який впливає на покращення екології навколишнього середовища.

**Аналіз публікацій.**

За підрахунками екологів, на сьогодні у світі вже накопичено близько 60-80 млн. тонн шинних відходів [1]. Загальносвітові запаси зношених автомобільних шин оцінюються в 25 млн. т. Проблема переробки зношених шин має важливе екологічне значення, оскільки шини виготовляються з матеріалів, які в природі практично не розкладаються. Викинуті на смітники або закопані шини розкладаються в природних умовах не менш 150 років. Тому їх складування й поховання негативно впливає на стан навколишнього середовища. Крім того, шини мають високу пожежонебезпеку та відносяться до 4 класу небезпеки.

Використання гумової крихти в якості компонента, що впливає на властивості в'язучого та асфальтобетонної суміші відомо вже багато років.

Протягом тривалого періоду часу в різних країнах різними науковцями вживались численні спроби утилізувати гуму шляхом введення її в бітум та асфальт в надії поліпшити їх властивості [2]. В основному розроблялися два напрямки – «сухе» (введення гумової крихти безпосередньо в асфальтобетонну суміш) та «мокре» (виготовлення гумовобітумного в'язучого) введення [3].

Вивчення обох варіантів технологічних процесів введення гуми в асфальтобетонну суміш показали, що кращий ефект досягається при її введенні в склад бітумного в'язучого [4]. Рекомендовано вміст гумової крихти при введенні її в дорожній бітум - 5-7 % від маси бітуму, та 1-2 % від маси мінеральної частини при введенні гумової крихти в суміш.

Наприкінці 1960-х в США був запатентований матеріал «Asphalt Rubber» являє собою по суті механічну суміш 20 % дробленої шинної гуми й 80 % спеціального залишкового бітуму. Всі наступні спроби застосування «мокрого» методу виготовлення бітумів добавкою гуми були розвитком методу Asphalt Rubber [5].

В Україні гумова крихта для модифікації бітуму та асфальтобетону практично не застосовується. Вивчення власти-

востей бітумо-гумового в'язучого при додаванні гумової крихти розміром 0,6-5 мм виконано в [6]. Відмічено, що гумова крихта повністю не розчинялася в бітумі через достатньо велику крупність часток гуми.

**Мета і завдання.**

Вивчення можливості ефективної модифікації бітуму гумової крихти та отримання на основі бітуму, модифікованого гумовою крихтою асфальтобетонів з покращеними фізико-механічними властивостями.

**Результати дослідження.**

Дослідження проводилися на бітумі БНД 60/90. Для модифікації бітуму використовували подрібнену гумову крихту, що отримували в лабораторних умовах шляхом подрібнення автомобільних покриттів (розмір часток до 0,1 мм). При дослідженні впливу подрібненої гуми на властивості бітуму БНД 60/90 модифікацію здійснювали на лабораторній установці (лопатевому змішувачі), який обладнано обігрівом. Технологія приготування модифікованого в'язучого наступна: бітум нагрівають до 180 °С, після чого вводиться подрібнена гумова крихта в кількості 6 % (введення виконується дуже обережно, щоб не допустити коксування гуми). Швидкість обертання валу мішалки складає 1000 об/хв.

Для визначення необхідного часу суміщення досліджено вплив часу перемішування (перемішування виконувалось на протязі 4 годин) на властивості модифікованого в'язучого: penetрацію при 25 °С та температуру розм'якшеності. Отримані дані вказують на те, що принципова зміна властивостей в'язучого досягається за першу годину змішування (рис. 1).

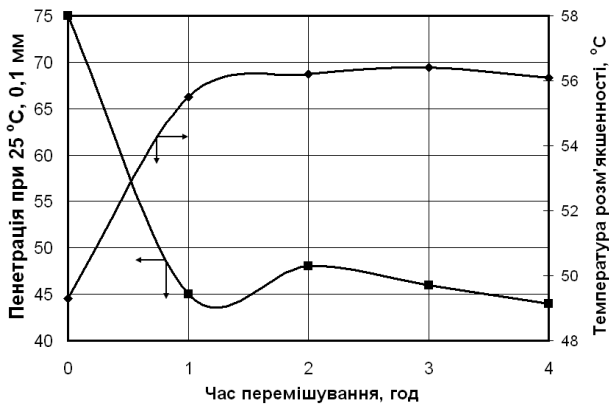


Рис. 1. Вплив часу перемішування на пенетрацію та температуру розм'якшеності бітуму з добавкою гуми

Властивості вихідного бітуму, бітуму модифікованого 6 % гумової крихти протягом 1 години та приведені в табл. 1.

Данні табл. 1 свідчать про покращення властивостей бітумів, тобто підвищенні теплостійкості в'язучого, але дещо погіршується температура крихкості та знижується розтяжність, що обумовлюється підвищенням в'язкості (адсорбцією частини легких масляних фракцій гумовою крихтою).

