

УДК 625.72

С. Ю. Андронов

СНИЖЕНИЕ ШУМА ДОРОЖНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ИЗ ХОЛОДНОГО ВИБРОЛИТОГО РЕГЕНЕРИРОВАННОГО АСФАЛЬТА

Теоретически проанализировано и экспериментально исследовано шумовыделение различных асфальтов. Установлено, что в сравнении с традиционным горячим плотным асфальтобетоном холодный вибролитой регенерированный асфальт имеет меньшее шумовыделение. Результаты исследований позволяют рекомендовать холодный вибролитой регенерированный асфальт для строительства дорожных покрытий и объектов благоустройства на объектах с установленными ограничениями по шуму.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, шумовыделение, холодная регенерация, вибролитой асфальт.

Noise emission of various types of asphalt is theoretically analyzed and experimentally investigated. It was revealed that cold vibro-cast reclaimed asphalt has smaller noise emission in comparison with traditional hot dense asphalt concrete. The research results allow to recommend cold vibro-cast reclaimed asphalt for the construction of pavement and development facilities at sites with set noise limits.

Key words: noise pollution, noise emission, cold regeneration, vibro-cast asphalt.

Серьезной экологической проблемой в настоящее время является акустическое (шумовое) загрязнение окружающей среды в результате движения потоков автомобилей. В крупных городах затраты на борьбу с шумовым загрязнением составляют огромные суммы и непрерывно растут. Для снижения шумовыделения при качении колес автомобиля по поверхности покрытия применяют высокопористые асфальтобетоны с открытой текстурой (дренирующие). При остаточной пористости дренирующего асфальтобетона 10...20 % шумовыделение при движении автомобилей снижается на 2...4 дБ [1] по сравнению с покрытиями из горячего плотного асфальтобетона.

Серьезным недостатком покрытий из дренирующих асфальтобетонов является практически полная потеря ими шумопоглощающих свойств при эксплуатации в течение 2...3 лет [1]. За это время мелкие минеральные частицы (в основном пыль, занесенная на проезжую часть с прилегающего почвенного слоя) практически полностью забивают поры. На покрытиях из высокопористых асфальтобетонов затруднена борьба с гололедицей, затруднено удаление снега и льда, попадающего в поры асфальтобетона. Стоимость покрытий из дренирующего асфальтобетона в среднем в 2...3 раза выше [1], чем покрытий из плотного асфальтобетона.

В Саратовском государственном техническом университете в рамках разрабатываемого под руководством профессора Н. А. Горнаева научного направления «Технология холодных органоминеральных материалов с дисперсными органическими вяжущими» предложена холодная технология производства и применения вибролитого регенерированного асфальта [2], позволяющая устраивать покрытия без применения катков и исключаящая необходимость применения битумных эмульсий, существенно удорожающих производство асфальтов. Первичное уплотнение смеси выполняется вибрацией, при распределении смеси в покрытие — асфальтоукладчиком. Оконча-

тельное уплотнение осуществляется движением транспорта в ходе эксплуатации покрытия. Отличительной особенностью предложенного способа регенерации является образование в процессе перемешивания в объеме асфальтовой смеси прямой медленнораспадающейся битумной эмульсии на твердом эмульгаторе, роль которого могут выполнять обычно применяемые минеральные порошки. Выполненные расчеты показали, что общий народнохозяйственный эффект (складывающийся из экономического, экологического и социального эффектов) составляет около 50 % по сравнению с обычным плотным асфальтобетоном горячего приготовления.

Технология имеет ряд значимых достоинств: энергосбережение, так как отпадает необходимость высушивания и нагрева минеральных составляющих и старого асфальтобетона, а также длительного уплотнения укаткой; ресурсосбережение за счет исключения из технологической линии асфальтобетонного завода сушильного барабана, форсунки, топочного хозяйства, пылеуловительной установки, грохота, необходимости их обслуживания, снижения металлоемкости завода, а также за счет отсутствия необходимости применения катков и др.; экологическая безопасность, так как благодаря холодному и влажному приготовлению смесей исключается выброс в атмосферу пыли, канцерогенных углеводородов и др.

