ОДМ 218.2.031–2013

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗОЛЫ-УНОСА И ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ОТ СЖИГАНИЯ УГЛЯ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)».

Коллектив авторов: д-р техн. наук В.В.Сиротюк, инж. Е.В.Иванов.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 04.03.2013 №250-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВЗАМЕН ВСН 185–75.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Классификация золошлаков 4
5 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам 7
5.1 Общие требования 7
5.2 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси, применяемой для сооружения земляного полотна 7
5.3 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси, применяемой для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд 8
5.4 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси при ее укреплении минеральными вяжущими 9
5.5 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам, применяемым при обработке материалов и укреплении грунтов минеральными вяжущими 10
5.6 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам, применяемым для асфальтобетонных и органоминеральных смесей 12
6 Рекомендуемые требования безопасности и охрана окружающей среды 13
6.1 Рекомендуемые требования безопасности 13
6.2 Охрана окружающей среды 13
7 Правила приемки золошлаков 13
8 Методы контроля золошлаков 17
9 Отгрузка, транспортирование и хранение золошлаков 18
9.1 Отгрузка, транспортирование и хранение золы-уноса 18
9.2 Отгрузка, транспортирование и хранение золошлаковой смеси 19
10 Правила применения и гарантии поставщика золошлаков 21
11 Рекомендации для проектирования и строительства земляного полотна из золошлаковой смеси 21
11.1 Проектирование земляного полотна 21
11.2 Технология производства работ 29
12 Рекомендации для проектирования и строительства

дополнительных слоев оснований дорожных одежд из золошлаковой смеси 32
12.1 Конструктивные рекомендуемые требования 32
12.2 Рекомендуемые требования к золошлаковой смеси и расчетные параметры 33
12.3 Технология производства работ 35
13 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из золошлаковой смеси, укрепленной минеральными вяжущими 36
13.1 Конструктивные рекомендуемые требования 36
13.2 Рекомендуемые требования к укрепленному золошлаковому материалу и расчетные параметры 37
13.3 Технология производства работ 39
14 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из обработанных материалов и укрепленных грунтов с применением золошлаков 42
14.1 Конструктивные рекомендуемые требования 42
14.2 Рекомендуемые требования к обработанным материалам и укрепленным грунтам с применением золошлаков, расчетные параметры 43
14.3 Технология производства работ 46
15 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из асфальтобетонных и органоминеральных смесей, приготовленных с применением золошлаков 50
15.1 Конструктивные рекомендуемые требования 50
15.2 Рекомендуемые требования к материалам 51
15.3 Технология производства работ 52
16 Приложение А (справочное) Химический состав золы-уноса основных топливных углей 53
17 Приложение Б (обязательное) Лист регистрации изменений 54
Библиография 55

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗОЛЫ-УНОСА И ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ ОТ СЖИГАНИЯ УГЛЯ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) содержит рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях при строительстве, реконструкции, ремонтах земляного полотна и дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования.

1.2 Методический документ может быть использован при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог промышленных и сельскохозяйственных предприятий, городских дорог.

1.3 Положения настоящего методического документа предназначены для применения организациями, выполняющими работы по проектированию и строительству автомобильных дорог.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 310.2–76 Цементы. Методы определения тонкости помола

ГОСТ 310.3–76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема

ГОСТ 3344–83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия

ГОСТ 5382–91 Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа

ГОСТ 8269.0–97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

ГОСТ 8269.1–97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа

ГОСТ 8735–88 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 9078–84 Поддоны плоские. Общие технические условия

ГОСТ 9128–2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия

ГОСТ 9179–77 Известь строительная. Технические условия

ГОСТ 9758–2012 Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 10060.1–95 Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости

ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180–2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 11022–95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности

ГОСТ 12536–79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 12801–98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 22245–90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия

ГОСТ 22266–94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 22733–2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23227–78 Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и торф. Метод определения свободного оксида кальция в золе

ГОСТ 23558–94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 23732–2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 25328–82 Цемент для строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 25584–90 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

ГОСТ 25592–91 Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25818–91 Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25951–83 Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия

ГОСТ 26644–85 Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетона. Технические условия

ГОСТ 28622–2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости

ГОСТ 30108–94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 30491–2012 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия

ГОСТ 30515–97 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ Р 1.5–2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 52129–2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия

ГОСТ Р 54096–2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Взаимосвязь требований Федерального классификационного каталога отходов и Общественного классификатора продукции

СП 34.13330.2010 Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*)

СП 42. 13330.2011 Градостроительство. Планировка в застройках городских и сельских поселений (актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*)

СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты (актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87)

СП 47. 13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 11–02–96)

СП 11–109–98 Изыскания грунтовых строительных материалов

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **активная минеральная добавка к цементу (извести):** Тонкодисперсная минеральная добавка к цементу (извести), которая в исходном или измельченном состоянии обладает гидравлическими или пуццоланическими свойствами.

3.2 **гранулометрическая добавка:** Минеральная добавка для корректировки гранулометрического (зернового) или микроагрегатного

состава техногенных грунтов или каменных материалов (смесей), укрепленных или неукрепленных вяжущим.

3.3 **зола-уноса (ЗУ):** Тонкодисперсный материал размером менее 0,315 мм, образующийся из минеральной части твердого топлива, сжигаемого в пылевидном состоянии, и улавливаемый золоулавливающими устройствами из дымовых газов тепловых электростанций.

3.4 **золоминеральная смесь (ЗМС):** Рационально подобранная смесь, получаемая смешением минеральных материалов (щебня, песка, отсева дробления, песчано-щебеночных, песчано-гравийных смесей, грунта) с золой-уноса или золошлаковой смесью, строительной известью и (или) цементом (другими минеральными вяжущими), водой и специальными добавками (или без них).

