

УДК 625.861

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛАКОВОГО ЩЕБНЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

**О.В. Серикова<sup>1</sup>, С.А. Дергунов, С.В. Сериков**

Оренбургский Государственный Университет, Российская Федерация

e-mail: <sup>1</sup> olya-bolshakova-00@mail.ru

*Автомобильные дороги представляют собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых условиях погоды. Автомобильные дороги являются важнейшим звеном транспортной системы страны, без которого не может функционировать ни одна отрасль народного хозяйства. Важным элементом любой автомобильной дороги является качественно обустроенная дорожная одежда, выполненная из грамотно подобранных правильно использованных материалов.*

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, дорожная одежда, природный щебень, шлаковый щебень, асфальт.

## PROSPECTS FOR APPLICATION OF SLAG CRUSHED IN THE DEVICE OF ROAD CLOTHING

**O. Serikova, S. Dergunov, S. Serikov**

Orenburg State University, Russian Federation

e-mail: <sup>1</sup> olya-bolshakova-00@mail.ru

*Highways are a complex of engineering structures designed to ensure year-round, uninterrupted, convenient and safe movement of vehicles with an estimated load and set speeds at any time of the year and in any weather conditions. Highways are the most important link in the country's transport system, without which no branch of the national economy can function. An important element of any road is well-equipped road clothes made of correctly selected and used materials.*

**Keywords:** highways, road clothes, natural crushed stone, crushed slag, asphalt.

Автомобильные дороги представляют собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых условиях погоды.

Автомобильные дороги являются важнейшим звеном транспортной системы страны, без которого не может функционировать ни одна отрасль народного хозяйства. Как известно, одной из вечных проблем России являются дороги. Недостаток и низкое качество дорог существенно сдерживает не только развитие автомобильного транспорта, но и социально-экономический прогресс в стране. Общая длина автомобильных дорог в России составляет 945 тыс.км, из них с твердым покрытием 750 тыс.км. Дороги общего пользования составляют всего лишь 580 тыс.км., из них твердое покрытие имеют 525 тыс.км. (90%). Протяженность федеральных дорог составляет 46,4 тыс.км. (менее 10% от сети общего пользования).

Основными показателями автодорог являются:

- расчетная скорость – наибольшая безопасная скорость, т.е. при безаварийном движении. Устанавливается в зависимости от категории дороги и рельефа местности;
- расчетная нагрузка – нагрузка на ось, устанавливается для определения прочности дорожных одежд, инженерных сооружений;
- пропускная способность – наибольшее число автомобилей, которые могут пройти по дороге с определенной скоростью. При этом должно соблюдаться безопасное расстояние между автомобилями.

Важным элементом любой автомобильной дороги является качественно обустроенная дорожная одежда.

Именно от правильности обустройства и состояния этого сооружения зависят транспортно-эксплуатационные параметры дороги (допустимая нагрузка и скорость движения, безопасность использования и прочее), а также срок ее службы.

Конструкционные особенности дорожной одежды, регламентируются нормами СНиП, а их характеристики, количество слоев, используемые материалы и прочие аспекты варьируются в соответствии с типом дорожно-климатической зоны, в которой выполняется возведение конструкции.

Дорожная одежда обеспечивает условия для движения автомобилей вне зависимости от рельефа и состояния грунта, и равномерно распределяет вес автомобилей, горизонтальные и вертикальные нагрузки по большой площади грунта.

Любая дорожная одежда имеет сложное устройство и включает в себя следующие слои, выполненные из материалов различной прочности:

- дренаж — самый нижний слой конструкции, укладываемый на подготовленное грунтовое основание.
- основание, возводимое посредством закладки щебня с различной фракцией.
- ж/б покрытие, включающее связанную арматуру и бетон.
- асфальтобетонное покрытие, отвечающее за прочность конструкции.
- слои износа, выполняющие защитные функции.
- бетонные, асфальтовые или щебневые обочины.

