

3. Водородные автомобили. – URL: <https://motorist.guru/modeli/vodorodnyj-avtomobil.html> (дата обращения: 17.10.2020).

4. Чернышев Д. О. Экологические проблемы автомобильной отрасли // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию: мат. Рос. науч.-метод. конф. с международным участием. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – С. 18–21.

УДК 625.855

С. А. Чудинов, М. А. Ивонин, Д. А. Байц
(S. A. Chudinov, M. A. Ivonin, D. A. Bajc)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

**ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СЛОЕВ ПОКРЫТИЙ
И ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
ИЗ ЗОЛОМИНЕРАЛЬНОЙ СМЕСИ**
(TECHNOLOGY OF ROAD LAYERS COVERING AND
BASE COURSES FROM ASH-MINERAL MIXTURE)

В данной статье рассмотрена технологическая последовательность устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС. Представлен комплект нормативно-технической и сметной документации для применения технологии в производственной деятельности.

This article discusses the technological sequence of the road layers covering and base courses made from ash-mineral mixture exemplified by pulverized fuel ash from Reftinskaya NEPP. A set of normative, technical and budget documentation for the application of technology in production activities is presented.

Золо-уноса ГРЭС являются перспективным техногенным материалом, который используется в различных технологиях строительства. Применение зол-уноса ГРЭС совместно с минеральными вяжущими материалами позволяет повысить качество изготавливаемых конструкций и снизить их стоимость [1].

Одним из направлений использования золы-уноса крупнейшей в Свердловской области Рефтинской ГРЭС является производство золоминеральных смесей, которые используются для устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд автомобильных дорог [2].

Золоминеральная смесь на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС (далее – золоминеральная смесь): искусственный материал, получаемый смешением в карьерных смесительных установках, либо методом смешения на

автомобильной дороге песчано-щебеночных, песчано-гравийных, песчано-щебеночно-гравийных смесей с портландцементом или другим неорганическим вяжущим, сухой золой уноса Рефтинской ГРЭС и водой и отвечающий в проектные или промежуточные сроки нормируемым показателям качества по прочности и морозостойкости. Ориентировочный расход портландцемента и золы-сноса в зависимости от марки по прочности материала представлен в табл. 1.

Таблица 1

Ориентировочный расход вяжущего вещества и золы-уноса
в зависимости от марки по прочности

Марка по прочности	Ориентировочный расход, в % по массе смеси	
	Зола-уноса	Портландцемент
М 20	7–11	3,6–4,8
М 40	11–15	4,8–7,2
М 60	15–19	6–7,2
М 75	19–23	7,2–8,4
М 100	20–24	8,4–9,6

За счет наличия в составе золоминеральной смеси сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС данный материал обладает повышенными прочностными, деморфационными показателями, морозостойкостью и долговечностью в конструкциях дорожных одежд [3].

Для применения золоминеральной смеси на основе золы-сноса Рефтинской ГРЭС при проектировании и строительстве автомобильных дорог разработан комплект основной нормативно-технической документации.

1. Стандарт организации СТО 00105638-002-2020 Золоминеральная смесь для дорожного строительства. Технические условия.

2. Альбом типовых проектных решений на применение золоминеральной смеси в технологиях дорожного строительства.

3. Типовой технологический регламент на устройство конструктивных слоев дорожной одежды из золоминеральной смеси.

4. Технико-экономическое обоснование (расчет ожидаемой экономической эффективности) применения золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства.

5. Обоснование применения государственных элементных сметных норм (ГЭСН) и единичных расценок на устройство конструктивных слоев дорожной одежды из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС.

На основании расчета ожидаемой экономической эффективности применение золоминеральной смеси для устройства основания дорожной одежды обеспечивает экономический эффект в размере 3,403 млн руб. с одного километра автомобильной дороги IV категории. Применение золоминеральной смеси для устройства оснований автомобильных дорог позволяет сократить прямые затраты на устройство дорожной одежды на 19,8 %.

Производство работ по устройству покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси возможно проводить двумя способами:

- приготовлением золоминеральной смеси непосредственно на дороге;
- строительство конструктивных слоев из готовой золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке.

Описание рабочих процессов устройства оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси в порядке их технологической последовательности методом смешения на дороге приведено в табл. 2.

Таблица 2

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси методом смешения на дороге

№ процессов	№ захваток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком
3	III	Транспортировка щебеночно-песчаной смеси автосамосвалами
4	III	Распределение щебеночно-песчаной смеси автогрейдером
5	IV	Транспортировка портландцемента автоцементовозами
6	IV	Распределение портландцемента с использованием распределителя сухих смесей
7	V	Транспортировка золы-уноса Рефтинской ГРЭС автоцементовозами
8	V	Распределение золы-уноса Рефтинской ГРЭС с использованием распределителя сухих смесей
9	VI	Перемешивание золоминеральной смеси с увлажнением до оптимальной влажности ресайклером
10	VII	Разравнивание и профилирование слоя золоминеральной смеси
11	VIII	Уплотнение слоя золоминеральной смеси самоходным катком
12	IX	Распределение битумной эмульсии по слою золоминеральной смеси

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке, приведено в табл. 3.

Таблица 3

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке

№ про- про- цессов	№ за- хваток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком
3	III	Транспортировка золоминеральной смеси автосамосвалами
4	III	Распределение золоминеральной смеси автогрейдером
5	III	Разравнивание и профилирование слоя золоминеральной смеси
6	IV	Уплотнение слоя золоминеральной смеси самоходным катком
7	V	Распределение битумной эмульсии по слою золоминеральной смеси

Таким образом, технология устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС обеспечена полным комплектом нормативно-технической, типовой проектной, типовой технологической и сметной документации и рекомендуется для широкомасштабного применения в дорожном строительстве.

Библиографический список

1. Хохлов А. И., Чудинов С. А. Применение золы уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 223–225.

2. Хохлов А. И., Чудинов С.А., Факова Е.Ф. Технология утилизации золы уноса ГРЭС в дорожном строительстве // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сб. мат. III Межд. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых 07–08 февраля 2019 г. – Омск : СибАДИ 2019. – С. 241–244

3. Опытное применение зол уноса ТЭС в дорожном строительстве / Р. Д. Черняк, В. Н. Дмитриев, С. А. Чудинов [и др.] // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: мат. XXV Межд. науч.-техн. конф., 07–10 апреля 2020 г., проводимой в рамках XVIII Уральской горнопромышленной декады 01–11 апреля 2020 г., Екатеринбург : Издательство «Форт Диалог-Исеть», 2020. – С. 266–269.