

УДК 625.7/.8.05

ПРИМЕНЕНИЕ ШЛАКОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С.А. Дергунов, К.В. Юкова, Д.С. Махина, С.В. Сериков

Оренбургский государственный университет, Российская Федерация

e-mail: dergunow79@mail.ru, alla_ish@mail.ru, karina_yukova@mail.ru

В данной статье рассмотрены способы применения шлаков черной металлургии в дорожном строительстве. Описаны преимущества внедрения отходов промышленности в конструкцию дорожной одежды вместо природных материалов. Рассмотрен химический состав доменных шлаков. Обозначена перспективность использования шлаков черной металлургии на территории России.

Ключевые слова: *шлак, дорожное строительство, черная металлургия, энергоэффективное строительство, ресурсосбережение.*

APPLICATION OF SLAGS OF FERROUS METALLURGY IN ROAD CONSTRUCTION

S. Dergunov, K. Yukova, D. Mahina, S. Serikov

Orenburg State University, Russian Federation

e-mail: dergunow79@mail.ru, alla_ish@mail.ru, karina_yukova@mail.ru

This article discusses how to use the slag of ferrous metallurgy in road construction. The advantages of introducing industrial waste into the construction of pavement instead of natural materials are described. The chemical composition of blast furnace slag is considered. The prospects of using slag from ferrous metallurgy in Russia are indicated.

Keywords: *slag, road construction, ferrous metallurgy, energy-efficient construction, resource conservation.*

В настоящее время стремительно растет количество автомобильного транспорта и число перевозимого груза, в результате чего остро стоит вопрос развития сети автомобильных дорог и повышения их технико-эксплуатационных качеств.

Между быстрым и безопасным движением транспорта, а также качеством дорожного полотна существует прямая зависимость. В процессе строительства и ремонта линейных конструкций используются большие объемы природного минерального сырья (песок, гравий, щебень, минеральный порошок), запасы, которых истощаются со временем. В связи с этим возникла проблема замены дорогостоящих материалов, необходимых для строительства автомобильной дороги, более дешевыми. Особое внимание в этом вопросе уделяется преимуществам ресурсосберегающих технологий, которые включают в себя экономию ресурсов и денежных средств. При этом энергоэффективное строительство рассматривается не только с точки зрения экономии, но и в улучшении здоровья и комфорта человека.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений является использование отходов промышленности в дорожном строительстве.



Рисунок 1. – Применение шлаков в дорожном строительстве

Применение шлаков при строительстве дорог обусловлено не только экономически. Миллионы тонн отходов черной металлургии используются в дорожном строительстве, высвобождая тем самым значительные территории, занимаемые полигонами и свалками. Вовлечение этих материалов в технологический процесс дорожного строительства позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду и расширить ресурсную базу отрасли. Применение шлаков становится еще более эффективным за счет неравномерного распространения по территории страны, за счет чего снижается дальность возки материалов к объектам строительства.

Благодаря множеству технологических решений, которые характерны для дорожной отрасли, возможно использовать при строительстве дорог практически все отходы промышленности за исключением отходов, имеющих повышенное содержание канцерогенов. Но, несмотря на универсальность шлаков, определять области их применения можно только исходя из их природы. Только в этом случае будут полностью использованы все ценные свойства шлаков.

Шлаки имеют сложный и разнообразный химический состав (встречается до 30 химических элементов), вследствие чего различают шлаки чёрной металлургии и цветной металлургии. В настоящее время в наибольшей степени используют шлаки черной металлургии, которые в свою очередь делятся на доменные, сталеплавильные и ферросплавные.

Предпочтение при строительстве дорог отдают доменным шлакам, основные составляющие которых приведены в таблице 1. Химический состав шлаков варьируется в очень узких пределах, поскольку все сырье, загружаемое в доменную печь, очень тщательно отбирается и смешивается.

Многолетний опыт строительства автодорог показывает, что себестоимость шлаковых дорожно-строительных материалов в два раза ниже себестоимости аналогичной продукции из естественных горных пород. Чтобы понять, сколько материалов требуется на возведение 1 км. автомобильной дороги в зависимости от ее категории и местных условий, обратимся к рисунку 2.

Таблица 1. – Типичный химический состав доменного шлака

Химический состав	Содержание, %
кварц	32-42
оксид алюминия	7-16
оксид кальция	32-45
окись магния	5-15
сера	1-2
оксид железа	1-1,5
оксид марганца	0,2-1,0