3.5 **золоминеральный материал (ЗММ):** Искусственный материал из уплотненной золоминеральной смеси, отвечающий нормируемым показателям качества в проектные сроки твердения.

3.6 **золоотвал:** Место для складирования золы-уноса и шлака в виде золошлаковой смеси.

3.7 **золошлаки:** Продукты (зола-уноса, шлак топливный, золошлаковая смесь) комплексного термического преобразования горных пород и сжигания твердого топлива.

3.8 **золошлаковая смесь (ЗШС):** Полидисперсная смесь из золы-уноса и шлака топливного, образующаяся при их совместном удалении на тепловых электростанциях.

3.9 **шлак топливный (ШлТ):** Грубодисперсный материал размером от 0,315 мм и более, образующийся из минеральной части твердого топлива, агрегирующийся в топочном пространстве котлоагрегатов и удаляемый снизу топки.

4 Классификация золошлаков

4.1 Состав и свойства золошлаков зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способа улавливания и удаления, места отбора золошлаков в улавливающих установках или золоотвале.

4.2 Золошлаки по виду сжигаемого угля подразделяют на:

- антрацитовые, образующиеся при сжигании антрацита, полуантрацита и тощего каменного угля (АУ);
- каменноугольные, получаемые при сжигании каменного, кроме тощего угля (КУ);
- буроугольные, образующиеся при сжигании бурого угля (БУ).

4.3 По химическому составу золошлаки делятся на высококальциевые и низкокальциевые (таблица 1).

4.4 По содержанию горючих веществ (потере массы при прокаливании – п.п.п.) золошлаки подразделяют в соответствии с требованиями, указанными в таблице 2.

Таблица 1

Вид золошлаков	Разновидность золошлаков	Содержание элементов, % по массе, в расчете на оксиды			
		$CaO+MgO$	$SiO_2+Al_2O_3$	$F_2O_3+FeO+R_2O$	SO_3
Высококальциевые (I)	Высокосульфатные (I-А)	Не менее 20	-	-	Не менее 5
	Низкосульфатные (I-Б)				Менее 5
Низкокальциевые (II)	Кислые (II-А)	Менее 20	Не более 70	Не менее 10	-
	Сверхкислые (II-Б)		Более 70	Менее 10	

Таблица 2

Содержание горючих веществ (Гор)	Потери массы при прокаливании золошлака по виду сжигаемого угля, % по массе		
	антрацитового	каменноугольного	буроугольного
Низкое (НГор)	Меньше 7	Меньше 5	Меньше 3
Среднее (СГор)	От 7 до 15	От 5 до 10	От 3 до 7
Высокое (ВГор)	Более 15	Более 10	Более 7

4.5 По способу улавливания, удаления и месту отбора золошлаки делятся на золу-уноса, шлак топливный и золошлаковую смесь.

4.5.1 В зависимости от типа золоулавливающих устройств зола-уноса может улавливаться во влажном (ЗУВл) или сухом состоянии (ЗУСух).

По технологическим причинам потребителю ЗУВл не поставляется, а ЗУСух отгружают с помощью специальных золоотборных систем.

Зола-уноса различается по степени дисперсности в соответствии с ГОСТ 25818–91 (таблица 3).

Таблица 3

Степень дисперсности	Величина удельной поверхности (по воздухопроницаемости), $м^2/кг$	Остаток на сите № 008, % по массе, не более
Низкодисперсная (Нд)	Менее 150	30
Среднедисперсная (Сд)	От 150 до 300	20
Высокодисперсная (Вд)	Более 300	15

4.5.2 Шлак топливный может удаляться снизу котлоагрегатов в виде твердых пористых агрегатов или жидкого расплава, который гранулируется при охлаждении в воде. По средней плотности шлак разделяют на плотный (Пл) со средней плотностью зерен свыше 2 $г/см^3$, получаемый в топках котлоагрегатов с жидким шлакоудалением, пористый (По) со средней плотностью зерен до 2 $г/см^3$, получаемый в топках котлоагрегатов с твердым шлакоудалением.

4.5.3 Золошлаковые смеси, образующиеся при совместном удалении золы-уноса и топливного шлака в виде пульпы в золоотвал, по виду шлаковой составляющей подразделяются на смеси с плотным и пористым шлаком (см. пункт 4.5.2).

4.5.4 Золошлаковые смеси в зависимости от зернового состава делятся на крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Наименование показателя	Величина показателя для различных типов золошлаковых смесей		
	крупнозернистых (К)	среднезернистых (С)	мелкозернистых (М)
Максимальный размер зерен шлака, мм, не более	40	20	5
Содержание шлаковой составляющей в ЗШС, % по массе	От 50 до 90	От 10 до 50	От 0 до 10
Содержание шлакового щебня в шлаковой составляющей, % по массе	Более 20	До 20	-

Примечание – В ЗШС различных типов содержание зерен шлака, превышающих максимальный размер, должно быть не более 10% по массе.

4.5.5 К шлаковой составляющей в ЗШС относят шлаковый щебень (частицы размером более 5 мм) и шлаковый песок (частицы размером от 0,315 до 5 мм).

5 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам

5.1 Общие требования

5.1.1 Удельная эффективная активность ЕРН ($А_{эфф}$) природных радионуклидов для всех видов золошлаков не должна превышать требований ГОСТ 30108–94 и НРБ-99/2009 [1].

Как правило, золошлаки относятся к первому классу по ЕРН ($А_{эфф}$) природных радионуклидов, поэтому они могут применяться без ограничений во всех дорожных конструкциях по ГОСТ Р 54096–2010.

5.1.2 Согласно Федеральному закону [2], по степени негативного воздействия на окружающую среду золошлаки должны относиться к пятому классу – «практически неопасные отходы». В противном случае их применение должно сопровождаться внедрением специальных мероприятий, предусмотренных этим законом и приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации [3].