Для холодного вибролитого регенерированного асфальта, как и для всех асфальтов с дисперсными органическими вяжущими, характерна принципиальная невозможность уплотнения до плотности горячего асфальтобетона. При уплотнении сближению частиц препятствует вода, заполняющая все поры, а также клеящее действие битума. Поэтому холодный вибролитой регенерированный асфальт имеет остаточную пористость свыше 10 % и относится к высокопористым, что обуславливает меньшее шумовыделение при движении по нему автомобилей в сравнении с плотным асфальтобетоном горячего приготовления. В холодном вибролитом регенерированном асфальте асфальтовяжущее вещество имеет тонкопористую структуру, в которой большая часть пор закрыта, что обеспечивает защиту от проникновения мелких минеральных частиц вглубь материала.

Известно [3], что уровень интенсивности звука определяется из выражения

$$L = 101g \frac{(E\rho)^{0,5} V_m^2}{2l_0}, \quad (1)$$

где E — модуль упругости материала; ρ — плотность материала; l_0 — стандартный порог слышимости; V_m — колебательная скорость частиц.

Величина снижения шумовыделения покрытием из холодного вибролитого регенерированного асфальта по сравнению с покрытием из горячего плотного асфальтобетона может быть определена из выражения

$$\Delta L = L_1 - L_2, \quad (2)$$

где L_1 — уровень интенсивности звука при движении автомобилей по покрытиям из горячего плотного асфальтобетона, дБ; L_2 — то же для покрытий из холодного вибролитого регенерированного асфальта, дБ.

В зависимости от относительного содержания и свойств составляющих сравниваемых асфальтов показатели плотности и модуль упругости могут

изменяться в широких пределах. В теоретических расчетах сравнивался плотный асфальтобетон типа Б с модулем упругости $E_1 = 5000$ МПа и плотностью $\rho_1 = 2370$ кг/м³ [4] и холодный вибролитой регенерированный асфальт также типа Б с модулем упругости $E_2 = 2200$ МПа и плотностью $\rho_2 = 2160$ кг/м³. Поскольку сравниваемые материалы являются однородными, колебательные скорости частиц V_m будут незначительно отличаться друг от друга [3] при одинаковых параметрах транспортного потока.

Таким образом, выражение (2) с учетом (1) примет вид:

$$\Delta L = L - L = 10 \lg \left(\frac{E_1 \rho_1}{E_2 \rho_2} \right)^{0,5}. \quad (3)$$

Теоретические расчеты по приведенной формуле показывают, что шумовыделение холодного вибролитого регенерированного асфальта на 2...6 дБ ниже по сравнению с плотным асфальтобетоном горячего приготовления.

При теоретическом определении величины снижения шумовыделения по формуле (3) нельзя учесть влияние содержания органического вяжущего на акустические свойства асфальта. Именно благодаря повышенному содержанию битума (до 12 %) шумовыделение литого асфальтобетона горячего приготовления при пористости, близкой к 1 %, снижается на 3...6 дБ в сравнении с покрытиями из плотного асфальтобетона. Холодный вибролитой регенерированный асфальт может содержать до 16 % битума (с учетом битума в старом асфальтобетоне) и иметь пористость до 15 %, поэтому в реальных условиях шумовыделение будет меньше рассчитанного по выражению (3).

Для определения шумовыделения асфальтов был разработан и изготовлен специальный прибор (рис. 1).

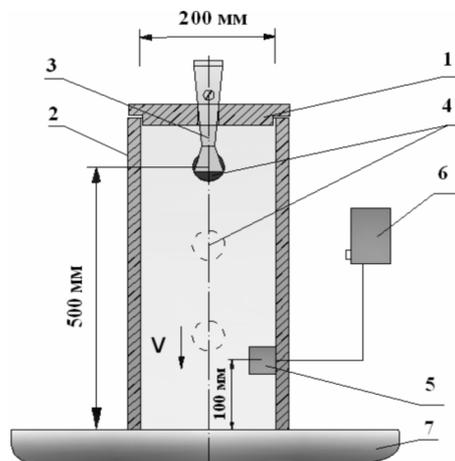


Рис. 1. Схема прибора для акустического испытания асфальта: 1 — крышка; 2 — труба; 3 — зажим для удерживания и сброса шарика; 4 — шарик; 5 — микрофон; 6 — звукозаписывающее устройство; 7 — асфальт

Данный прибор может применяться как в лаборатории, так и непосредственно на дороге. Определение шумовыделения с помощью прибора выполнялось следующим образом.

1. Стальной шарик 4 массой 0,1 кг сбрасывался на поверхность асфальта 7. При этом звук от удара записывался с помощью микрофона 5 на звукозаписывающее устройство 6.

