

камне портландита свидетельствует о полном выщелачивании и о наличии глубокой коррозии первого вида.

Таким образом, для установления причины возникновения дефектов на дорожном цементобетонном покрытии необходимо проделать комплекс исследований, включающие визуальные и лабораторные. Основным разделом лабораторных испытаний является определение физико-химических показателей бетона. На основании химического, термогравиметрического, рентгенофазового, петрографического, электронно-микроскопического анализов можно сделать вывод о процессах протекающих в бетоне и ведущие к различным видам коррозии. Если результаты вышеперечисленных анализов свидетельствуют о том, что коррозия в бетоне отсутствует и бетон находится в нормальном эксплуатационном состоянии, то причину возникновения дефекта необходимо искать в температурных напряжениях, состоянии основания цементобетонного покрытия или в нагрузках, действующих со стороны колеса автомобиля, т.е. механических разрушениях.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРУПНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЕЙ В ЛИТВЕ**

**Булявичюс М.<sup>1</sup>,  
Петкявичюс К.<sup>2</sup>, д-р техн. наук, профессор,  
Жиленене Д.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доцент**

<sup>1</sup>ПУ «*Problematika*»,

<sup>2,3</sup>*Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса  
(г. Вильнюс, Литва)*

### **Введение**

Ученые Литвы и других стран, исследуя конструктивные слои дорожных одежд, с целью улучшения свойств покрытий и условий движения, анализируют влияние свойств этих слоев на эксплуатационные показатели дорожных покрытий, и физико-механические свойства асфальтовых смесей, применяемых для слоев дорожных

покрытий и др. (Bhasin *et al.* 2009; Petkevičius *et al.* 2009; Radziszewski 2007). Крупный заполнитель (гранит, доломит, гравий) отличается величиной, формой и свойствами функционирования материала, зависящими от величины и характера нагрузки, рабочей температуры, агрессивности среды и др. Физико-механические свойства крупных заполнителей, применяемых для производства асфальтовых смесей, оказывают воздействие на показатели качества конструкций дорожных покрытий, т. е. на их функциональность, надежность и долговечность.

Особое внимание должно уделяться выбору составных частей с компонентов асфальтовых смесей. Должны быть выполнены исчерпывающие исследования всех составных частей асфальтовой смеси и осуществлен контроль качества (пригодности) этих смесей. В настоящее время в Литве заполнители для асфальтовых смесей подбираются на основании требований TRA MIN 07:2007. В связи с тем, что испытаний по определению пригодности крупных заполнителей для производства асфальтовых смесей проведено недостаточно, в настоящей статье представлен анализ физико-механических свойств крупных заполнителей, определенных в Литве.

Одним из наиболее точных испытаний по определению прочности крупных заполнителей является сопротивление дроблению по *LST EN 1097-2:2001*. Основным методом этого испытания является определение сопротивляемости дроблению по методу Лос Анджело, однако в Литве чаще применяется альтернативный – ударный метод. Для того чтобы точно определить прочность крупного заполнителя и найти связь между методами этого испытания, пробы испытывались обоими способами. Показатели *LA* и *SZ* указывают на то же свойство материала, однако методы испытаний различаются.

Такому испытанию подверглись 238 опытных образцов тех же пород (гранита, доломита, гравия). Методом Лос Анджело проведена 49 испытаний (рис. 1), ударным методом – 189 испытаний (рис. 2).