5.1.3 Золошлаки не должны содержать посторонних загрязняющих включений (строительного мусора, грунта, древесных остатков и др.).

5.2 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси, применяемой для сооружения земляного полотна

5.2.1 Для сооружения насыпей земляного полотна пригодны все типы ЗШС по зерновому составу (см. пункт 4.5.4) с величиной потерь при прокаливании, соответствующей низкому и среднему содержанию горючих веществ (см. таблицу 2), удовлетворяющие требованиям, изложенным в подразделе 5.1 настоящего методического документа.

5.2.2 Основным критерием оценки пригодности ЗШС для сооружения земляного полотна следует считать степень морозной пучинистости по ГОСТ 25100–2011. Поэтому пригодность золошлаковой смеси устанавливают по величине относительной деформации морозного пучения при промерзании (по методике ГОСТ 28622–2012) в соответствии с классификацией, представленной в таблице 5.

Таблица 5

Группа грунтов по степени морозной пучинистости	Разновидность грунтов	Относительная деформация морозного пучения ε_{fn}, доля ед.
I	Практически непучинистый	Менее 0,01
II	Слабопучинистый	От 0,01 до 0,035 включительно
III	Среднепучинистый	От 0,036 до 0,07 включительно
IV и V	Сильнопучинистый и чрезмерно пучинистый	Более 0,07

Примечания

1 Допускается применять классификацию грунтов по степени морозной пучинистости по таблице 6 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*).

2 Не допускается назначать группу по степени морозной пучинистости только по гранулометрическому составу ЗШС.

5.2.3 Золошлаковую смесь, величина относительной деформации морозного пучения которой не превышает 0,035, применяют для возведения насыпей земляного полотна без ограничений.

5.2.4 Золошлаковую смесь с величиной относительной деформации морозного пучения от 0,036 до 0,07 разрешается использовать для отсыпки земляного полотна с обязательным осуществлением мероприятий по обеспечению устойчивости земляного полотна по СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*), особенно его верхних слоев, находящихся в зоне промерзания.

5.2.5 Золошлаковую смесь с величиной относительной деформации морозного пучения больше 0,07 для возведения верхней части (рабочего слоя) насыпей земляного полотна без укрепления не применяют.

5.3 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси, применяемой для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд

5.3.1 Для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд пригодны все типы ЗШС по зерновому составу (см. пункт 4.5.4) с величиной потери массы при прокаливании, соответствующей низкому

содержанию горючих веществ (см. таблицу 2), удовлетворяющие требованиям подраздела 5.1 настоящего методического документа. В наибольшей степени пригодна крупнозернистая (К) и среднезернистая (С) ЗШС (см. таблицу 4).

5.3.2 Основными показателями пригодности неукрепленной ЗШС для устройства дополнительных (дренирующих, морозозащитных, теплоизолирующих) слоев дорожных одежд являются степень пучинистости и коэффициент фильтрации ЗШС.

5.3.2.1 Золошлаковую смесь, величина относительной деформации морозного пучения которой не превышает 0,01 (см. таблицу 5), а величина коэффициента фильтрации не менее 1 м/сут, применяют для устройства дополнительных (дренирующих, морозозащитных, теплоизолирующих) слоев дорожных одежд без ограничений.

5.3.2.2 Золошлаковую смесь, величина относительной деформации морозного пучения которой не превышает 0,035, а величина коэффициента фильтрации не менее 0,2 м/сут, используют для устройства морозозащитного и теплоизолирующего (но не дренирующего) слоя дорожных одежд.

5.3.3 Золошлаковая смесь, не удовлетворяющая требованиям пункта 5.3.2, может применяться для устройства морозозащитного и теплоизолирующего (но не дренирующего) слоя дорожных одежд только с осуществлением мероприятий по уменьшению относительной деформации морозного пучения до величины, не превышающей 0,035 (укрепление вяжущим, гидроизоляция слоя и т.п.).

5.4 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлаковой смеси при ее укреплении минеральными вяжущими

5.4.1 Для строительства конструктивных слоев дорожных одежд из ЗШС, укрепленной минеральными вяжущими, пригодны все типы ЗШС по зерновому составу (см. пункт 4.5.4) с величиной потери массы при прокаливании, соответствующей низкому содержанию горючих веществ (см. таблицу 2), удовлетворяющие требованиям подраздела 5.1 настоящего методического документа.

5.4.2 В ЗШС, предназначенной для укрепления цементом, содержание оксида кальция CaO должно быть не более 10 % по массе. При укреплении ЗШС известью этот показатель не нормируется.

5.4.3 Содержание оксида магния MgO в ЗШС должно быть не более 5 % по массе.

5.4.4 Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 в ЗШС, предназначенной для укрепления цементом, должно быть не более 3 % по массе, в том числе сульфидной серы – не более 1 % по массе. При укреплении ЗШС известью этот показатель не нормируется.

5.4.5 Содержание щелочных оксидов натрия и калия в пересчете на Na_2O в ЗШС должно быть не более 3 % по массе.

5.4.6 Золошлаковая смесь должна соответствовать требованиям ГОСТ 23558–94 по зерновому составу, морозостойкости, прочности, содержанию вредных компонентов и примесей, стойкости против силикатного и железистого распадов.

5.4.7 Влажность отгружаемой ЗШС должна быть не более 15 % по массе. Допускается по согласованию поставщика с потребителем поставка ЗШС с большей влажностью.

5.4.8 В случае необходимости применения ЗШС с показателями качества ниже требований, приведенных в пунктах 5.4.1–5.4.7, должно быть проведено их исследование в специализированных лабораториях для подтверждения возможности и технико-экономической целесообразности получения обработанных материалов и укрепленных грунтов с нормируемыми показателями качества.

