

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ ПУТЁМ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

Пугин К.Г., Волков Г.Н., Мальцев А.В.

*ПНИПУ «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: jconda@yandex.ru*

В статье рассказывается об одном из способов применения в строительстве отходов чёрной металлургии – использовании шлакового щебня в качестве крупного и мелкого заполнителя бетонных смесей. Обоснована актуальность проблемы переработки металлургических шлаков, которая заключается в том, что количество многотоннажных залежей шлаков с каждым днем становится все больше и больше, следовательно, актуальность вопроса переработки и использования данного отхода возрастает. Предложен тип продукции для применения шлакового щебня – это тротуарная плитка, так как это современный строительный материал, массово производимый и не предъявляющий к качеству бетона высоких требований. Приведены результаты исследований применения шлакового щебня в качестве заполнителя при производстве тротуарной плитки и сделаны выводы о результате замены природных заполнителей.

Ключевые слова: тротуарная плитка, шлаковый щебень

RESEARCH OF POSSIBILITY OF PROCESSING OF METALLURGICAL SLAGS IN PERM KRAI BY PRODUCTION OF PAVING SLABS

Pugin K.G., Volkov G.N., Maltsev A.V.

State National Research Politechnical University of Perm, Perm, e-mail: jconda@yandex.ru

In article it is told about one of application modes in construction of a waste of ferrous metallurgy – use of slag rubble as large and small filler of concrete mixtures. The urgency of a problem of processing of metallurgical slags which is that the quantity of large-tonnage deposits of slags every day becomes more and more is proved, therefore, the urgency of a question of processing and use of this withdrawal increases. Production type for application of slag rubble is offered is paving slabs, as paving slabs the modern construction material which in large quantities is made and not showing to quality of concrete of high requirements. Results of probes of application of slag rubble as filler are given by production of paving slabs and conclusions are drawn on result of replacement of natural fillers.

Keywords: paving slabs, slag rubble

На предприятиях металлургической отрасли в связи с особенностями технологии производства до 40% от первоначального сырья уходит в отходы – шлаки. Учитывая объёмы современного производства металлов, количество производимых шлаков огромно. На сегодняшний день данные отходы в большинстве случаев складываются, не подвергаясь никакой дальнейшей переработке. Например, на ОАО «Чусовской металлургической завод» за годы работы скопилось более 150 млн т металлургических шлаков, и это представляет собой глобальную экономическую и экологическую проблему [6].

Сложившуюся ситуацию стало возможным изменить с 2000 года, когда предприятие наладило производство сертифицированного в соответствии с ГОСТ 3344–83 и ГОСТ 5578–94 шлакового щебня различных фракций [2]. На данный момент шлаковый щебень Чусовского металлургического завода применяется в основном при строительстве дорог в качестве замены природному щебню [3, 5, 7]. Однако, несмотря на известные технологии применения шлакового щебня в бетонных смесях, изделия из бетонов с шлаковым за-

полнителем не получили должного распространения [4].

Цель исследования. Популяризацию применения шлакового щебня в качестве заполнителя для бетонных смесей стоит начинать с отработки технологии применения данного материала в неотвественных бетонных изделиях, производимых в больших объёмах. Тротуарная плитка – современный строительный материал, массово производимый и не предъявляющий к качеству бетона высоких требований, именно тротуарная плитка была выбрана в качестве экспериментального продукта для применения шлакового щебня ЧМЗ в качестве заполнителя бетонных изделий. Цель исследования заключалась в выявлении возможности производства тротуарной плитки, соответствующей по прочности ГОСТ 17608-91[1], на основе шлакового щебня ЧМЗ.

Материалы и методы исследования

Тротуарная плитка – это строительный материал, получаемый путём формовки бетонной смеси нужных геометрических параметров либо вибрированием, либо вибро-прессованием. Как и любая бетонная смесь, смесь для получения тротуарной плитки состоит из крупного и мелкого заполнителя и минерального вяжущего.

В качестве минерального вяжущего использовался горнозаводский портландцемент ПЦ400 Д20, при производстве которого также применяются металлургические шлаки. В виде мелкого заполнителя использовался строительный песок с модулем крупности 2.