2. С помощью компьютерной программы Cool Edit Pro 7.0 по звукозаписи определялся уровень звука при ударе шарика об асфальт.

При использовании данного прибора исключается влияние на результат испытаний шумов от посторонних источников (шум от работы двигателя, трансмиссии автомобиля, уличный шум и др.), так как уровень шума при ударе шарика определяется внутри звукоизолированной трубы, закрытой крышкой. Измерения проводились согласно требованиям ГОСТ 30457—97 (ИСО 9614-1-93) [5] для случая прерывистого шума. За результат испытаний принималось среднееарифметическое трех измерений уровня звука. Возможны многократные измерения на одном и том же образце или на одном и том же участке покрытия, так как определение уровня звука производится без разрушения асфальта. Такие измерения, периодически повторяемые во времени или в изменяющемся температурно-влажностном режиме, позволят также выявлять кинетику структурообразования дорожных покрытий из холодных органоминеральных материалов с дисперсными органическими вяжущими для установления момента открытия движения транспорта. Основываясь на связи уравнений акустики с уравнениями упругости (см. выражение 3), по уровню звука при ударе шарика об асфальт можно определять плотность и прочностные свойства асфальтов.

Экспериментально с помощью прибора, показанного на рис. 1, в лабораторных условиях на образцах (вырубках) определялось шумовыделение различных асфальтов: горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б, I марки (по ГОСТ 9128—2009 [6]) с содержанием битума БНД 90/130 5 %; горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа В, II марки с содержанием битума БНД 90/130 6 %; горячего вибролитого асфальтобетона II типа (по ТУ 5718-002-04000633—2006 [7]) с содержанием битума БНД 60/90 8 %; холодного вибролитого регенерированного асфальта типа В (состав см. табл. 1, смесь 2) с содержанием битума БНД 90/130 8 %.

Таблица 1

Составы холодных вибролитых регенерированных смесей

№ смеси	Тип асфальта	Содержание фракций более 5 мм, %	Содержание компонентов, % по массе					
			старого асфальтобетона	щебня	искусственного песка	минерального порошка	битума	воды
1	Б	44,6	50	20	12	18	6, 8, 10	9,0
2	В	35,1	50	10	22	18	6, 8, 10	9,0

По основным показателям холодные вибролитые регенерированные асфальты удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128—2009 ко второй марке горячего плотного асфальтобетона для П...V дорожно-климатических зон (табл. 2). Водонасыщение соответствует пористым асфальтобетонам, при-

ближаясь к верхнему пределу показателя для горячего плотного асфальтобетона. Остаточная пористость на 1,5...4 % больше водонасыщения, что объясняется закрытой тонкопористой структурой асфальта.

Таблица 2

Основные физико-механические свойства холодного вибролитого регенерированного асфальта

Тип асфальта	Объемная масса, г/см ³	Водонасыщение, % по объему	Остаточная пористость, %	Набухание, % по объему	Предел прочности на сжатие, МПа, при температуре, °С		Водостойкость	Водостойкость при длительном водонасыщении
					20	50		
Б	2,17	8,8	11,3	0,00	2,5	1,3	0,91	0,86
В	2,15	9,8	12,0	0,00	2,5	1,3	0,93	0,88

В результате экспериментального определения шумовыделения различных асфальтов (табл. 3) подтверждаются данные теоретического расчета по выражению (3).

Таблица 3

Среднее значение уровня шума различных асфальтов

№ опыта	Холодный вибролитой регенерированный асфальт, дБ	Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон типа Б, дБ	Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон типа В, дБ	Вибролитой асфальтобетон горячего приготовления II типа, дБ
1	51,4	60,1	58,5	55,0
2	51,6	60,2	58,5	55,5
3	51,3	60,5	58,3	55,3
...9	51,3	60,3	58,1	55,2
Среднее	51,4	60,3	58,4	55,3

Установлено, что в среднем шумовыделение холодного вибролитого регенерированного асфальта на 8,9 дБ меньше в сравнении с горячим плотным мелкозернистым асфальтобетоном типа Б, на 7,0 дБ меньше в сравнении с горячим плотным мелкозернистым асфальтобетоном типа В, на 3,9 дБ меньше в сравнении с вибролитым асфальтобетоном горячего приготовления II типа. Снижение уровня шума на 6 дБ субъективно воспринимается как уменьшение громкости вдвое [1].