5.5 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам, применяемым при обработке материалов и укреплении грунтов минеральными вяжущими

5.5.1 Золошлаки могут использоваться при обработке материалов и укреплении грунтов в качестве:

- гранулометрической добавки для корректировки состава грунтов или каменных материалов;
- самостоятельного медленнотвердеющего вяжущего (только высококальциевая зола-уноса, см. таблицу 1);
- активной минеральной добавки смешанного вяжущего в сочетании с цементом или (и) известью.

5.5.2 Показатели золошлаков, применяемых при обработке материалов и укреплении грунтов, должны соответствовать общим требованиям подраздела 5.1 и требованиям, указанным в таблице 6.

5.5.3 Высококальциевая зола-уноса, используемая как самостоятельное вяжущее, должна обеспечивать равномерность изменения объема при дополнительном испытании образцов обработкой в автоклаве.

5.5.4 Зола-уноса, зольная составляющая крупнозернистой и среднезернистой ЗШС, а также мелкозернистая ЗШС (см. таблицу 4), применяемые в качестве активной минеральной добавки, должны обеспечивать в смеси с портландцементом равномерность изменения объема при испытании образцов кипячением в воде.

Таблица 6

Наименование показателя	Требования к золошлакам, применяемым			
	как гранулометрическая добавка	как самостоятельное вяжущее	в качестве активной минеральной добавки	
			в сочетании с цементом	в сочетании с известью
Содержание оксида кальция CaO, % по массе:				
общее	Не более 10	Не менее 20	Не более 10	-
в том числе свободного	-	Не менее $\frac{8}{15}$	Не более 4	-
Удельная поверхность, м²/кг, не менее	-	300*		
Остаток на сите № 008, % по массе, не более	-	15		
Содержание сернистых и сернокислых соединений, % по массе, не более:				
в пересчете на SO_3	5		3	-
в том числе сульфидной серы	2		1	-
Содержание щелочных оксидов в пересчете на Na_2O, % по массе, не более	3			
Содержание оксида магния MgO, % по массе, не более	5			
Потери при прокаливании, % по массе (см. таблицу 2)	СГор, НГор	НГор		СГор, НГор

Примечания

1 Над чертой приведено значение, соответствующее содержанию свободного оксида кальция не менее 15% по массе при укреплении глинистых грунтов, под чертой – от 8% до 15% по массе при укреплении несцементированных крупнообломочных и песчаных грунтов.

2 *По результатам испытаний допускается применять ЗУ с удельной поверхностью не менее 200 м²/кг.

5.5.5 Золошлаковая смесь, используемая как гранулометрическая добавка, должна соответствовать требованиям ГОСТ 25592–91 или ГОСТ 26644–85 по морозостойкости, прочности, содержанию вредных компонентов и примесей, стойкости против силикатного и железистого распадов.

5.5.6 Влажность отгружаемой ЗУСух не должна превышать 2% по массе, а влажность отгружаемой ЗШС – 15% по массе. Допускается по согласованию поставщика с потребителем поставка золошлаков с большей влажностью.

5.5.7 В случае необходимости применения золошлаков с показателями качества ниже требований, приведенных в пунктах 5.5.1–5.5.6, должно быть проведено их исследование в специализированных лабораториях для подтверждения возможности и технико-экономической целесообразности получения обработанных материалов и укрепленных грунтов с нормируемыми показателями качества.

5.6 Технические характеристики и рекомендуемые требования к золошлакам, применяемым для асфальтобетонных и органоминеральных смесей

5.6.1 Золошлаки (зола-уноса, шлак, ЗШС) могут использоваться в асфальтобетонных и органоминеральных смесях по ГОСТ 9128–2009, ГОСТ 30491–2012 и нормам [4] в качестве минеральных компонентов (щебня, песка, минерального порошка).

5.6.2 Шлаки топливные, применяемые в качестве щебня и (или) песка в асфальтобетонных и органоминеральных смесях, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 3344–83, а также ГОСТ 9128–2009, или ГОСТ 30491–2012, или норм [4].

5.6.3 Золошлаковые смеси, используемые в качестве грунта в органоминеральных смесях, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 30491–2012 или норм [4].

5.6.4 Качественные показатели золы-уноса, применяемой в качестве минерального порошка, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к порошкам марки МП-2 по ГОСТ Р 52129–2003.

5.6.5 Золошлаки, не полностью соответствующие значениям качественных показателей по ГОСТ Р 52129–2003, рекомендуется подвергать химической и механической активации (помолу) с использованием специальных органических веществ:

- анионных ПАВ типа высших карбоновых кислот (госсиполовой смолы, жирового гудрона, окисленного петролатума, синтетических жирных

кислот и др.), соответствующих установленным в нормативной документации требованиям;

- катионных ПАВ типа аминов, диаминов или их производных, соответствующих установленным в нормативной документации требованиям;

- нефтяного битума по ГОСТ 22245–90.

5.6.6 Возможность применения активированных золошлаков в качестве минерального порошка с показателями качества ниже требований ГОСТ Р 52129–2003 должна быть установлена исследованиями, проведенными в специализированных лабораториях, для подтверждения возможности и технико-экономической целесообразности получения асфальтобетонных и органоминеральных смесей с нормируемыми показателями качества.

6 Рекомендуемые требования безопасности и охрана окружающей среды

6.1 Рекомендуемые требования безопасности

При работе с золошлаками, дорожно-строительными материалами и полуфабрикатами, полученными с их применением, должны соблюдаться требования безопасности, указанные в нормативных документах [5, 6, 7] и соответствующих инструкциях для дорожных рабочих и машинистов дорожных машин.

6.2 Охрана окружающей среды

6.2.1 Использование золошлаков не должно противоречить требованиям Федеральных законов [8, 9].

6.2.2 При применении золы-уноса, шлака и ЗШС в дорожных конструкциях должны соблюдаться общие правила, указанные в нормах [10].

7 Правила приемки золошлаков

7.1 Золошлак должен контролироваться и приниматься службой технического контроля поставщика. Приемку золошлака проводят на основе данных предварительной оценки и результатов приемочного контроля.