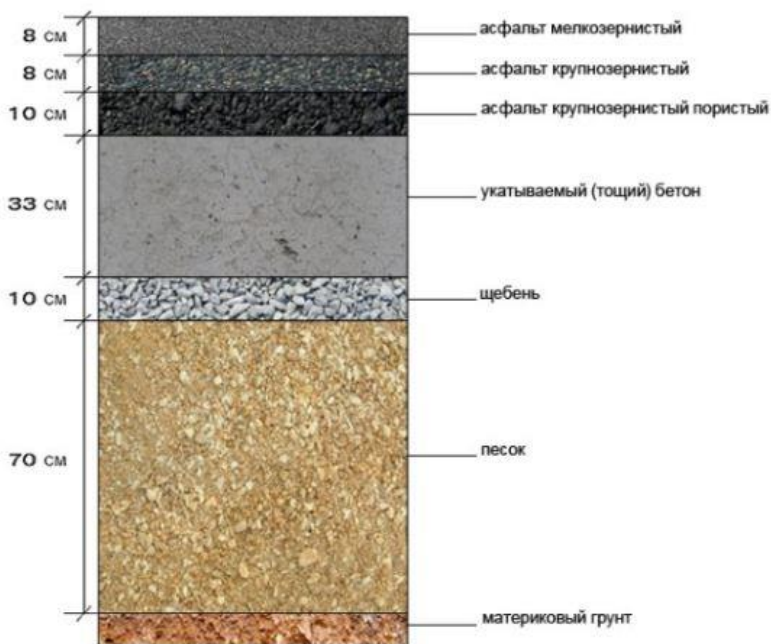


Рисунок 1. – Слои дорожной одежды

#### 1) Подготовленное грунтовое основание

Чтобы обеспечить правильную позицию дорожного полотна, при которой оно не будет возвышаться над окружающим его грунтом, требуется выполнить ряд подготовительных работ. Для этого на месте прокладки дороги вырывают траншею, имеющую оптимальную вместительность для размещения всех слоев дорожной одежды. После прокладки траншеи грунт уплотняют с использованием специальной техники и оборудования.

#### 2) Дренирующий слой

Этот слой является самым нижним и выполняет важные функции, обеспечивая впитывание и отвод дождевых вод. Для обустройства дренажа используют песок или щебень с размером фракции 70-100 мм

#### 3) Слой щебня средних фракций

Применение щебня, имеющего среднюю фракцию (порядка 40-60 мм), позволяет выполнить расклинцовку, при которой более мелкий по фракции материал заполняет все пустоты между крупным щебнем, использованным при обустройстве дренажного слоя.

#### 4) Верхний слой основания (щебень мелких фракций)

При обустройстве этой части конструкции применяют мелкофракционный щебень с калибром от 15 до 30 мм. Такая фракция материала обеспечивает должный уровень поддержки для асфальтобетонного покрытия.

#### 5) Железобетонные слои

Дороги с повышенной транспортной проходимостью обязательно усиливаются при помощи железобетонного слоя, который прокладывается поверх основания и способствует увеличению прочности и жесткости всей конструкции. При обустройстве такого слоя поверх мелкофракционного слоя щебня укладывают арматуру (стекловолоконную или стальную), которую перевязывают и заливают бетоном. После заливки выполняется уплотнение с использованием легких катков. Если железобетонное покрытие устраивалось из так называемого тощего бетона, имеющего пониженное содержание вяжущего компонента, то такой слой дополнительно выполняет теплоизоляционные функции.

#### 6) Асфальтобетонные слои

Покрытие из асфальтобетона включает несколько слоев, что обеспечивает должную прочность всей конструкции. Каждый из слоев устраивается из разогретых асфальтобетонных смесей, которые после укладки подлежат уплотнению.

7) Нижний слой покрытия устраивают с применением щебня, фракция которого варьируется от 25 до 40 мм. Поверхность основания, на которое выполняется укладка асфальтобетонной смеси, пропитывается праймером или битумным составом с целью повышения адгезии.

Все накладываемые поверх слои устраиваются с применением щебня меньшего калибра. Самый верхний слой прокладывается в сочетании с материалом, имеющим фракцию от 5 до 10 мм.

#### 8) Слои износа, сцепления, гидроизоляции

Последний элемент покрытия, называемый слоем износа, выполняется из тонкого слоя асфальтобетона. Чаще всего для его обустройства применяют литые асфальтобетоны, а покрытие, сделанное по такой технологии, имеет хорошую стойкость к воде и высокую прочность, что обеспечивает необходимый уровень защиты для нижних элементов дорожных одежд.

#### 9) Обочины

При прокладке дороги в условиях мягких почв, склонных к размыванию, верхний слой дорожной одежды нужно дополнительно усилить, сделав обочину из подходящего материала (асфальт, бетон, щебенчатая насыпь). Такие меры позволят защитить дорожное покрытие от попадания грязи и влаги в большом количестве, что способствует большей безопасности движения.

При выполнении работ по отсыпке дорожного полотна возможно использование различных видов и фракций щебня - природный и шлаковый. Шлаковый щебень создается на основе отходов промышленных или сталелитейных производств. Шлаки образуются при плавке сырья, обработке промежуточных продуктов или в процессе рафинирования жидких сплавов. Отходы содержат значительное количество оксидов кальция, магния, железа, цинка или алюминия. Процесс получения породного щебня предполагает подрыв монолитных скал с последующим дроблением получившихся осколков или разработку карьеров открытым способом.

Природный и шлаковый щебень могут значительно отличаться друг от друга физическими свойствами. Причиной этого становятся разные характеристики исходных материалов.

Для сравнения физико-химических характеристик горного и шлакового щебня, а также проверки их показателей на соответствие из ГОСТ 32826-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые», ГОСТ 32703-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород» были проведены лабораторные испытания трех фракций шлакового щебня и двух фракции щебня из изверженных горных пород.

В ходе испытаний были определены основные характеристики: насыпная плотность, определение содержания пылевидных и глинистых частиц, определение дробимости щебня, определение содержания глины в комках, таблицы 1, 2.

Таблица 1. – Результаты испытаний шлакового щебня

Наименование показателя	Требование ГОСТ 32826-2014	Показатели с паспорта			Фактические значения		
		4-8мм	8-16мм	16-22,4мм	4-8мм	8-16мм	16-22,4мм
Определение насыпной плотности, кг/м <sup>3</sup>	-	1,66	1,73	1,76	1,86	1,87	1,88
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	До 1	0,7%	0,5%	0,5%	0,8%	0,6%	0,5%
Определение дробимости щебня	600-1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Содержание глины в комках	До 0,25	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. – Результаты испытания щебня из изверженных пород

Наименование показателя	Требование ГОСТ 32703-2014	Показатели с паспорта		Фактические значения	
		5-10мм	10-20мм	5-10мм	10-20мм
Определение насыпной плотности, кг/м <sup>3</sup>	-	1,32	1,34	1,33	1,35
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	Не более 1%	0,68	0,71	0,75	0,81
Определение дробимости щебня	600 и выше	1400	1400	1400	1400
Содержание глины в комках, в % по массе	До 0,25	-	-	0	0

Средства измерения и испытательное оборудование: пресс гидравлический П-10, пресс гидравлический П-125, весы электронные EV-12ki, шкаф сушильный ШСП-0,25-100, мерная металлическая посуда, комплект сит контрольных, цилиндр с плунжером ЦП-150.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что шлаковый и горный щебень соответствуют основным показателям ГОСТ.

Однако, на основании результатов вышеуказанных таблиц 1, 2 можно увидеть различия в показателях насыпной плотности, что говорит о больших затратах, которые будут понесены на доставку материала к месту строительства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 32826-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые. Технические требования»// разработан: Обществом с ограниченной ответственностью «Центр метрологии, испытаний и стандартизации», Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 418 «Дорожное хозяйство». Введен - Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 февраля 2015 г. No 48-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32826—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2015 г.// Дорожное хозяйство. – 2014. – с. 16.
2. ГОСТ 32703-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования»// разработан: Обществом с ограниченной ответственностью «Инновационный Технический Центр», Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 418 «Дорожное хозяйство». Введен: Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 ноября 2014 г. N2 1486-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32703-2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2015 г.// Дорожное хозяйство. – 2014. – с. 19.
3. Ватин, Н. И. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н.И. Ватин, Д.В. Петросов [и др.] // Инженерно-строительный журнал. № 4. -2011. с. 16-21;
4. Немчинов М.В. «Дорожная одежда автомобильных дорог. Расчёт и проектирование» // Издательство - Ассоциация строительных вузов – 2016, 108 с.
5. Проектирование городских улиц и дорог: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. В.И. Жуков, С.В. Копылов; под ред. В.И. Жукова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. – 80 с.
6. Хлопицкий А.А., Макаренченко Н.П. «Перспективы утилизации золошлаковых отходов тепловых электростанций» / Технические науки: Электронный журнал № 1, 2013 г.
7. М.В. Исаенко, Е.В. Андреева «Технология и организация работ по возведению земляного полотна автомобильных дорог»: [Электронный ресурс] – учебное пособие, Омск, СибАДИ, 2016 г. - 186 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

*Текстовое электронное издание*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания  
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

**Редакционная коллегия:**

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,  
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

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

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

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 г.*

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 978-985-531-779-2**

©Полоцкий государственный университет, 2021

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  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

---

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

---

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>