Так как целью исследования является изучение возможности применения шлакового щебня в производстве тротуарной плитки только в качестве заполнителя, для экспериментов была выбрана фракция шлакового щебня 0–5 производства ЧМЗ. Данная фракция может выступать в качестве крупного и мелкого заполнителя одновременно и даёт возможность отказаться от применения песка, вовлекая большее количество шлаков в производство и позволяя дополнительно снизить себестоимость изделия.

Бетонные образцы изготавливались методом вибролитья. Было получено два вида образцов: стандартные кубические образцы 100×100×100 для прочностных испытаний и образцы тротуарной плитки для изучения визуального качества готовой продукции и свойств формуемости смеси.

Результаты исследования и их обсуждение

Первые образцы были получены на основе смеси «цемент-песок-шлак» с вариацией соотношения компонентов, целью создания этих образцов являлось изучение возможности замены гранитного (природного) щебня в «классической» бетонной смеси шлаковым. Проведённые прочностные исследования образцов дали следующие результаты, приведённые в табл. 1.

Таблица 1
Результаты замены гранитного щебня шлаковым

Смесь	Соотношение компонентов в частях по объёму			Прочность 14 суток
	ПЦ 400	Песок	Шлак 0–5 Щебень	
Эталон	1	2	3	212,9
1	1	1	3	211
2	1	1,5	3	205
3	1	2	3	154
4	1	2,5	3	142
5	1	2	1	237
6	1	2	2	184
7	1	2	3	154

Анализ результатов экспериментов и сравнение образцов на основе шлака с эталонными образцами показал, что при замене природных наполнителей отходами чёрной металлургии можно добиться требуемой прочности и визуального качества изделия, а в некоторых случаях даже превзойти их.

В ходе работ была выдвинута идея о полном отказе от природных заполнителей. Создание бетонной смеси на основе шлакового щебня и вяжущего стало возможным

благодаря применению отсева шлака фракции 0–5, который включает в себя как крупные, так и мелкие частицы.

В процессе экспериментов было отмечено, что смеси на основе шлаков получаются более жёсткие, что повышает их конечную прочность, но ухудшает формуемость, соответственно предъявляя специфические требования к технологическому процессу.

Была создана партия образцов без применения песка цемент-шлаковый щебень, и подвергнута дальнейшим исследованиям результаты которых приведены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты исследования образцов на основе шлакового щебня

Смесь	Соотношение компонентов в частях по объёму			Прочность 14 суток
	ПЦ 400	Песок	Шлак 0–5 Щебень	
Эталон	1	2	3	212,9
1	1	Нет	3	287,3
2	1	Нет	4	205,4
3	1	Нет	5	96,9

Полученные результаты доказали возможность отказа от природных компонентов, подтолкнув к дальнейшим исследованиям.

Дальнейшие изыскательные работы велись в направлении изучения набора прочности образцов на основе шлакового щебня. Итоги исследования свелись к графикам набора прочности (рисунок), которые показывают, что образцы с использованием шлакового щебня набирают достаточную прочность для отгрузки готовой продукции уже на десятые сутки, а конечная прочность изделий удовлетворяет ГОСТу на тротуарную плитку.

Исследованиям подвергались три состава смесей с использованием в качестве заполнителя только шлакового щебня фракции 0–5, 1–3, 1–4, 1–5 – это обозначение состава смесей, где 1 – это одна часть цемента, вторая цифра – это количество частей шлакового щебня по объёму. Анализ результатов показал, что смеси 1–3 и 1–4 можно применять для производства тротуарной плитки, так как они соответствуют классу бетонов В25 и В22,5. Смесь 1–5 получилась низкомарочная и подходит для неответственных бетонных конструкций.

Выводы

Проведённые исследования по применению шлакового щебня в качестве заполнителя бетонных смесей при производстве тротуарной плитки доказали, что при замене гранитного щебня шлаковым можно

добиться требуемой прочности, предъявляемой к тротуарной плитке согласно ГОСТ 17608–91. Кроме того, в ходе исследований была доказана возможность производства изделий только с использованием шлаково-

го заполнителя, что является экономически и экологически целесообразным и позволяет экономить природные ресурсы, улучшать экологическую ситуацию и снижать себестоимость изделия.