Зола-уноса принимается и контролируется в бункерах (силосах) на золоотборных установках ТЭС, а ЗШС – в золоотвале ТЭС.

7.2 Поставщик осуществляет предварительную оценку качества золошлака путем проведения периодических испытаний.

7.3 Золы-уноса должны испытываться в соответствии с требованиями к периодическим испытаниям.

7.3.1 При периодических испытаниях золы-уноса определяют показатели, предусмотренные отраслевым стандартом [11] (за исключением показателя «плавкость»):

- химический состав (в том числе величину п.п.п.);
- содержание свободного оксида кальция ($CaO_{св}$);
- удельную поверхность.

Кроме показателей, предусмотренных в отраслевом стандарте [11], определяют:

- влажность;
- содержание свободного оксида магния ($MgO_{св}$);
- содержание щелочных оксидов в пересчете на Na_2O;
- остаток на сите № 008;
- удельную эффективную активность природных радионуклидов;
- класс опасности для окружающей природной среды.

7.3.2 Периодичность испытаний золы-уноса:

- один раз в сутки – влажность, удельную поверхность, остаток на сите № 008, содержание горючих веществ (п.п.п.);
- один раз в неделю – содержание свободных (активных) $CaO_{св}$ и $MgO_{св}$, сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3;
- один раз в квартал – химический состав, содержание щелочных оксидов в пересчете на Na_2O;
- один раз в год – удельную эффективную активность природных радионуклидов, класс опасности для окружающей природной среды.

Указанные показатели должны определяться каждый раз при изменении вида угля, сжигаемого на ТЭС.

Указанная периодичность испытаний должна выполняться только при регулярном потреблении золы-уноса.

7.3.3 Для проверки качества золы-уноса отбирают одну объединенную пробу, которую составляют не менее чем из пяти точечных проб. Масса точечной пробы должна быть не менее 2 кг. Количество и порядок отбора проб, обеспечивающие их представительность, устанавливают с учетом конкретных условий работы тепловой электростанции. Из объединенной пробы отбирают лабораторную пробу,

масса которой должна быть достаточной для проведения всех испытаний, предусмотренных настоящим методическим документом.

7.3.4 Количество поставляемой золы-уноса определяют по массе в загруженном транспортном средстве.

7.4 Золошлаковую смесь необходимо подвергать периодическим испытаниям.

7.4.1 При периодических испытаниях ЗШС определяют следующие показатели:

- химический состав (в том числе величину п.п.п.);
- зерновой состав;
- влажность;
- насыпную плотность;
- удельную эффективную активность природных радионуклидов;
- класс опасности для окружающей природной среды.

7.4.2 Периодичность испытаний ЗШС:

- один раз в сутки – влажность, насыпную плотность, зерновой состав;
- один раз в неделю – содержание горючих веществ (п.п.п.);
- один раз в квартал – химический состав;
- один раз в год – удельную эффективную активность природных радионуклидов, класс опасности для окружающей природной среды.

Указанная периодичность испытаний должна выполняться только при регулярном потреблении ЗШС с учетом конкретных условий работы тепловой электростанции и объема золоотвала.

В случае разовой поставки данные по испытаниям должны быть получены не позднее сроков, указанных для периодических испытаний.

7.4.3 Для предварительной оценки качества ЗШС в золоотвале поставщик производит отбор и испытания проб. Для этого выполняют следующие работы:

- составляют план разбивки золоотвала на квадраты со стороной 100 м;
- закладывают шурфы в середине каждого участка или бурят скважины на глубину предполагаемой разработки отвала;
- отбирают частные пробы массой 5 кг, начиная с глубины 0,5 м от поверхности отвала и далее через каждый 1 м по глубине шурфа (скважины) (если обнаружены слои явно отличающиеся по внешним признакам от основной массы, отбор проб производят из каждого такого слоя);
- смешивают частные пробы в объемном отношении пропорционально толщине слоев;

- определяют показатели свойств ЗШС, предусмотренные в настоящем методическом документе, с привязкой результатов испытаний к месту отбора проб в золоотвале.

Пробы ЗШС для испытаний должны поступать в полиэтиленовых мешках или заменяющей их таре.

7.4.4 На основе результатов предварительной оценки качества ЗШС на участки, предназначенные для разработки, поставщиком должны быть составлены карты обследования золоотвала и технические паспорта.

7.4.5 Более детальное обследование золоотвала производится в период выполнения проектных работ в соответствии с требованиями и рекомендациями СП 47.13330.2012 (СНиП 11–02–96), СП 11–109–98 и норм [12].

7.4.6 Количество поставляемой ЗШС определяют по массе в пересчете на сухое вещество.

7.4.7 В процессе разработки золоотвала проводят испытания точечных проб через равные промежутки времени из потока материала при загрузке транспортных средств. Массу точечной пробы принимают в зависимости от наибольшей крупности материала, но не менее, кг:

- 1,5 – при верхнем номинальном размере зерен до 5 мм;
- 2,5 – при верхнем номинальном размере зерен до 20 мм;
- 5,0 – при верхнем номинальном размере зерен до 40 мм.

Число точечных проб из партии должно быть не менее 10.

Точечные пробы объединяют и получают объединенную пробу, из которой путем последовательного квартования образуют лабораторную пробу, масса которой должна быть достаточной для определения всех показателей качества смеси.

7.5 Порядок проведения приемочного контроля золошлака определяется в договоре между поставщиком и потребителем. Допускается по согласованию поставщика с потребителем находить дополнительные показатели качества золы-уноса сверх установленных в пункте 7.3.1, а ЗШС – в пункте 7.4.1.

7.6 Потребитель должен проводить входной контроль качества золошлака, применяя при этом порядок отбора и подготовки проб в соответствии с требованиями ГОСТ 30515–97.

