



### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ**

В статье представлено исследование возможности применения щебня из сталеплавильного шлака для приготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. В результате установлено, что сталеплавильный шлак может выступать в роли дешевого альтернативного материала габбро-диабазу и является привлекательным выбором при приготовлении щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

Асфальтобетонная смесь, шлак, свойства, применение, сравнение.

Резкий рост интенсивности движения и увеличения транспортных нагрузок создал общую необходимость в повышении износостойкости и несущей способности покрытий из асфальтобетона на улицах городов и автомобильных дорогах общего пользования.

До недавнего времени в основном для строительства дорожных покрытий использовались традиционные горячие асфальтобетонные смеси, приготовленные согласно требованиям ГОСТ 9128-2013. В качестве заполнителя для приготовления данных смесей применялись традиционные минеральные материалы, такие как щебень, гравий, песок и другие.

В последние годы для повышения износостойкости дорожных покрытий широко начали применять щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси. Они характеризуются высоким содержанием щебня и отличаются повышенной износостойкостью и долговечностью.

Для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей в основном используются щебни из изверженных и метаморфических горных пород, а также из гравия и валунов, соответствующие марке щебня М1000 и марке на сопротивление к износу от И1 до И2. В условиях Вологодской области получили распространение преимущественно щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси на основе габбро-диабазы. Данный материал соответствует требованиям, предъявляемым к щебням, для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

Габбро-диабазы – это глубинные известняковые породы, которые представляют собой разновидности пироксенов пород. Они являются основной составляющей глубинных земель и имеют разнообразную структуру и состав.

В строительстве габбро-диабазы играют важную роль благодаря своей прочности и устойчивости к различным нагрузкам. Они широко применяются в качестве материала для строительства дорожного по-

крытия, набережных, облицовок наружных стен и тротуаров. Благодаря своей высокой плотности и твердости, габбро-диабазы обеспечивают долговечность и стойкость к износу.

Габбро-диабазы также используются в области геотехники, особенно в строительстве дорог. Благодаря своей прочности и стабильности они могут быть использованы для создания устойчивых и надежных фундаментов и стабилизации грунта. Габбро-диабазы также используются в производстве асфальтобетонных смесей и других материалов, используемых для дорожного покрытия.

Начиная с 90-х годов в Вологодской области для приготовления асфальтобетонных смесей стали применять металлургические шлаки, в частности доменные и сталеплавильные, выпускаемые АО «Северсталь».

К настоящему времени эти материалы успешно применяются при производстве асфальтобетонных смесей для устройства асфальтобетонных покрытий городских улиц и дорог общего пользования. Щебень из металлургических шлаков отличается высокими показателями дробимости и сопротивления к износу. Кроме того, по сравнению с габбро-диабазом, характеризуется сравнительно невысокой стоимостью.

В лабораторных условиях проводились испытания щебня из металлургических шлаков на соответствие требованиям, предъявляемым к щебням, входящим в состав щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

В качестве эталонного щебня испытывался также щебень из габбро-диабазы. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ результатов испытаний показывает, что по физико-механическим показателям сталеплавильный шлак полностью соответствует требованиям, предъявляемым к щебням для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, тогда как щебень из доменного шлака не соответствует

стандарту. Следовательно, для дальнейших исследований был принят щебень из сталеплавильного шлака.

Были изготовлены образцы щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси и испытывались в лабораторных условиях ФКУ УПРДОР «Холмогоры», имеющего компетентность по стандарту [1] и обладающего сертификатами соответствия для проведения испытаний на заявленную область действия. Данная организация имеет необходимые оборудования на проведение лабораторных испытаний асфальтобетонной смеси по показателям, описанным в нормативном документе [2].

Ниже, в таблице 2, представлен перечень проведенных лабораторных испытаний и их принадлежность к конкретным нормативным документам.

Результаты испытаний приведены в таблице 3.

В рамках данных исследований проводился также расчет экономической эффективности применения щебня из сталеплавильного шлака АО «Северсталь» для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

Стоимость компонентов, входящих в состав щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси, принята применительно к АБЗ ООО «Магистраль» за 2023 год и представлена в таблице 4.

Расчеты стоимости 1 тонны щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМА-16) на основе щебня из габбро-диабаз и сталеплавильного шлака представлены соответственно в таблицах 5и 6.

