

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 3 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/KWJR9225>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 67.15.49

<https://doi.org/10.48081/PBMW7010>***К. Т. Саканов¹, С. Н. Маханов², М. Қ. Бекшек³, Д. М. Еркен⁴**^{1,2,3,4}Торайгыров университет, Республики Казахстан, г. Павлодар**ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В СОСТАВЕ
БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ДОРОЖНЫЙ ШУМ**

В данной статье рассматриваются вопросы использования старых покрышек легковых, грузовых автомобилей и строительной техники при строительстве автомобильных дорог. Продуктами утилизации являются резиновые крошки. Утилизацией старых шин с целью применения в виде модифицированной резиновой крошки (МРК) в составе асфальтабетона. Сделан анализ решения данного вопроса в других странах, в частности в штатах США, России и состояние данного вопроса в Казахстане. Приведена технология получения асфальтовых смесей с МРК.

Применение модифицированной резиновой крошки в составе асфальтабетона повышает эластичность покрытия, улучшает сцепления, снижает шум от движения автомобильного транспорта, за счет звукопоглощающей способности материала покрытия.

Например: транспортный шум является серьезной проблемой для проживающих вблизи автомобильных дорог людей, особенно в густонаселенных городских условиях. Применения асфальтабетона с модифицированной резиновой крошкой в определенной мере снижает проблему с шумом. Приведем анализ выполненных за рубежом исследований покрытия с МРК.

Так, результаты исследования показали, что эффект резиновой крошкой, как энергопоглощающего материала, незначителен. Однако присутствие частиц резиновой крошки повлияло на объемные свойства смеси, что, в свою очередь, повлияло на звукопоглощение. Результаты также показали, что звукопоглощение коррелирует с толщиной дорожного покрытия. Толщина дорожного покрытия по-разному влияет на звукопоглощение для пористых и плотных смесей, и оптимальная толщина обеспечивает максимальное звукопоглощение для данного типа смеси.

Ключевые слова: звук автомобиля, модифицированная резиновая крошка, плотность смеси, пористость смеси, звукоизоляция, паропроницаемость, окружающая среда.

Введение

Транспортный шум является серьезным препятствием для качества жизни населения, проживающих вблизи автомагистралей. За последние годы во многих странах было принято много законов, регулирующих уровни звука, которым подвергаются жители. Среди многих подходов, принятых для решения этой

проблемы, асфальт, модифицированный резиновой крошкой (МРК), является актуальным предложением в качестве меры по снижению шума от дорожного движения. Использование асфальта, модифицированного резиновой крошкой, для снижения дорожного шума на тротуарах до настоящего времени еще мало исследована и подробно не оценивалось. В данной статье рассматриваются исследования изучению влияния частиц резиновой крошки на шумопоглощающую способность асфальтового покрытия.

Материалы и методы

В работе были приготовлены и оценены как плотные, так и пористые образцы, уплотненные вращательным движением. Для оценки влияния резиновой крошки были исследованы несколько типов образцов с резиновой крошкой и без нее с содержанием воздушных пустот $3,5 \% \pm 0,5 \%$ и $16 \% \pm 0,5 \%$ для плотных и пористых смесей соответственно. Влияние источника асфальтового вяжущего и влияние процедуры измельчения резиновой крошки, концентрации и градации были также оценены, чтобы лучше понять факторы, влияющие на звукопоглощение дорожных покрытий. Кроме того, оценивалось влияние неровности дорожного покрытия. Неакустические свойства образца были измерены и сопоставлены с коэффициентами звукопоглощения, полученными от уплотненных образцов.

Результаты и обсуждения

Результаты показали, что эффект резиновой крошки как энергопоглощающего (демпфирующего) материала минимален и существенно не увеличивает звукопоглощение. Однако присутствие частиц резиновой крошки повлияло на объемные свойства смеси, что, в свою очередь, повлияло на звукопоглощение. Были обнаружены сильные корреляции между проницаемостью и содержанием вяжущего с звукопоглощением. Однако в этом исследовании на проницаемость влияло содержание связующего, при этом проницаемость уменьшалась по мере увеличения содержания связующего. Это объясняется наличием резиновой крошки в более высоком содержании связующего. Результаты также показали, что звукопоглощение коррелирует с толщиной дорожного покрытия, хотя эффекты были разными для плотных и пористых смесей, а также для низкочастотных и высокочастотных диапазонов. Таким образом, было показано, что резиновая крошка не влияет на поглощение звука напрямую, но косвенно влияет на поглощение звука через другие изменения свойств смеси, такие как проницаемость и содержание связующего. Толщина дорожного покрытия по-разному влияет на звукопоглощение для пористых и плотных смесей, и оптимальная толщина обеспечивает максимальное звукопоглощение для данного типа смеси.