7.7 В случае, когда разработку золоотвала осуществляет специализированная организация потребителя, допускается проводить испытания ЗШС только лабораторией предприятия-потребителя.

7.8 Предприятие-поставщик сопровождает каждую партию золошлака документом о качестве.

Партией считают количество золошлака одного типа, одновременно отгружаемое одному потребителю в одном железнодорожном составе или одном судне. При отгрузке автомобильным транспортом партией считают количество золошлака одного типа, отгружаемое одному потребителю в течение суток.

В документе о качестве указывают:

- обозначение золошлака в соответствии с пунктом 9.1.1 или 9.2.1;
- наименование и адрес предприятия-поставщика;
- наименование и адрес потребителя;
- номер и дату выдачи документа;
- номер партии и количество золошлака;
- номер транспортных средств и номера накладных;
- показатели качества золошлака в соответствии с настоящим методическим документом (набор показателей должен соответствовать предназначению золошлака).

8 Методы контроля золошлаков

8.1 Химический анализ золошлаков и содержание сульфидной серы определяют по ГОСТ 8269.1–97.

8.2 Содержание свободного оксида кальция определяют по ГОСТ 23227–78.

8.3 Содержание свободного оксида магния определяют по ГОСТ 5382–91.

8.4 Потерю массы при прокаливании (п.п.п.) определяют по ГОСТ 8269.1–97 или ГОСТ 11022–95.

8.5 Влажность и зерновой состав ЗШС определяют по ГОСТ 8735–88, или ГОСТ 12536–79, или ГОСТ 8269.0–97.

8.6 Удельную поверхность и остаток на сите № 008 определяют по ГОСТ 310.2–76.

8.7 Насыпную плотность определяют по ГОСТ 9758–2012.

8.8 Удельную эффективную активность природных радионуклидов определяют по ГОСТ 30108–94.

8.9 Степень морозной пучинистости ЗШС определяют по ГОСТ 25100–2011 и ГОСТ 28622–2012.

8.10 Коэффициент фильтрации ЗШС определяют по ГОСТ 25584–90.

8.11 Равномерность изменения объема минеральных вяжущих с золой-уноса, зольной составляющей ЗШС определяют по ГОСТ 310.3–76 методом кипячения в воде, а высококальциевой золы-уноса – с дополнительным испытанием в автоклаве.

8.12 Показатели свойств золошлаков, применяемых в качестве минерального порошка, определяют по ГОСТ Р 52129–2003.

8.13 Класс опасности для окружающей природной среды определяют в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации [3].

9 Отгрузка, транспортирование и хранение золошлаков

9.1 Отгрузка, транспортирование и хранение золы-уноса

9.1.1 Зола-уноса, отгружаемая потребителю, должна иметь маркировку, учитывающую все виды и разновидности классификационных признаков по разделу 4 настоящего методического документа, например: ЗУСух.БУ.I-Б.НГор.Сд – зола-уноса сухого улавливания, буроугольная, высококальциевая, низкосульфатная, с низким содержанием горючих веществ, среднедисперсная (в соответствии с настоящим методическим документом или утвержденным СТО).

9.1.2 Зола-уноса отгружается потребителю в сухом виде из специальных силосов (бункеров) золоотборных установок на ТЭС.

9.1.3 Золу-уноса без упаковки транспортируют в автоцементовозах (золовозах), а также в специализированных вагонах-цементовозах, хопперах, судах с учетом Правил перевозки грузов соответствующими видами транспорта.

9.1.4 Золу-уноса в упаковке перевозят в универсальных транспортных средствах (крытых вагонах, автомобилях и судах) в транспортных пакетах, контейнерах или поштучно (в мешках).

9.1.5 Транспортирование золы-уноса пакетами в термоусадочной пленке железнодорожным транспортом осуществляют в соответствии с Техническими условиями на размещение и крепление пакетов, сформированных из мешков золы-уноса с использованием термоусадочной пленки, в четырехосных полувагонах.

9.1.6 Транспортные пакеты формируют с применением плоских поддонов по ГОСТ 9078–84, термоусадочной полиэтиленовой пленки по ГОСТ 25951–83 или других средств пакетирования по соответствующим нормативным документам.

9.1.7 Пакеты должны быть герметичны и плотно обжаты пленкой со всех сторон. Габариты пакета должны находиться в определенных пределах: длина от 1260 до 1290 мм, ширина от 1030 до 1060 мм, высота от 880 до 950 мм. Ширина проема на уступе цокольной части должна быть не менее 100 мм с каждой стороны пакета, высота – не менее 90 мм, масса пакета нетто – не более 2000 кг.

9.1.8 Золу-уноса в мягких контейнерах транспортируют железнодорожным транспортом в полувагонах или на платформах; на судах в трюме или на открытой палубе; в автомобилях.

9.1.9 Контейнеры, применяемые для транспортирования, должны соответствовать требованиям нормативных документов на них.

9.1.10 Поставщик обязан поставлять золу-уноса в исправном и чистом транспортном средстве.

9.1.11 При транспортировании золы-уноса без упаковки или в водопроницаемых контейнерах и мешках она должна быть защищена от воздействия влаги и загрязнения.

9.1.12 Золу-уноса без упаковки хранят в бункерах, силосах или других крытых емкостях. Смешивание золы-уноса различных видов и свойств, а также загрязнение ее посторонними примесями и увлажнение не допускаются. Срок хранения золы-уноса в сухих условиях не ограничен.

9.1.13 При хранении мешки с золой-уноса укладывают вплотную на поддоны в штабели высотой не более 1,8 м с обеспечением свободного подхода к ним.

9.1.14 Допускается хранение золы-уноса в мягких контейнерах и пакетах, изготовленных с применением водонепроницаемых материалов, под навесом или на открытых площадках при условии целостности водонепроницаемой упаковки.