Таблица 1

**Результаты испытаний свойств щебня**

Показатели	Доменный шлак АО «Северсталь»	Сталеплавильный шлак АО «Северсталь»	Габбро-диабаз	Метод испытаний
Дробимость, марка	M800	M1200	M1400	По ГОСТ 3344-83
Морозостойкость, марка	F200	F50	F150	По ГОСТ 3344-83
Активность, марка	A	BA	BA	По ГОСТ 3344-83
Сопротивление дроблению и износу, марка	ИШ	ИИ	ИИ	По ГОСТ 3344-83
Удельная эффективность ЕРН, кБк/кг	50	26,3	305	По ГОСТ 3344-83
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1250	1620	1390	По ГОСТ 3344-83
Устойчивость структуры, марка	УС1	УС2	УС2	По ГОСТ 3344-83
Содержание металлических примесей, %	0,0	0,0	0,0	По ГОСТ 3344-83
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	1,5	1,10	4,8	По ГОСТ 3344-83
Содержание слабых зерен, %	0,9	0,0	0,0	По ГОСТ 3344-83
Полный остаток на сите d мм, %	97,2	97,2	97,8	По ГОСТ 3344-83
Полный остаток на сите 0,5 (d+D) мм, %	55,8	56,2	56,5	По ГОСТ 3344-83
Полный остаток на сите D мм, %	3,9	5,5	4,3	По ГОСТ 3344-83

Таблица 2

**Перечень испытаний щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей**

Наименование показателя	Метод испытания
Максимальная плотность	ГОСТ Р 58401.16-2019
Объемная плотность	ГОСТ Р 58401.10-2019
Содержание воздушных пустот	ГОСТ Р 58401.8-2019
Средняя глубина колеи	ГОСТ Р 58406.3-2020

Таблица 3

**Результаты испытаний свойств составов ЩМА-16 на различных щебнях**

Показатели	Габбро-диабаз	Сталеплавильный шлак АО «Северсталь»	Требования согласно ГОСТ
Минимальная масса испытываемой пробы, г	16 235	16 495	2000 (согласно ГОСТ 58401.15-2019)
Максимальная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,76	2,81	Не нормируется
Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>	2,67	2,71	Не нормируется
Содержание воздушных пустот, %	2,1	3,56	От 2 до 4
Средняя глубина колеи, мм	3,91	3,97	Не более 4,0
Толщина изготавливаемого образца-плиты, мм	50	50	55±5

Таблица 4

**Стоимостные показатели материалов, входящие в состав ЩМА-16**

Наименование компонентов	Стоимость материала на 1 тонну, руб.	Стоимость материала на 1 кг, руб.
Битум БНД 70/100	42 000	42
VIATOR Premium	54 000	54
Минеральный порошок (МП-2)	3200	3,2
Сталеплавильный шлак АО «Северсталь»	1350	1,35
Щебень на габбро-диабазе	2760	2,76

Таблица 5

**Стоимость ЩМА-16 на основе щебня из габбро-диабазы**

Наименование компонентов	Процентное содержание, % от общей массы	Объем материала на 1 т ЩМА, кг	Стоимость материала за 1 кг, руб.	Стоимость материала от общего объема, руб.	Итоговая стоимость, руб.
Битум БНД 70/100 (сверх 100 % минеральной части)	5,7	57	42	2394,00	5470,64
VIATOR Premium (сверх 100% минеральной части)	0,5	5	54	270,00	
Минеральный порошок (МП-2)	10,6	106	3,2	339,20	
Щебень на габбро-диабазе АО «Северсталь»	89,4	894	2,76	2467,44	

Таблица 6

**Стоимость ЩМА-16 на основе щебня из сталеплавильного шлака АО «Северсталь»**

Наименование компонентов	Процентное содержание, % от общей массы	Объем материала на 1 т, кг	Стоимость материала за 1 кг, руб.	Стоимость материала от общего объема, руб.	Итоговая стоимость, руб.
Битум БНД 70/100 (сверх 100 % минеральной части)	5,7	57	42	2394,00	4210,1
VIATOR Premium (сверх 100 % минеральной части)	0,5	5	54	270,00	
Минеральный порошок (МП-2)	10,6	106	3,2	339,20	
Сталеплавильный шлак АО «Северсталь»	89,4	894	1,35	1206,90	

Из данных таблицы 5 и 6 следует, что стоимость одной тонны смеси ЩМА-16 на основе щебня из габбро-диабазы составляет 5470,64 руб., тогда как при использовании щебня из сталеплавильного шлака она снижается и составляет 4210,10 руб. Следовательно, использование щебня из сталеплавильного шлака приводит к снижению себестоимости щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на 23 %.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что сталеплавильный шлак может выступать в роли дешевого альтернативного материала габбро-диабазу и является привлекательным выбором при приготовлении щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

**Литература**

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17.25-2021. межгосударственный стандарт. общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Дата введения 28.06.2019. N 55-ст. Действует взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009.

2. ГОСТ Р 508406.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. Дата введения 15.05.2020. № 191-ст. Действует взамен ПНСТ 183-2019.

*N.N. Gabibov, A.C. Batakov*  
*Vologda State University*

**STUDYING POSSIBILITY OF STEELMAKING SLAG USE FOR PREPARATION  
OF CRUSHED STONE MASTIC ASPHALT CONCRETE MIXTURE**

The article presents the possibilities of using crushed stone from steelmaking slag for the preparation of crushed stone-mastic asphalt concrete mixture. The results of these studies have established that steelmaking slag can act as a cheap alternative material for gabbro-diabase and is a good option for the preparation of crushed stone-mastic asphalt concrete mixtures.

Asphalt-concrete mixture, slag, properties, application, comparison.