

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24342**

(13) **С1**

(45) **2024.08.05**

(51) МПК

G 01N 3/56 (2006.01)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТИРАЕМОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

(21) Номер заявки: а 20220094

(22) 2022.04.08

(43) 2023.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Ходан Елена Петровна; Жуковский Егор Михайлович; Кравченко Сергей Егорович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ДМД 33200.007-2020. Рекомендации по обеспечению устойчивости асфальтобетонных смесей к деструкции. Минск, 2020, с. 13-15.

ГОСТ 13087-81. Бетоны. Методы определения истираемости. Государственный комитет стандартов Совета министров СССР, 1981, с. 2-5.

ПНСТ 180-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения истираемости. Стандартиформ, 2019, с. 4-6.

SU 1679275 A1, 1991.

RU 2706387 C1, 2019.

SU 1341538 A1, 1987.

(57)

Способ определения истираемости асфальтобетона, при котором изготавливают серию цилиндрических образцов из асфальтобетона, взвешивают и измеряют толщину каждого образца по его боковой поверхности, затем упомянутые образцы насыщают 5 %-ным раствором хлорида натрия и устанавливают в гнезда круга истирания на боковую поверхность, на истирающий диск равномерным слоем насыпают абразив, увлажненный 5 %-ным водным раствором хлорида натрия, затем производят истирание образцов, причем через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами, истирающий круг останавливают, удаляют с него остатки абразива, насыпают на него новую порцию увлажненного абразива и снова производят истирание образцов, указанные действия для каждого образца повторяют 5 раз, что составляет один цикл испытаний, проводят всего четыре цикла испытаний, перед каждым последующим циклом испытаний образцы вынимают из гнезд круга истирания, поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси и снова устанавливают в гнезда круга истирания, затем образцы, подвергшиеся истиранию, повторно насыщают 5 %-ным раствором хлорида натрия, измеряют толщину каждого упомянутого образца и взвешивают, при этом истираемость W каждого образца определяют из выражения

ВУ 24342 С1 2024.08.05

$$W = \frac{m_1 - m_2}{d_1 - d_2},$$

где m_1 - масса образца до испытания, г;

m_2 - масса образца после четырех циклов испытания, г;

d_1 - толщина образца до испытания, мм;

d_2 - толщина образца после четырех циклов испытания, мм,

а истираемость асфальтобетона определяют как среднее арифметическое значение результатов определения истираемости каждого образца серии.

Изобретение относится к области испытания материалов, а именно к определению истираемости асфальтобетона.

Известен способ определения истираемости асфальтобетона, который осуществляется по оценке потери массы образца и изменения его толщины в результате его взаимодействия с пневматической шиной [1].

Поскольку данный способ не стандартизирован и применяется только для определения истираемости асфальтобетона, то он не может быть использован для сравнения характеристик других дорожно-строительных материалов. Также к недостаткам способа относится использование пневматической шины как истирающего объекта. Износ шины при испытании будет являться причиной искажения результатов истираемости асфальтобетона, что делает невозможным сравнение результатов истираемости асфальтобетона, полученных как в различное время, так и в пределах одной серии испытания. Кроме того, на износ шины большое влияние оказывает тип испытываемого асфальтобетона.

Известен способ, позволяющий испытывать дорожное покрытие на износ ошипованными шинами [2]. При этом истираемость определяется по изменению геометрических параметров исследуемых образцов под воздействием ошипованной шины от картингового автомобиля.

Недостатками данного способа являются образование колеи и износ шины в процессе исследования и, соответственно, искажение результатов. Также существенным недостатком является трудоемкость подготовки материалов для испытания. При данном способе испытываются образцы в форме кольца диаметром в два раза больше колеса. Стандартными методами данные образцы изготовить невозможно, поэтому они составляются из большого количества стандартных образцов, подвергнутых дополнительной обработке.

Кроме того, для моделирования процессов износостойкости асфальтобетонов могут использоваться методы Prall test, Nordic test и микро-Деваль.

Prall test позволяет оценивать истираемость увлажненного и охлажденного асфальтобетонного образца под воздействием шипованных шин [3, 4]. Истираемость определяется как отношение потери массы образца под воздействием стальных шариков в потоке воды к объемной плотности образца. Недостатками способа являются необходимость наличия специального оборудования, подготовки исследуемых образцов нестандартного размера и определение истираемости под воздействием шипованных шин.

Метод микро-Деваль позволяет прогнозировать истираемость асфальтобетона по истираемости исходных каменных материалов [5]. Истираемость определяется как потеря массы каменного материала под воздействием стальных шариков в специальных барабанах. Причем масса пробы материалов, подвергаемых испытаниям, постоянна для всех материалов.

Недостаток данного метода заключается в том, что истираемость асфальтобетона не определяется прямыми методами, а прогнозируется через истираемость исходных каменных материалов, и при этом не учитываются специфические свойства асфальтобетона и условия эксплуатации покрытий.

Метод Nordic test также позволяет оценивать истираемость асфальтобетона по истираемости исходных каменных материалов [6]. Истираемость, как и в случае метода микро-Деваль, определяется как потеря массы каменного материала под воздействием стальных шариков в специальных барабанах. Причем масса пробы материалов, подвергаемых испытаниям, зависит от плотности материала.

Недостаток данного метода состоит в том, что истираемость асфальтобетона прогнозируется через истираемость исходных каменных материалов, и при этом не учитываются особенности асфальтобетона как дорожно-строительного материала.

Известен способ определения истираемости цилиндрических и кубических образцов бетона на кругах истирания типа ЛКИ-2, ЛКИ-3 или Беме [7]. При таких испытаниях истираемость определяется как отношение потери массы при истирании образца на чугунных кругах с абразивом к площади поперечного сечения образца. Образцы испытываются как в сухом, так и в водонасыщенном состоянии.

К недостаткам данного метода можно отнести то, что он не стандартизирован для асфальтобетонов, не учитывает реальный характер взаимодействия колеса с покрытием и не учитывает условия работы асфальтобетона в процессе эксплуатации.

Наиболее близким техническим решением, прототипом, является способ определения истираемости асфальтобетона на круге истирания ЛКИ-3 [8]. Истираемость определяется как потеря массы цилиндрического образца в результате его испытания на чугунном круге с абразивом, причем образец устанавливается на боковую поверхность, тем самым моделируя систему "шина - покрытие".

Однако данный способ имеет ряд недостатков. Образцы испытываются в воздушно-сухом состоянии, что не учитывает реальные условия работы асфальтобетонных покрытий в процессе эксплуатации. Кроме того, использование потери массы в качестве критерия истираемости не дает возможности испытывать и сравнивать между собой асфальтобетонные образцы различного состава.

Задачей изобретения является определение истираемости асфальтобетона при воздействии колеса автомобиля при различных условиях и, как следствие, прогнозирование износостойкости покрытий, устроенных из асфальтобетона.

Решение поставленной задачи достигается тем, что изготавливают серию цилиндрических образцов из асфальтобетона, взвешивают и измеряют толщину каждого образца по его боковой поверхности, затем упомянутые образцы насыщают 5 %-ным раствором хлорида натрия и устанавливают в гнезда круга истирания на боковую поверхность, на истирающий диск равномерным слоем насыпают абразив, увлажненный 5 %-ным водным раствором хлорида натрия, затем производят истирание образцов, причем через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами, истирающий круг останавливают, удаляют с него остатки абразива, насыпают на него новую порцию увлажненного абразива и снова производят истирание образцов, указанные действия для каждого образца повторяют 5 раз, что составляет один цикл испытаний, проводят всего четыре цикла испытаний, перед каждым последующим циклом испытаний образцы вынимают из гнезд круга истирания, поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси и снова устанавливают в гнезда круга истирания, затем образцы, подвергшиеся истиранию, повторно насыщают 5 %-ным раствором хлорида натрия, измеряют толщину каждого упомянутого образца и взвешивают, при этом истираемость W каждого образца определяют из выражения

$$W = \frac{m_1 - m_2}{d_1 - d_2},$$

где m_1 - масса образца до испытания, г;

m_2 - масса образца после четырех циклов испытания, г;

d_1 - толщина образца до испытания, мм;

d_2 - толщина образца после четырех циклов испытания, мм,

ВУ 24342 С1 2024.08.05

а истираемость асфальтобетона определяют как среднее арифметическое значение результатов определения истираемости каждого образца серии.

Способ осуществляется следующим образом.

Для определения истираемости асфальтобетонных образцов используют истирающий круг типа ЛКИ-2, ЛКИ-3 или Беме.

Для определения истираемости используют асфальтобетонные образцы диаметром $71,4 \pm 0,1$ мм. Требования к методам изготовления образцов - по СТБ 1115.

Образцы испытывают сериями. Число образцов в серии должно быть не менее трех. Массу образцов и их размеры определяют с погрешностью не более 0,2 %. Температура воздуха в помещении, где проводят испытания, должна быть 25 ± 10 °С, а относительная влажность 50 ± 20 %.

Для определения истираемости используют следующее оборудование и материалы:

- круги истирания типа ЛКИ-2, ЛКИ-3 или Беме;
- весы технические по ГОСТ 24104;
- штангенциркуль по ГОСТ 166;
- стальные линейки по ГОСТ 427;
- шлифзерно 16 по ГОСТ 3647, нормальный вольский песок по ГОСТ 6139. В случае замены шлифзерна другим абразивом следует экспериментально устанавливать переводные коэффициенты.

Круг истирания должен иметь съемный вращающийся в горизонтальной плоскости истирающий диск, изготовленный из серого чугуна твердостью по Шере 30-50 ($185-215$ кН/см²). На поверхности истирающего диска не допускаются выбоины и углубления шириной более 5 мм и глубиной более 0,5 мм. Скорость вращения истирающего диска под нагрузкой должна быть 30 ± 1 об/мин.

Круг истирания должен быть оборудован приспособлениями для свободной (в вертикальной плоскости) установки образцов и их загрузки вертикальной нагрузкой, а также счетчиком оборотов с автоматическим выключением истирающего диска через каждые 30 м пути истирания.

Испытание на круге истирания проводят на образцах, насыщенных 5 %-ным раствором хлорида натрия. Образцы подготавливаются по методике испытания асфальтобетона при длительном водонасыщении в агрессивной среде.

Перед испытанием образцы взвешивают и определяют их толщину по боковой поверхности.

Образцы устанавливают в специальные гнезда круга истирания на боковую поверхность. После установки проверяют возможность свободного перемещения образцов в гнездах в вертикальной плоскости. К каждому образцу (по центру) прикладывают сосредоточенную вертикальную нагрузку величиной 300 ± 5 Н, что соответствует давлению 60 ± 1 кПа.

На истирающий диск равномерным слоем насыпают первую порцию 20 ± 1 г шлифзерна 16 (на первые 30 м пути истирания каждого образца). Перед нанесением на круг первой порции абразива его протирают влажной тканью, а каждые 20 г абразива равномерно увлажняют 15 мл 5 %-ного водного раствора хлорида натрия.

После установки образцов и нанесения на истирающий диск абразива включают привод круга и производят истирание.

Через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами (28 оборотов на истирающем круге типа ЛКИ-3), истирающий диск останавливают. С него удаляют остатки абразивного материала, насыпают на него новую порцию абразива и снова включают привод истирающего круга. Указанную операцию повторяют 5 раз, что составляет один цикл испытаний (150 м пути испытания).

BY 24342 C1 2024.08.05

После каждого цикла испытаний образец (образцы) вынимают из гнезда, поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси) и проводят следующие циклы испытаний.

Всего проводят четыре цикла испытаний для каждого образца (общий путь истирания равен 600 м).

После четырех циклов испытания образцы обтирают сухой тканью, повторно насыщают 5 %-ным водным раствором хлорида натрия и взвешивают. Также определяют толщину образца после испытания как среднее значение результатов трех измерений толщин в плоскости, перпендикулярной поверхности истирания.

Истираемость асфальтобетонных образцов на круге истирания W (г/мм), характеризуемую отношением потери массы образца к потере его толщины, определяют с погрешностью до 0,1 г/мм для отдельного образца по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{d_1 - d_2},$$

где m_1 - масса образца до испытания, г;

m_2 - масса образца после четырех циклов испытания, г;

d_1 - толщина образца до испытания, мм;

d_2 - толщина образца после четырех циклов испытания, мм,

а истираемость асфальтобетона определяют как среднее арифметическое значение результатов определения истираемости каждого образца серии.

Истираемость W серии образцов определяют с погрешностью до 0,01 г/мм как среднее арифметическое значение результатов определения истираемости отдельных образцов серии.

Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,5 % (по абсолютной величине) при погрешности метода не более 5 %.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Материал образца	Смесь 1			Смесь 2		
	1	2	3	1	2	3
Образец						
Прототип						
Масса образца до испытания, г	703,20	696,60	699,90	700,0	701,10	698,60
Масса образца после 4 циклов испытания, г	703,11	696,50	699,80	699,9	701,02	698,48
Истираемость образца, г	0,09	0,10	0,10	0,10	0,08	0,12
Истираемость серии, г	0,10			0,10		
Предлагаемый способ						
Масса образца до испытания, г	702,40	706,40	704,40	702,38	701,21	699,96
Масса образца после 4 циклов испытания, г	700,00	704,60	702,30	700,09	699,94	698,65
Толщина образца до испытания, мм	71,40	71,40	71,40	71,40	71,40	71,40
Толщина образца после 4 циклов испытания, мм	70,08	70,45	70,27	70,90	70,98	70,95
Изменение массы после 4 циклов испытания	2,40	1,80	2,10	1,48	1,27	1,31
Изменение толщины после 4 циклов испытания	1,32	0,95	1,13	0,50	0,42	0,45
Истираемость образца, г/мм	1,82	1,89	1,86	2,96	3,02	2,91
Истираемость серии, г/мм	1,86			2,96		

ВУ 24342 С1 2024.08.05

Способ может использоваться при испытаниях асфальтобетона для устройства покрытий загородных дорог, городских улиц, аэродромов для определения их истираемости с целью определения износостойкости или прогнозирования срока службы.

Источники информации:

1. КУМЕЙКО Н.Н. Установка для исследования износостойкости нежестких дорожных одежд. Вестник ХНАДУ, 2005, № 29. Найдено на [<https://cyberleninka.ru/article/n/ustanovka-dlya-issledovaniya-iznosostoykosti-nezhestkih-dorozhnyh-odezhd>].
2. RU 2706387, 2019.
3. EN 12697-16. Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 16: Abrasion by studded tyres.
4. ПНСТ 180-2016. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения истираемости.
5. ГОСТ 33024-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение сопротивления истираемости по показателю микро-Деваль.
6. EN 1097-9:2014. Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 9: Determination of the resistance to wear by abrasion from studded tyres - Nordic test.
7. ГОСТ 13087-2018. Бетоны. Методы определения истираемости.
8. ДМД 33200.007-2020. Рекомендации по обеспечению устойчивости асфальтобетонных смесей к деструкции.