Для предотвращения примерзания мягких контейнеров и пакетов их следует укладывать на поддоны в штабели высотой не более трех ярусов.

9.2 Отгрузка, транспортирование и хранение золошлаковой смеси

9.2.1 Золошлаковая смесь, отгружаемая потребителю, должна иметь маркировку, учитывающую все виды и разновидности классификационных признаков по разделу 4 настоящего методического документа, например: ЗШС.КУ.II-Б.Сгор.По.М. – золошлаковая смесь, каменноугольная, низкокальциевая, сверхкислая, со средним содержанием горючих веществ, пористым шлаком, мелкозернистая (в соответствии с настоящим методическим документом или утвержденным СТО).

9.2.2 Золошлаковая смесь является разновидностью техногенного гидронамывного грунта, находящегося в отвале (в карьере), поэтому этот материал отгружается потребителю во влажном состоянии из золоотвалов ТЭС по Правилам разработки карьеров грунтовых строительных материалов.

В то же время золоотвал является ответственным гидротехническим сооружением, поэтому все решения по производству работ, выполняемые сторонними организациями в зоне отвала, в обязательном порядке согласуются со специалистами ТЭС, осуществляющими эксплуатацию золоотвала.

9.2.3 Учитывая неоднородность ЗШС в отвале, при подготовке карьера (золоотвала) к разработке и реализации мероприятий входного производственного контроля необходимо определить место, глубину и способ разработки для получения необходимого объема однородного золошлакового материала с требуемыми свойствами.

9.2.4 В подготовительный период должны быть устроены временные пути движения, стоянки, разворотные площадки для тяжелого технологического транспорта на золоотвале, обустроен забой, осуществлена прокладка или перекладка необходимых коммуникаций.

9.2.5 В случае избыточной влажности ЗШС производится ее штабелирование для осушения. Штабелирование может осуществляться бульдозером, фронтальным погрузчиком или экскаватором как на поверхности надводного откоса («пляжа»), так и за пределами золоотвала.

Эффективность применение бульдозера при разработке золоотвала объясняется двумя причинами. Во-первых, улучшается однородность состава и физико-механических свойств ЗШС. Во-вторых, бульдозер, работая по траншейно-веерной схеме, может подавать ЗШС к дамбе или за пределы золоотвала, что облегчает погрузку и движение загруженных транспортных средств.

Погрузка ЗШС осуществляется экскаватором или фронтальным погрузчиком, а транспортирование – большегрузными автомобилями-самосвалами.

9.2.6 При необходимости организации движения транспортных средств по поверхности золоотвала целесообразно применять специальные технологические слои и плиты, геосинтетические материалы в виде плоских или объемных георешеток.

9.2.7 Золошлаковую смесь транспортируют в автомобилях-самосвалах, железнодорожных вагонах и судах согласно Правилам перевозки грузов соответствующими видами транспорта. При транспортировании ЗШС в открытых транспортных средствах поставщик и потребитель должны принимать меры, предохраняющие ее от пыления.

9.2.8 Разработка и транспортирование ЗШС могут осуществляться методами гидромеханизации с разработкой технологической документации и соблюдением правил, указанных в соответствующих нормативно-методических документах.

9.2.9 Хранение ЗШС производят в крытых складах, оборудованных дренажной системой. Допускается хранение в открытых складах при условии предохранения ее от загрязнения, переувлажнения и смешения с другими материалами. При уменьшении влажности ЗШС до величины менее 6 % по массе необходимо предусматривать меры по снижению ее пылимости (увлажнение, нанесение пленкообразующих материалов и т.п.).

10 Правила применения и гарантии поставщика золошлаков

10.1 Применение золошлаков рекомендуется при наличии:

- стандартов организаций, подготовленных в соответствии с ГОСТ Р 1.5–2012;

- документов, подтверждающих соответствие показателей свойств золошлаков их области применения и составленных аккредитованной лабораторией;

- документов о добровольной сертификации соответствия, выданных с учетом соответствующих документов и протоколов испытаний организаций, представляющих отрасль потребителя.

10.2 Предприятие-поставщик должно гарантировать соответствие золошлака требованиям стандарта организации и настоящего методического документа при соблюдении потребителем условий его разработки, погрузки, транспортирования и хранения.

11 Рекомендации для проектирования и строительства земляного полотна из золошлаковой смеси

11.1 Проектирование земляного полотна

11.1.1 По ГОСТ 25100–2011 ЗШС относится к четвертому классу – техногенные дисперсные грунты (таблица 7).

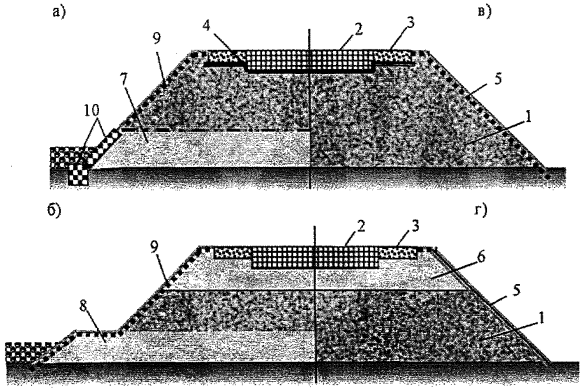
Таблица 7

Класс	Группа	Подгруппа	Тип	Вид
Техногенные, дисперсные грунты	Несвязные	Антропогенные намывные образования	Отходы производственной и хозяйственной деятельности	Промышленные отходы: шлаки, шламы, золы-уноса, золошлаки

В соответствии с подразделом 3.15 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) рекомендуется максимально использовать при строительстве дорог пригодные для применения отвалы тепловых электростанций (золы-уноса и золошлаковые смеси).

В то же время ЗШС относятся к особым грунтам по подразделу 6.6 этого свода правил, использование которых в теле земляного полотна должно обосновываться результатами испытаний на предмет изменения их прочности и устойчивости под воздействием погодно-климатических факторов и нагрузок.