Процедура измельчения резиновой крошки приведены выше (рис.1). Резиновая крошка получается путем измельчения шин легковых, грузовых автомобилей, автобусов и других транспортных средств. Для использования в асфальтовых покрытиях шины легковых и грузовых автомобилей чаще всего используются для производства резиновой крошки. В процессе измельчения сталь и волокно, которые составляют около 40 % состава шины, измельчаются. Извлекаются магнитными системами и воздушными гравитационными системами

соответственно. Наиболее широко используемыми процессами измельчения являются процессы в окружающей среде и криогенные процессы. В процессе окружающей среды куски шин измельчаются при температуре окружающей среды с помощью летающих ножей, прикрепленных к ротору. Градация получаемой резиновой крошки контролируется прикрепленными ситами, которые разделяют продукт по размерам. В криогенном процессе куски шин измельчаются после замораживания с использованием жидкого азота. Конечный каучуковый продукт сортируется по размеру после удаления стали и волокна. Основное различие между продуктами двух процессов заключается в том, что резина, полученная с использованием процесса окружающей среды, имеет тенденцию на более шероховатую поверхность, в то время как криогенная резина имеет более гладкую поверхность. Это изменение в текстуре поверхности дает разные свойства связующего, модифицированного резиновой крошкой (CRM – crumb rubber modified); где вяжущие, приготовленные из каучука окружающей среды, имеют более высокие значения вязкости, чем те, которые приготовлены из криогенного каучука (Putman 2005; Blumenthal 1994).



Рисунок 1 – Производственный процесс для обработки покрышек и измельчения шин до резиновой крошки

Процедуры смешивания резиновой крошки. При добавлении резиновой крошки к асфальтовым смесям используются два основных процесса : мокрый и сухой. При мокром процессе резиновая крошка смешивается с битумным вяжущим при определенных температурах в течение заданного периода времени, чтобы получить связующее, модифицированное резиновой крошкой (связующее CRM). Вяжущее CRM (МРК –модифицированная резиновая крошка) затем смешивают с заполнителем с использованием обычного процесса смешивания для получения прорезиненных асфальтовых смесей. В сухом процессе резиновая крошка не смешивается с асфальтом, а добавляется к заполнителю более крупного размера, чем тот, который обычно используется при мокром процессе. Данная процедура смешивания не требует дополнительного оборудования для производства

гуммированного асфальта. Несмотря на то, что мокрый процесс требует доставки на завод дополнительного оборудования, он считается предпочтительным вариантом для производства прорезиненного асфальта из-за изменения свойств вяжущего, которое происходит во время смешивания каучука и вяжущего. В Соединенных Штатах в настоящее время в большинстве проектов используется мокрый процесс. Вяжущее МРК(CRM) широко используются в нескольких штатах из-за доказанных преимуществ в отношении характеристик дорожного покрытия. Добавление МРК(CRM) к битумным вяжущим доказано исследователями и полевыми испытаниями, как эффективный метод повышения класса производительности битумного вяжущего, улучшения высокотемпературных свойств, снижения восприимчивости к остаточной деформации и обеспечения устойчивости к отражающему растрескиванию. Это также обеспечивает экологически безопасный вариант утилизации старых шин.

Выводы

Использование полученных в результате специального дробления резиновых крошек в составе асфальтовых смесей с применением различных связующих позволяет повысить устойчивость к растрескиванию, обеспечивает устойчивость и в определенной мере снижает нагрузку на окружающую среду за счет утилизации старых шин. Кроме, того применение таких асфальтовых смесей в покрытии автомобильных дорог способствует снижению шума от движения автомобильного транспорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Билавчук, С.** Оценка шума шин на асфальтобетонном покрытии из резиновой крошки. Канадская акустика. – 2005. 33 (1). – 37–41.