Исследовалось шумовыделение холодного вибролитого регенерированного асфальта в зависимости от содержания щебеночной фракции и битума (табл. 4). Исследования проводились на образцах холодного вибролитого регенерированного асфальта типа Б (состав см. табл. 1, смесь 1) и типа В (состав см. табл. 1, смесь 2) на битуме БНД 90/130, содержание которого составляло 6, 8 и 10 %.

Таблица 4

Зависимость шумовыделения холодного вибролитого регенерированного асфальта от содержания щебеночной фракции и битума

Тип смеси	Содержание битума, %	Остаточная пористость, %	Плотность, г/см ³	Уровень шума, дБ			
				Серия опытов			Среднее, дБ
				I	II	III	
Б	6	12,1	2,15	52,4	52,5	52,3	51,8
	8	11,3	2,17	52,2	52,4	52,6	52,4
	10	10,5	2,17	53,3	52,9	53,1	53,1
В	6	13,2	2,12	50,6	50,8	50,7	50,8
	8	12,0	2,15	51,4	51,5	51,3	51,4
	10	11,0	2,14	52,1	51,9	52,0	52,0

С увеличением содержания в асфальте щебеночной фракции с 35,1 (тип В) до 44,6 % (тип Б) его плотность увеличилась в среднем на 2 %, при этом шумовыделение увеличилось в среднем на 1 дБ (табл. 4), что согласуется с выражением (3), из которого видно, что увеличение плотности материала сопровождается увеличением шумовыделения. С увеличением содержания битума остаточная пористость асфальта уменьшается, что обуславливает увеличение шумовыделения. Так, для холодного вибролитого регенерированного асфальта типа В при увеличении содержания битума с 6 до 10 % остаточная пористость уменьшается с 13,2 до 11,0 %, а шумовыделение увеличивается на 1,2 дБ (табл. 4).

Полученные результаты исследований шумовыделения различных асфальтов позволяют рекомендовать холодный вибролитой регенерированный асфальт для строительства покрытий автомобильных дорог в районах массовой жилой застройки, а также при строительстве объектов благоустройства в детских учреждениях и учреждениях здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руденский А. В. Дорожные асфальтобетонные покрытия. М. : Транспорт, 1992. 253 с.
2. Способ приготовления холодной органоминеральной смеси для дорожных покрытий : пат. 2351703 Росс. Федерации ; заявл. 15.02.08 ; опубл. 10.04.09, Бюл. № 10. 10 с.
3. Кухлинг Х. Справочник по физике : пер с нем. 2-е изд. М. : Мир, 1985. 520 с.
4. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. М. : Информавтодор, 2001. 143 с.
5. ГОСТ 30457—97 (ИСО 9614-1-93). Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерения в дискретных точках. Технический метод. М. : Изд-во стандартов, 1998. 21 с.
6. ГОСТ 9128—2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2010. 20 с.
7. ТУ 5718-002-04000633—2006. Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон. М. : ГУП НИИМосстрой, 2007. 17 с.
1. Rudenski A. V. Dorozhnye asfaltobetonnnye pokrytiya. M. : Transport, 1992. 253 s.
2. Sposob prigotovleniya holodnoi organomineralnoi smesi dlya dorozhnykh pokriti : pat. 2351703 Ross. Federatsii ; zayavl. 15.02.08 ; opubl. 10.04.09, Byl. № 10. 10 s.

3. *Kukhling X.* Spravochnik po fizike : per. s nem. 2-e izd. M.: Mir, 1985. 520 s.
4. ODN 218.046-01. Proektirovanie nezhestkikh doroznykh odezhd. M. : Informavtodor, 2001. 143 s.
5. GOST 30457—97 (ISO 9614-1-93). Opredelenie urovnei zvukovoi moshchnosti istochnikov shuma na osnove intensivnosti zvuka. Izmereniya v diskretnykh tochkakh. Tekhnicheski metod. M. : Izd-vo standartov, 1998. 21 s.
6. GOST 9128—2009. Smesi asfaltobetonnyie dorozhnye, aerodromnye i asfaltobeton. Tekhnicheskie usloviya. M. : Standartinform, 2010. 20 s.
7. TU 5718-002-04000633—2006. Smesi asfaltobetonnye litye i litoi asfaltobeton. M. : GUP NIIMosstroj, 2007. 17 s.

© Андронов С. Ю., 2012

*Поступила в редакцию
в феврале 2012 г.*

Ссылка для цитирования:

Андронов С. Ю. Снижение шума дорожными покрытиями из холодного вибролитого регенерированного асфальта // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).