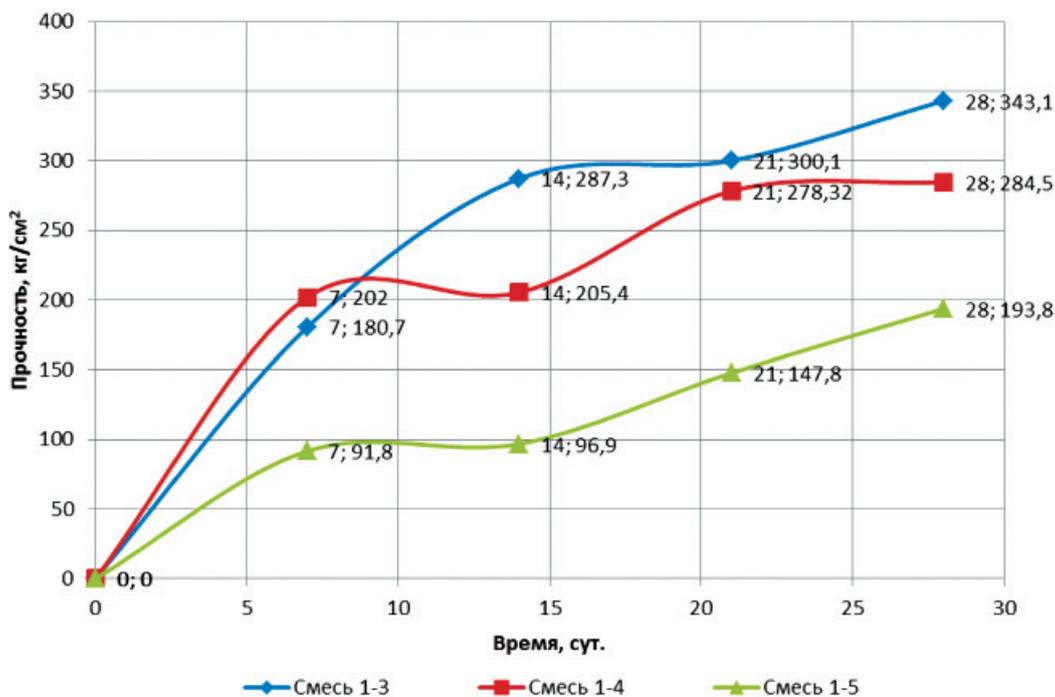


График набора прочности шлаковых образцов

Список литературы

- ГОСТ 17608-91 – Плиты бетонные тротуарные.
- ОАО «Чусовской металлургический завод» [Электронный ресурс]. – URL: <http://оао-чмз.рф> (дата обращения 29.05.2012 г.).
- Оценка негативного воздействия на окружающую среду строительных материалов, содержащих отходы черной металлургии / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Г.Н. Волков, А.В. Мальцев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
- Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки сталеплавильного производства за счет использования мелкодисперсных железосодержащих отходов в металлургии // Научные исследования и инновации. – 2010. – Т. 4. – № 3.
- Пугин К.Г. Технические условия применения минерального порошка из отходов металлургии для асфальтобетонных смесей // Молодой ученый. – 2010. – № 8–1.
- Пугин К.Г. Негативное воздействие шлаковых отходов черной металлургии на объекты окружающей среды на примере города Чусового // Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 2.
- Пугин К.Г. Использование отходов металлургии в асфальтобетонах // Строительные материалы. – 2011. – № 10.

- Pugin K.G., Weismann Ya.I., Volkov G.N., Maltsev A.V. The assessment of negative impact on environment of construction materials containing the waste of ferrous metallurgy // Modern problems of science and education. 2012. no. 2.
- Pugin K.G. Drop of the environmental pressure of steel-smelting production at the expense of use melкодисперсных отходов ферроферrous waste in metallurgy//Scientific probes and innovations. 2010. T. 4. no. 3.
- Pugin K.G. Specifications of application of the iz mineral powder of the waste of metallurgy for asfaltobetonykh of mixtures // the Young scientist. 2010. no. 8–1.
- Pugin K.G. Negative impact of slag dumps of ferrous metallurgy on objects of environment on the example of the city of Chusovogo // Ecology of the urban territories. 2011. no. 2.
- Pugin K.G. Use of the waste of metallurgy in asphalt concrete // Construction materials. 2011. no. 10.

Рецензенты:

Лобов Н.В., д.т.н., проректор по учебной работе, ПНИПУ «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Петров В.Ю., д.т.н., профессор, президент, ПНИПУ «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 29.12.2012.