2 **Ямагучи, М., Накагава, Х. и Мидзуно, Т.** Механизм звукопоглощения пористого асфальтового покрытия. Журнал Акустического общества Японии (E). – 1999. – 20 (1). – 29–43.

3 AASHTO M320. (2005). Стандартная спецификация на асфальтобетонное вяжущее с высокой производительностью. Американская ассоциация государственных дорожных и транспортных чиновников, Вашингтон, округ Колумбия.

4 **Амирханян, С. Н.** Создание службы по производству асфальтобетонного каучука (ARTS). // Материалы конференции по асфальтобетонному каучуку 2003 г, Бразилиа, Бразилия, V 2, 577–588. – 2003.

5 **Карлсон, Д., Чжу, Х., Сяо, К.** Анализ шума дорожного движения до и после укладки асфальтобетонной резины. // Материалы по асфальтобетонному каучуку. – 2003. – 413–428, Бразилиа, Бразилия.

6 **Саканов, К. Т., Жәкеш, Б. М., Рылеев, Г. А., Асыллов, А. Б., Оразова, Д. К.** Использование продуктов переработки изношенных шин в дорожном строительстве. // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – № 1. – 2019. – С. 397–404.

7 <https://recycle.net/rezina/kroshka/samodelnaya-drobilka-dlya-shin-svoimi-rukami>

8 **Крокер, М., Хансон, Д., Ли, З., Крайаткар, Р. и Виссамраджу, К. С.** Измерение акустических и механических свойств пористых дорожных покрытий и их связь с шумом шин/дороги. Отчет о транспортных исследованиях. – 1891. – 2004. – 16–22.

9 **Дантас Нето, С. А., Фариас, М. М., Паис, Дж. К., Перейра, П. А. и Пикадо Сантос, Л.** Поведение асфальто-резиновых горячих смесей, полученных с высоким содержанием резиновой крошки. Материалы конференции по асфальтобетонному каучуку 2003 года, Бразилиа, Бразилия, 2003. – 147–158.

10 **Нильссон, Н.** Поро-эластичное дорожное покрытие – новый инструмент для борьбы с дорожным шумом. // Материалы Национальной конференции по технике борьбы с шумом. – 198. – 3 375–378.

REFERENCES

1 **Bilawchuk, S.** Tire noise assessment of asphalt rubber crumb pavement. // Canadian Acoustics. – 2005. – 33 (1). – 37–41.

2 **Yamaguchi, M., Nakagawa, H., and Mizuno, T.** Sound absorption mechanism of porous asphalt pavement. Journal of the Acoustical Society of Japan (E). – 1999. – 20 (1). – 29–43.

3 AASHTO M320. Standard specification for performance-graded asphalt binder. // American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D. C., 2005.

4 **Amirkhanian, S. N.** Establishment of an asphalt-rubber technology service (ARTS). Proceedings of the Asphalt Rubber 2003 Conference, Brasilia, Brazil, 2003. – V 2№ –P. 577–588.

5 **Carlson, D., Zhu, H., Xiao, C.** Analysis of traffic noise before and after paving with asphalt-rubber. Asphalt Rubber proceedings 2003. – 413–428. – Brasilia, Brazil, 2003.

6 **Sakanov, K. T., Zhakesh, B. M., Ryleev, G. A., Asylov, A. B., Orazova, D. K.** The use of waste tire recycling products in road construction. // Bulletin of PSU. Energy Series № 1. – № 1. – 2019. – С. 397–404.

7 <https://recycle.net/rezina/kroshka/samodelnaya-drobilka-dlya-shin-svoimi-rukami>

8 **Crocker, M., Hanson, D., Li, Z., Krajatkar, R., and Vissamraju, K .S.** Measurement of the acoustical and mechanical properties of porous road surfaces and their relationship to tire/road noise. // Transportation Research Record. – 1891. – 2004. – 16–22.

9 **Dantas Neto, S. A., Farias, M. M., Pais, J. C., Pereira, P. A. and Picado Santos, L.** Behavior of asphalt-rubber hot mixes obtained with high crumb rubber contents. // Proceedings of the Asphalt Rubber 2003 Conference, Brasilia, Brazil, 2003. – 147–158.

10 **Nilsson, N.** Poro-elastic road surface – a new tool for controlling traffic noise. // Proceedings – National Conference on Noise Control Engineering – 198. – 3 375–378.