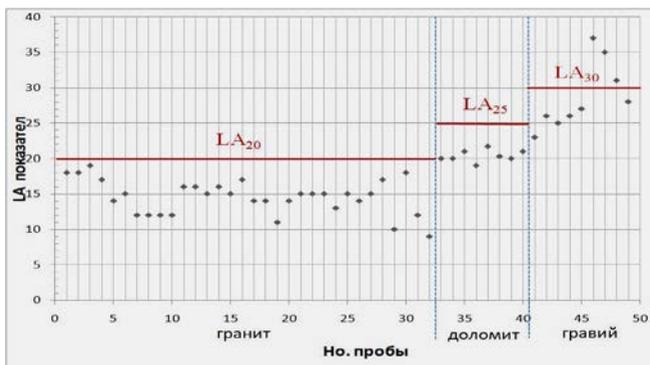


Рис. 1. Результаты определения сопротивляемости дроблению методом Лос Анджело

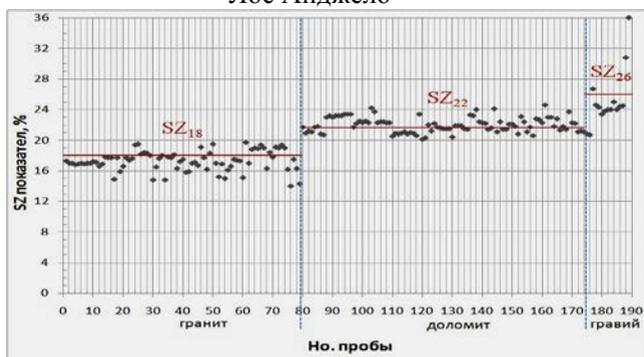


Рис. 2. Результаты определения сопротивляемости дроблению ударным методом

В таблицах 1 и 2 представлен статистический анализ показателей  $LA$  и  $SZ$ . Наибольшие среднеквадратические (стандартные) отклонения получены для щебня из гравия. Это указывает на наибольшую вариацию результатов физических свойств исследованной породы. Наименьшее среднее квадратическое отклонение получено для доломитного щебня, что свидетельствует о наименьшей вариации результатов свойств исследованной породы. Коэффициент вариации полученных данных показывает разброс результатов испытаний. Чем меньше коэффициент вариации, тем уже разброс результатов. Наименьшие коэффициенты вариации получены результатов сопротивляемости породы дроблению (показателя дробимости).

Таблица 1

## Значения показателей LA

Показатель	Значение		
	гранит	доломит	гравий
Сред. отклонение $s_x$	2,385	0,779	4,447
Дисперсия $s_x^2$	5,69	0,607	19,78
Коэф. вариации $V_x$	0,164	0,0382	0,155

Таблица 2

## Значения показателей SZ

Показатель	Значение		
	гранит	доломит	гравий
Сред. отклонение $s_x$ , %	1,284	0,986	3,479
Дисперсия $s_x^2$ , %	1,65	0,973	12,10
Коэф. вариации $V_x$ , %	0,0743	0,0449	0,135

Это свидетельствует о точности и достоверности методов исследования. Предъявляемые к асфальтовому покрытию требования LA<sub>20</sub>, удовлетворяют 94 % всех испытанных по методу LA образцов крупного заполнителя. Границу требований LA<sub>30</sub> превышают 33 % всех образцов щебня гравия. Требования, предъявляемые к асфальтовому покрытию, удовлетворяет 69 % всех испытанных по ударному методу образцов крупного заполнителя. Границу SZ<sub>18</sub> превышает 27 % исследованных образцов гранитного щебня, границу SZ<sub>22</sub> превышает 36 % испытанных образцов доломитного щебня, а границу SZ<sub>26</sub> – 23 % образцов щебня из гравия.

Одним из новейших испытаний прочности крупного заполнителя в Литве является испытание на определение сопротивляемости полированию (PSV). Это испытание проводится при определении пригодности материала для производства асфальтовых смесей, применяемых для верхних слоев асфальтового покрытия, и определения износостойкости камня под воздействием покрышек колес автомобилей.

В связи с тем, что в большинстве случаев для верхних слоев асфальтобетонных покрытий применяется только гранитная и доломитовая порода, испытания на сопротивляемость камня полированию проводятся лишь для образцов этих пород (рис. 3).

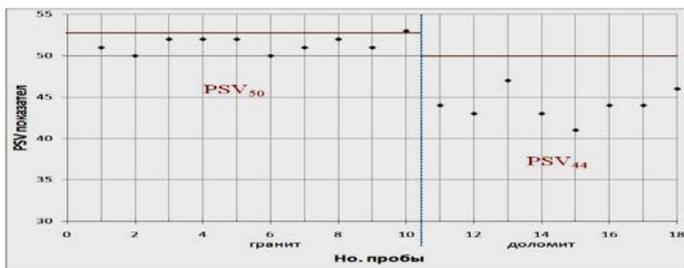


Рис. 3. Результаты значений  $PSV$  полируемости камня  
Таблица 3

Значения показателей  $PSV$

Показатель	Значение	
	гранит	доломит
Сред. отклонение $s_x$	0,917	1,732
Дисперсия $s_x^2$	0,84	3,000
Кэф. вариации $V_x$	0,0178	0,0394

Небольшие коэффициенты вариации обеих испытанных пород свидетельствуют о равномерности и постоянстве разброса результатов испытаний. Большинство испытанных образцов (83 %) удовлетворяют требованиям  $PSV_{50}$  и  $PSV_{44}$ , предъявляемым к асфальтобетону.

Одним из наиболее ценных свойств – сопротивляемости воздействию окружающей среды – крупного заполнителя, применяемого для верхнего слоя асфальтового покрытия, является его сопротивляемость повторным циклам замораживания и оттаивания (рис. 4).