Таблиця 1 – Властивості бітуму БНД 60/90 та бітуму модифікованого гумовою крихтою

В'язучі	Пенетрація, 0,1 мм при температурі 25 °C	Температура розм'якшеності, °C	Температура крихкості, °C	Розтяжність при 25 °C, см
БНД 60/90	75	49,3	-21	>100
БНД 60/90+6 % гумової крихти	45	55,5	-17	64

Для вивчення властивостей асфальтобетону прийнятий бетон з гранулометричним складом мінеральної частини типу «Г» згідно з [7] оскільки асфальтобетон типу Г не має в своєму складі щебеню і в найбільшому ступеню розкриває роль в'язучого у формуванні фізико-механічних властивостей асфальтобетону. Мінеральна частина асфальтобетону складається з гранітного відсіву (95 %) та вапнякового мінерального порошку (5 %), вміст бітуму БНД 60/90 у суміші – 7,0 %.

Результати визначення фізико-механічних властивостей асфальтобетону наведені в табл. 2. Із введенням гумової крихти в бі-

тум БНД 60/90 підвищується водонасичення, що може бути обумовленим підвищенням в'язкості в'язучого при додаванні гумової крихти, а також підвищується міцність асфальтобетонів при 20 і 50 °C.

Модифікацію асфальтобетонної суміші гумовою крихтою у кількості 6 % від маси в'язучого здійснювали наступним чином: гумову крихту вводили разом з мінеральним порошком до нагрітого відсіву (180 °C) та здійснювали «сухе перемішування» протягом 2 хв, після чого додавали нагрітий бітум (160 °C). Час «мокрого» змішування складав 3 хв.

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості асфальтобетону типу Г

№ з/п	Тип асфальтобетону та вид в'язучого	Показники властивостей				
		ρ г/см <sup>3</sup>	W, %	Міцність на стиск при		Коефіцієнт водостійкості K <sub>в</sub>
				20 °C R <sub>20</sub> , МПа	50 °C R <sub>50</sub> , МПа	
1	Тип Г (БНД 60/90)	2238	3,9	4,21	1,55	0,95
2	Тип Г (БНД 60/90 + 6 % гумової крихти)	2237	5,1	4,45	1,91	0,92
3	Тип Г (БНД 60/90+ 6 % іш)	2214	6,2	4,76	2,31	0,90

При введенні гумової крихти у асфальтобетонну суміш показники асфальтобетону також зростають, навіть більш інтенсивно, що може бути обумовлене витриманням готової суміші в сушильній шафі протягом 2 годин при температурі 160 °С (модулювання витримання суміші у бункері готової суміші на асфальтобетонному заводі). Всі асфальтобетони за своїми властивостями повністю відповідають вимогам [7].

Добавка подрібненої гуми майже не впливає на водостійкість асфальтобетону, так коефіцієнт водостійкості асфальтобетону на бітумі БНД 60/90 складає 0,95, при введенні гумової крихти у суміш – 0,90, а у асфальтобетону на бітумі модифікованому 6 % гуми – 0,92.

**Висновки.**

Подрібнена гума крихта є ефективним модифікатором бітуму та асфальтобетону, застосування якого дозволяє покращити екологічну ситуацію.

Лабораторне випробування в'язкого бітуму та бітуму модифікованого гумовою крихтою, показали що після модифікації бітуму підвищується консистенція, підвищується температура розм'якшеності. Показано, що додавання гумової крихти в кількості 6 % дозволяє отримувати бітумні в'язучі з підвищеною теплостійкістю.

Застосування бітумів модифікованих гумовою крихтою для виготовлення асфальтобетонів призводить до істотного і прогнозованого зростання показників міцності асфальтобетонів. Визначена чутливість механічних показників асфальтобетону до посилюючої дії гумової крихти.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Юнусова Г.Б. Анализ цикла обращения отходов автомобильных шин [Текст] / Г.Б.Юнусова / Вестник ИГУ. – 2013. - № 35. – С. 48 – 53.
2. Свиридов В.Л. Опыт использования дробленой резины в составе асфальтобетонных смесей [Текст] / В.Л. Свиридов, Е.Ю. Махров, Е.В. Дементьева// Ползуновский Вестник. – 2011. – № 1. – С. 183 – 191.
3. Bahia H.U. Effect of Crumb Rubber Modifiers (CRM) on Performance-Related Properties of Asphalt Binders [Текст] / H.U. Bahia, R. Davies // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. – 1994. – Vol. 63. - P. 414-449.
4. Руденская И.М. Использование отходов потребления и производства технической резины в дорожном строительстве [Текст] / Руденская И.М., Руденский А.В. М.: ОИ ЦБНТИ Росавтодора, вып. 2. - 1992. - 59 с.
5. G.B. Way Asphalt-Rubber 45 Years of Progress [Текст] / G.B. Way // 5th International Asphalt Rubber conference Westin Grand Hotel Munich, Germany Oct 23-26, 2012. - P. 121-134.
6. Дослідження модифікації дорожніх бітумів гумовою крихтою [Текст] / Ю.Я. Хлібшин, І.Я Почапська, О.Б. Гринишин, А.О. Нагурський // Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2014. - № 787. - С. 144-148.
7. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній і аеродромний: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. [Чинний від 2012-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 42 с. (Національний стандарт України).

УДК 624.011.1

**Фурсов В.В., Васильев А.Ю.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО УВЛАЖНЕННЫХ И ЗАМОРОЖЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ**

Влияние влажности на прочностные свойства древесины достаточно широко исследовалось в США и странах Европей-

ского Союза, а также в научно-исследовательских институтах стран СНГ [3,7-10]. Из значительного количества предлагаемых формул, для оценки зависимости