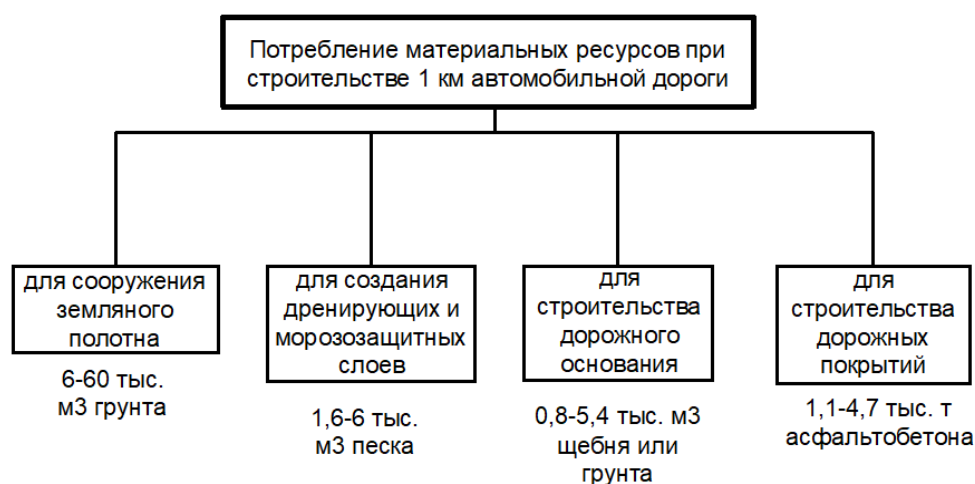


Рисунок 2. – Потребление материальных ресурсов при строительстве автомобильных дорог

В связи с большими объемами затрат природных материалов и их высокой стоимостью стали производить частичную замену компонентов на шлаки черной металлургии.

Так, например, в конструкции дорожной одежды слои основания работают в более благоприятных условиях по сравнению с покрытиями, что позволяет широко использовать для их строительства отходы промышленности. Это позволяет продлить срок службы и повысить стойкость на 2-5 лет исходя из интенсивности движения.

Широко используется в строительстве шлаковый щебень, который успешно заменяет натуральный. Технология изготовления основывается на дроблении отвалных шлаков или резком охлаждении жидкого расплавленного шлака водой, что делает материал прочным, способным выдерживать высокие и низкие сезонные температуры.

Способом шлакового литья получают плитки и камни для мощения тротуаров и изготовления бордюров, которые ничем не уступают стальным и железобетонным аналогам. Тем не менее, композиционный материал на основе шлака должен обладать высокой деформативной способностью: достаточно высокой прочностью, водо- и морозостойкостью, устойчивостью против образования трещин и пластических деформаций.

Все вышеперечисленные технологии позволяют значительно увеличить срок службы автомобильных дорог в сравнении с уже исчерпавшими себя традиционными

методами ремонта. Внедрение новых технологий дает возможность экономить до 2 млн. руб. при ремонте 1 км. дороги.

На сегодняшний день около 20% доменных шлаков в России отправляется в отвалы, тогда как за рубежом используется до 98% всех шлаков. В связи с этим необходимо возвращать в технологический процесс строительства как можно больше образующихся побочных продуктов черной металлургии. В совокупности со стратегией снижения объемов шлаков, такой подход позволит обеспечить экономию природного сырья и улучшить экологическую составляющую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко, И.И., Романенко, М.И., Петровнина, И.Н. Новые материалы в дорожном строительстве [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2015. – №7. – С. 198-200. – Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/87/16615/> – Дата доступа: 25.10.2019.
2. Шестоперов, С.В. Дорожно-строительные материалы. Ч. 1. Учебник для вузов. М. : Высшая школа, 1976. – 256 с.
3. Ресурсосберегающие технологии в строительстве / Э.М. Калицкий [и др.]. Минск: РИПО, 2012. – 148 с.
4. Справочник дорожных терминов / Под ред. д-ра техн. наук проф. В. В. Ушакова. – М. : ЭКОН – ИНФОРМ, 2005. – 256 с.
5. Разработка и обоснование технологии применения железосодержащих отходов промышленности в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://tekhnosfera.com/>. – Дата доступа: 25.10.2019.
6. Комплексное использование металлургических шлаков в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL https://knowledge.allbest.ru/construction/3c0b65625a2bd78b4c53a89421316d27_0.html. – Дата доступа: 25.10.2019.
7. Отсев гранитный, шлак отвальный, шлак гранулированный. Использование в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://stroysnami.dp.ua/slag.php>. – Дата доступа: 25.10.2019
8. Ольховиков, В.М. Строительство дорожных оснований: Учебное пособие. – М. : Техполиграфцентр, 2008. – 55 с.
9. Отходы металлургии и энергетического комплекса, применяемые для строительства автомобильных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL http://www.science-bsea.bgita.ru/2011/mashin_2011_1/pugin_othod.htm. – Дата доступа: 25.10.2019.
10. Шлаки в металлургии [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <https://metallplace.ru/about/stati-o-chnernoy-metalurgii/shlaki-v-metalurgii/>. – Дата доступа: 25.10.2019.
11. Применение отходов промышленности для строительства оснований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://www.newbur.ru/articles/19547>. – Дата доступа: 25.10.2019.
12. Шлаки и их использование в строительной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL https://studbooks.net/2298490/nedvizhimost/shlaki_iskpolzovanie_stroitelnoy_otrasli. – Дата доступа: 25.10.2019.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>