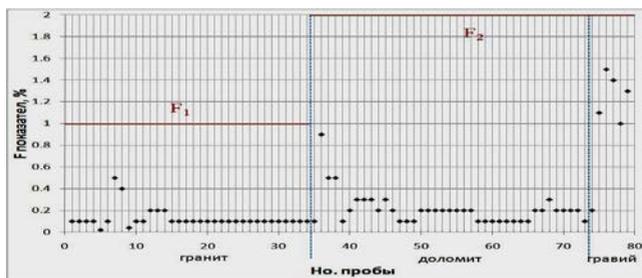


Рис. 4. Результаты значений сопротивляемости крупного заполнителя замораживанию и оттаиванию  $F$

Таблица 4

Значения показателей  $F$ 

Показатель	Значение		
	гранит	доломит	гравий
Сред. отклонение $s_x$ , %	0,089	0,146	0,185
Дисперсия $s_x^2$ , %	0,0079	0,0214	0,0344
Кэф. вариации $V_x$ , %	0,709	0,697	0,147

Стандартные отклонения испытанных пород невелики, что свидетельствует о небольшой вариации результатов определения сопротивляемости замораживанию и оттаиванию. Самое малое стандартное отклонение получено для гранитного щебня, а наименьший коэффициент вариации – для щебня из гравия.

Все результаты испытаний крупных заполнителей на сопротивляемость замораживанию и оттаиванию на 100 % удовлетворяют требованиям  $F_1$  и  $F_2$ , предъявляемым к асфальтобетону. 91 % результатов гранитного щебня не превышает  $1/10 F_1$ , 80 % результатов доломитного щебня не превышают  $1/5 F_1$ .

### Заключение

Результаты исследований показали, что при испытании того же минерального материала по *LST EN 1097-2:2001* методом Лос Анджело и ударным методом, чаще всего полученное значение  $LA$  бывает меньше. Это означает, что сравниваемые категории сравнены некорректно, а ударный метод предпочтительнее метода Лос Анджело.

Испытания по *LST EN 1097-8:2009* показали, что для верхнего слоя асфальтового покрытия целесообразно применять гранитный щебень. Увлажненный доломитовый щебень очень нестоек, его поверхность становится слабой.

Испытания по *LST EN 1367-1:2007* показали, что даже породы из доломита, гравия не превышают допустимых 2 % потерь их массовой доли. В то же время показатели прочности  $LA$ ,  $SZ$  и  $PSV$  образцов не соответствуют требованиям, предъявляем к крупным заполнителям, применяемым для производства асфальтовых смесей. В связи с этим метод испытаний по *LST EN 1367-1:2007* не позволяет достаточно точно исследовать прочность крупных заполнителей. Указанное в методе испытание на сопротивляемость замораживанию

и оттаиванию недостаточно для установления сопротивляемости пород в агрессивных погодных условиях Литвы, а границы оценочных категорий  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_4$  слишком широки. Для того, чтобы усовершенствовать оценку указанных свойств пород, необходимо уточнить границы категорий по сопротивляемости пород замораживанию и оттаиванию или же применять другой, альтернативный метод исследований.

### **Литература**

1. Bhasin, A. Quantative comparison of energy methods to characterize fatigue in asphalt materials / A. Bhasin, V.T.F. Castelo Branco, E. Masad, D.N. Little // Journal of Materials Civil Engineering. – 2009. – 21(2): 874–883.
2. Petkevičius, E. Effect of components content on properties of hot mix asphalt mixture and concrete / E. Petkevičius, A. Laurinavičius, R. Petkevičius, R. Babickas // The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. – 2009. – 4(4): 161–167.
3. Radziszewski, P. Modified asphalt mixtures resistance to permanent deformation / P. Radziszewski // Journal of Civil Engineering and Management. – 2007. – 13(4): 307–315.

УДК 504.5:625.768.6

## **СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЧВЫ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Бурова, О.В.<sup>1</sup>, Демидович И.А.<sup>2</sup>,  
Лопатина С.Н.<sup>3</sup>, Лясковская Л.П.<sup>4</sup>,**

**Яковлев А.П.<sup>5</sup>, кандидат биологических наук**

*<sup>1,2,3,4</sup>«Белорусский дорожный научно-исследовательский  
институт «БелдорНИИ»,*

*<sup>5</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»  
(г. Минск, Беларусь)*

### **Введение**

В Республике Беларусь в качестве противогололедных материалов наиболее часто применяют смесь технической соли с песком. Этот метод является одним из наиболее эффективных для