***К. Т. Саканов¹, С. Н. Маханов², М. Қ. Бекшек³, Д. М. Еркен⁴**

^{1,2,3,4}Торайғыров университет», Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал баспаға түсті 16.09.22.

БЕТОН ҚОСПАСЫНДАҒЫ РЕЗЕҢКЕ ҮГІНДІЛЕРІНІҢ ЖОЛ ДЫБЫСЫНА ӘСЕРІ

Бұл мақалада автомобильдер, жүк көліктері және құрылыс техникасының ескі шиналарын жол құрылысында пайдалануы қарастырылады. Қайта өңдеу өнімдері үгінді резеңке болып табылады. Ескі шиналарды асфальтбетонмен құрамында модификацияланған резеңке үгіндісі түрінде пайдалану мақсатында қайта өңдеу, әлемнің жетекші елдерінде қарастырылып жатыр: АҚШ, Ресей және т.б.

Асфальтбетонның құрамында модификацияланған резеңке үгіндісін қолдану жабын материалының дыбысты сіңіру қабілетіне байланысты жабынның серпімділігін арттырады, адгезияны жақсартады, көліктердің қозғалысы кезінде шумды азайтады.

Мысалыға: көлік шумы автомобиль жолдарының жанында тұратын адамдар үшін, әсіресе халық тығыз орналасқан қалаларда күрделі мәселе болып табылады. Модификацияланған резеңке қиыршықты (МРҚ) асфальтбетонмен пайдалану, шум мәселесін белгілі бір дәрежеде азайтады. МРҚ бойынша шетелде жүргізілген зерттеулердің талдауын ұсынайық.

Осылайша, зерттеу нәтижелері энергияны сіңіретін материал ретінде резеңке үгіндісінің әсері шамалы екенін көрсетті. Дегенмен, үгінді резеңке бөліктерінің болуы қоспаның көлемдік қасиеттеріне әсер етті, бұл өз кезегінде дыбысты сіңіруге әсер етті. Нәтижелері сонымен қатар, дыбысты сіңіру жол төсемінің қалыңдығына байланысты екенін көрсетті. Кеуекті және тығыз қоспалар үшін жол төсемінің қалыңдығы дыбысты сіңіруге басқаша әсер етеді, ал оңтайлы қалыңдық қоспаның осы түрі үшін максималды дыбысты жұтуды қамтамасыз ететінің көрсетті.

Кілтті сөздер: көліктің дыбысы, модификацияланған резеңке үгіндісі, қоспаның тығыздығы, қоспаның кеуектілігі, дыбыс оқшаулағыштық, өткізгіштік, қоршаған орта.

***K. T. Sakanov¹, S. N. Makhanov², M. K. Bekshek³, D.M.Erken⁴**

^{1,2,3,4}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 16.09.22.

RUBBER CHIPS IN CONCRETE MIXTURE IMPACT ON ROAD NOISE

This article discusses the use of old tires for cars, trucks and construction equipment in the construction of roads. Recycling products are crumb rubber. The recycling of old tires for the purpose of using them in the form of modified rubber crumb in the composition of asphalt concrete has long been carried out in the leading countries of the world: the USA, Russia, etc.

The use of modified rubber crumb in the composition of asphalt concrete increases the elasticity of the coating, improves adhesion, reduces noise from the movement of vehicles, due to the sound-absorbing ability of the coating material.

For example: traffic noise is a serious problem for people living near highways, especially in densely populated urban areas. The use of modified rubber crumb asphalt reduces the noise problem to a certain extent. Let us present an analysis of studies performed abroad on coatings with RTOs.

Thus, the results of the study showed that the effect of rubber crumb, as an energy-absorbing material, is insignificant. However, the presence of crumb rubber particles affected the bulk properties of the mixture, which in turn affected sound absorption. The results also showed that sound absorption correlated with pavement thickness. Pavement thickness has a different effect on sound absorption for porous and dense mixes, and the optimal thickness provides maximum sound absorption for this type of mix.

Keywords: car sound, modified rubber crumb, mixture density, mixture porosity, sound insulation, vapor permeability, environment.

Теруге 16.09.22 ж. жіберілді. Басуға 30.09.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 11,05 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 3998

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz