

УДК 625.855.3.002.612

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

**В.И. Мощенко, профессор, к.т.н., Н.А. Лалазарова, доцент, к.т.н.,
А.А. Ляпин, ассистент, И.Е. Кухарева, аспирант, ХНАДУ**

Аннотация. Предложен неразрушающий экспресс-метод контроля качества асфальтобетонного покрытия по твёрдости. Исследовано влияние высоты сбрасывания груза на индентор и показания твердости дорожного покрытия.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, твердость, неразрушающий экспресс-метод, контроль качества.

ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

**В.І. Мощенко, професор, к.т.н., Н.О. Лалазарова, доцент, к.т.н.,
О.О. Ляпін, асистент, І.Є. Кухарева, аспірант, ХНАДУ**

Анотація. Запропоновано неруйнівний експрес-метод контролю якості асфальтобетонного покриття за твердістю. Досліджено вплив висоти скидання вантажу на індентор та показники твердості дорожнього покриття.

Ключові слова: асфальтобетонне покриття, твердість, неруйнівний експрес-метод, контроль якості.

HARDNESS MEASUREMENT OF ASPHALT-CONCRETE ROAD SURFACING

**V. Moschenok, Professor, Candidate of Technical Science,
N. Lalazarova, Associate Professor, Candidate of Technical Science,
A. Lyapin, assistant, I. Kukhareva, post-graduate, KhNAHU**

Abstract. This work proposes a nondestructive method for rapid quality control of asphalt-concrete road surfacing according to hardness. The influence of the load dropping height on the indenter upon the road surfacing hardness values was investigated.

Key words: asphalt-concrete road surfacing, hardness, nondestructive rapid test, quality control.

Введение

Высокая интенсивность движения автомобилей, состав транспортного потока, скоростной режим, применение шипованных шин и противогололёдных реагентов приводят к ускоренному износу асфальтобетонного покрытия и появлению колеи износа. Для повышения износостойкости необходимы комплексные исследования по изучению влияния условий эксплуатации на интенсивность износа верхних слоёв покрытий и их эксплуатационные показатели [1].

Анализ публикаций

В условиях эксплуатации материал дорожного покрытия подвергается действию сжимающих, растягивающих и сдвигающих нагрузок. В соответствии с этим контроль качества асфальтобетона проводят по показателям прочности, которые определяют при сжатии, растяжении, изгибе и сдвиге.

Свойства определяют по результатам испытаний кернов или вырубок из дорожного покрытия [2]. Из кернов или вырубков готовят

«переформованные образцы», которые испытывают по стандартной методике и находят предел прочности при сжатии [2]. При проведении испытаний по существующей методике наблюдается значительный разброс значений показателей прочности. Это объясняется тем, что образцы асфальтобетона переформованы, а также погрешностями, которые вносят условия испытаний.

Процесс изготовления кернов или вырубков и «переформованных образцов» достаточно трудоёмкий и затратный, а полученные показатели прочности не соответствуют истинным значениям прочности для данного покрытия. Поэтому дорожная отрасль нуждается в эффективных, простых, менее затратных и трудоёмких экспресс-методах контроля качества асфальтобетонного покрытия.

В дорожном строительстве до настоящего времени не нашел широкого применения метод оценки качества асфальтобетонного покрытия путем измерения такого деформационно-прочностного свойства как твердость. Подобное отношение к твердости, достаточно легко определяемому показателю, является несправедливым. При измерении твердости в деформацию вовлекаются небольшие объемы поверхностного слоя покрытия, свойства которого определяют силу трения и сцепления автомобильных шин с асфальтобетонным покрытием, износостойкость дорожного полотна и безопасность дорожного движения в целом [3].

Для измерения твердости асфальтобетонных покрытий применяется прибор динамического типа ТД-2 (ударник ДорНИИ) [4].

В качестве индентора (ударника) используется стальной конус с углом при вершине 45° . Прибор устанавливается на исследуемый участок дороги, груз под собственным весом (2 кг) 10 раз сбрасывается без изменения расположения на индентор. Глубина погружения индентора и определяет твердость покрытия. Затем полученная глубина (твердость) приводится к расчетному значению при температуре 50°C по номограмме или по формуле [4]. В данной методике оговариваются форма и геометрия индентора, величина груза и высота его падения, что сужает диапазон применения данного метода и не позволяет использовать его для оценки твердости покрытий различного типа.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей работы является разработка эффективного экспресс-метода контроля качества асфальтобетонного покрытия по твердости. Для достижения поставленной цели был использован твердомер с расширенными возможностями регулирования высоты, с которой сбрасывается груз, его массы, геометрии и формы индентора и изучено влияние высоты сбрасывания груза на показатели твердости.

Материал и методика исследований

Применяемый твердомер состоит из стойки 1, по которой перемещается груз 5, основания 2 с регулируемыми опорами 4 и индентора 3 в форме конуса (рис. 1).

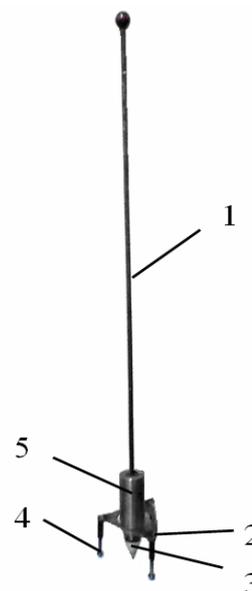


Рис. 1. Твердомер динамического типа

Конструкция твердомера предусматривает диапазон высоты, с которой сбрасывается груз, и его массы, варьирование геометрии индентора (угла конуса).

Для испытаний был выбран участок дороги без трещин и выбоин со средней интенсивностью движения внутри города. Измерение твердости проводили при температуре 0°C в течение одного дня и усредняли по результатам 10 измерений. В данной работе варьировался только один параметр – высота падения груза в интервале 0,3–0,9 м. Масса груза (2 кг) и угол конуса (45°) не изменялись.

Определение твердости покрытия

Оценку твердости производили по параметрам невосстановленного отпечатка. Поверхностную твердость определяли как отношение работы, которая затрачивается на внедрение индентора в материал, к площади поверхности внедренной части индентора [5]

$$H_{\text{пов}} = \frac{A}{S_{\text{пов}}} = \frac{mgL(\sin \frac{\varphi}{2})}{\pi h^2 (\text{tg} \frac{\varphi}{2})^2}, \text{ (Н}\cdot\text{м/мм}^2\text{)},$$

где A – работа, Н·м; $S_{\text{пов}}$ – площадь боковой поверхности внедренной части индентора, мм²; h – глубина невосстановленного отпечатка, мм; m – масса груза, кг; φ – угол при вершине конуса, $\varphi=45^\circ$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; L – высота, с которой падает груз, м.

Объемную твердость определяли как отношение работы, которая затрачивается на внедрение индентора в материал, к объему внедренной части индентора [5]

$$H_{\text{об}} = \frac{A}{V} = \frac{3mgL}{\pi h^3 (\text{tg} \frac{\varphi}{2})^2}, \text{ Н}\cdot\text{м/мм}^3,$$

где V – объем внедренной части индентора, мм³.

По результатам измерений строили кривые распределения поверхностной (рис. 2) и объемной (рис. 3) твердости асфальтобетонного покрытия для разных высот падения груза на индентор.

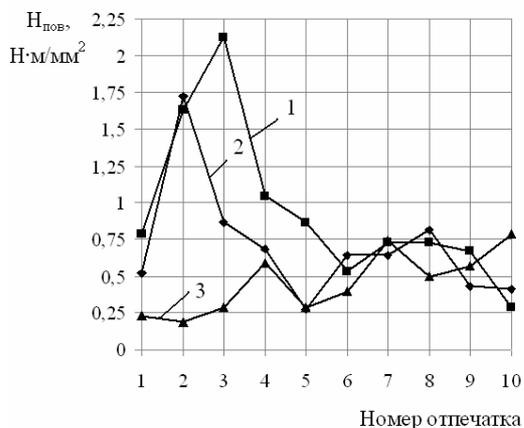


Рис. 2. Разброс значений поверхностной твердости асфальтобетонного покрытия для разных высот падения груза: 1 – 0,3 м; 2 – 0,6 м; 3 – 0,9 м

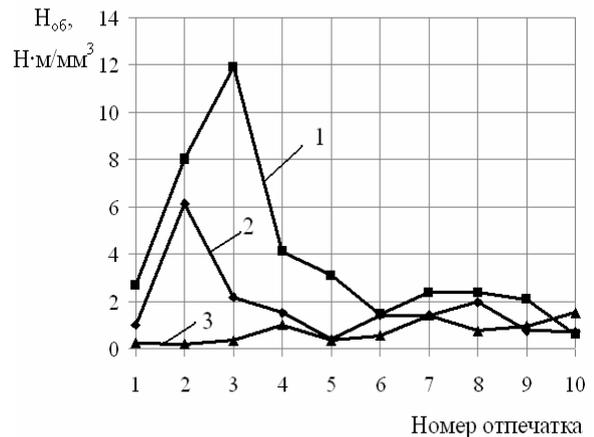


Рис. 3. Разброс значений объемной твердости асфальтобетонного покрытия для разных высот падения груза: 1 – 0,3 м; 2 – 0,6 м; 3 – 0,9 м

В табл. 1 приведены результаты статистической обработки значений поверхностной твердости покрытия.

Амплитуда колебаний значений твердости оценивалась среднеквадратическим отклонением. Наименьший разброс (наибольшая стабильность) показаний твердости наблюдается для $L=0,9 \text{ м}$ ($\sigma=0,22$), наибольший (наименьшая стабильность) – для $L=0,3 \text{ м}$ ($\sigma=0,56$).

Таблица 1 Статистическая обработка результатов измерений поверхностной твердости покрытия*

№ кривой	1	2	3
$L, \text{ м}$	0,3	0,6	0,9
$H_{\mu_{\text{пов}}} \text{ Н}\cdot\text{м/мм}^2$	0,99	0,74	0,48
σ	0,56	0,4	0,22
ν	0,56	0,54	0,46

Примечание. * $H_{\mu_{\text{пов}}}$ – среднее арифметическое значение поверхностной твердости; σ – среднеквадратическое отклонение; ν – коэффициент вариации.

Наиболее показательным является относительное рассеивание свойств по отношению к среднему значению твердости – коэффициент вариации. Наименьший коэффициент вариации для $L=0,9 \text{ м}$ ($\nu=0,46$), наибольший – для $L=0,3 \text{ м}$ ($\nu=0,56$). На основании проведенных исследований можно сказать, что, вероятно, чем больше энергия удара, тем менее чувствительны результаты измерений к составу и структуре асфальтобетонного покрытия.

Наиболее точно характеризует деформацию дорожного покрытия в процессе эксплуатации не поверхностная, а объёмная твердость. С нашей точки зрения, при расчёте объёмной твёрдости в деформацию вовлекаются значительные объёмы материала, что более точно отражает реальные условия эксплуатации дорожного покрытия.

Применение твердомера с регулируемыми параметрами позволяет расширить область использования этого метода. Для песчаных асфальтобетонных покрытий [6] можно рекомендовать высоту падения груза 0,3 м, мелкозернистых – 0,6 м, крупнозернистых – 0,9 м.

Так как твёрдость – наиболее простой и наименее трудоёмкий метод определения свойств, то в перспективе представляет интерес установление корреляционных зависимостей между твёрдостью и износостойкостью, а также другими свойствами покрытий, которые имеют различный состав и структуру.

Выводы

1. Разработанная методика определения расчетных значений твердости позволяет производить экспресс-оценку качества асфальтобетонных покрытий дорог.

2. Варьирование даже одним параметром твердомера (высотой падения груза) открывает возможность более полного исследования состояния дорожных покрытий всех типов, которые подвергаются разного вида нагрузкам при движении транспорта с разнообразными грузоподъёмностью и скоростями движения.

3. В перспективе возможно установление корреляционных зависимостей твёрдости с износостойкостью и другими свойствами асфальтобетонных покрытий.

4. Предложенный экспресс-метод оценки качества асфальтобетонного покрытия по твёрдости отличается высокой производительностью, относительная простота, возможность охвата исследованиями значительного по размерам участка дороги.

Литература

1. Кирюхин Г.Н. Деятельность лаборатории асфальтобетона и чёрных материалов / Г.Н. Кирюхин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2006. – №4. – С. 11–14.
2. Фурсов С.Г. К вопросу контроля качества асфальтобетона / С.Г. Фурсов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2005. – №1. – С. 14.
3. Немчинов М.В. Обеспечение и оценка сцепных качеств дорожных покрытий / М.В. Немчинов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2004. – №4. – С. 12–14.
4. ВСН 38-90 Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью.
5. Пат. 57312 Украина, МПК-2011.01 G01N 3/00, G01N 3/40. Спосіб визначення твердості асфальтобетонних покриттів / Мощенок В.І., Лалазарова Н.О., Дощечкіна І.В. и др. ; заявник та патентовласник ХНАДУ. – № u2010 07905; заявл. 24.06.10; опубл. 25.02.11, Бюл. №4.
6. ГОСТ 9128-84. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Введен впервые 01.01.1985 г. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.

Рецензент: И.П. Гладкий, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 10 июня 2011 г.