Поэтому проектирование земляного полотна автомобильных дорог всех категорий с применением ЗШС следует осуществлять не только в соответствии с требованиями СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и норм [13], но и с учетом рекомендаций, изложенных в работах [14, 15, 16] и настоящем методическом документе.



а, б – участки дорог 1-го и 2-го типов местности по условиям увлажнения; в, г – сухие участки; 1 – ЗШС; 2 – дорожная одежда (с краевой полосой); 3 – укрепленная обочина; 4 – плоская комбинированная георешетка; 5 – растительный или связный грунт с посевом трав; 6 – непучинистый или слабопучинистый грунт; 7 – дренирующий или связный грунт; 8 – берма из глинистого грунта; 9 – объемный геомат с геотекстилем; 10 – матрас рено и габион с геотекстилем

Рисунок 1 – Схемы поперечных профилей земляного полотна с применением ЗШС

11.1.2 При проектировании земляного полотна с использованием ЗШС могут применяться типовые решения (характерные для мелкого и пылеватого песка) с индивидуальной привязкой или индивидуальные решения по подразделу 6.4 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*). На рисунке 1 представлены примерные схемы земляного полотна с использованием ЗШС.

11.1.3 При использовании в насыпи разнородных грунтов должны соблюдаться традиционные принципы их взаиморасположения, предусмотренные СП 45.13330.2012 (СНиП 3.02.01–87). При отсыпке «на воду» нижний слой насыпи следует сооружать из скальных или крупнообломочных грунтов, песка крупного или средней крупности на 0,5 м выше поверхности воды.

11.1.4 Для обеспечения устойчивости и прочности верхней части земляного полотна и дорожной одежды возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно стоящих поверхностных вод (более 30 сут), а также над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно стоящих поверхностных вод (менее 30 сут) должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в пределах дорожно-климатических зон			
	II	III	IV	V
Золошлаковая смесь	1,6 / 1,3	1,5 / 1,2	1,3 / 1,0	1,1 / 0,7

Примечания

1 Над чертой приведено возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно стоящих поверхностных вод (в течение более 30 сут), под чертой – над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно стоящих поверхностных вод (в течение менее 30 сут).

2 При наличии в рабочем слое не только золошлаковой смеси, но и других грунтов возвышение следует назначать по грунту, для которого требуемое возвышение имеет наибольшее значение.

3 Величина наименьшего возвышения дана для мелкозернистой ЗШС (см. таблицу 3). Для среднезернистой ЗШС наименьшее возвышение можно снизить на 20 %, а для крупнозернистой – на 40 %.

11.1.5 Возвышение поверхности покрытия при индивидуальном проектировании допускается уменьшать по сравнению с нормативными значениями, приведенными в таблице 8, в случае устройства гидроизолирующих и капилляропрерывающих прослоек, специальных поперечников земляного полотна для защиты его от поверхностной воды (уположенных откосов, берм и т.д.).

11.1.6 На участках дорог 2-го и 3-го типов местности по условиям увлажнения, проходящих в насыпи высотой менее значений, указанных в таблице 8, верхнюю часть земляного полотна следует устраивать из

непучинистых или слабопучинистых грунтов (ЗШС). Минимальная толщина верхней части земляного полотна приведена в таблице 9.

Таблица 9

Вид покрытия, тип дорожной одежды	Толщина слоя непучинистого или слабопучинистого грунта (от поверхности покрытия), м
Покрытие цементобетонное монолитное	1,2
Покрытие железобетонное или армобетонное сборное	1,0
Покрытие асфальтобетонное капитального типа	1,0
Покрытия асфальтобетонные облегченного типа; дегтебетонные; из щебня, гравия или песка, обработанного вяжущим	0,8
Дорожные одежды с переходным типом покрытия	0,5

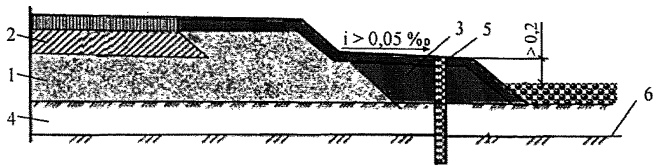
Таблица 10

Наименование грунта, из которого сооружается берма	«Безопасное» расстояние от уреза воды на поверхности земли до подошвы насыпи (ширина бермы), м
Суглинок:	
легкий	5
тяжелый пылеватый	5
тяжелый песчанистый	4
Глина:	
легкая пылеватая	4
легкая песчанистая	3
тяжелая	2

Примечание – Значения «безопасного» расстояния, при котором поверхностные воды не оказывают существенного влияния на влажность грунтов под дорожной одеждой, даны для случая, когда вода находится на поверхности земли только в весенний и осенний периоды, а летом ее нет (отсутствует в течение 2/3 летнего периода).

11.1.7 При сооружении насыпи из ЗШС на участках дорог 3-го типа местности по условиям увлажнения необходимо предусматривать устройство в нижней части насыпи бермы из связного грунта. Ширина бермы определяется «безопасным» расстоянием до воды, подтопляющей откос (таблица 10), с учетом технологии производства работ.

Для уменьшения ширины бермы и надежного предотвращения увлажнения земляного полотна из ЗШС можно использовать конструктивное решение, представленное на рисунке 2. Водонепроницаемый экран можно устраивать из глинистого грунта или геомембраны [17].



3 – берма из глинистого грунта; 4 – водопроницаемый грунт; 5 – водонепроницаемый экран; 6 – слабоводопроницаемый грунт (размер дан в метрах)

Рисунок 2 – Конструкция земляного полотна с бермой и водонепроницаемым экраном

11.1.8 Золошлаковая смесь, относящаяся к I или II группе грунтов по величине относительной деформации морозного пучения (см. таблицу 5), может применяться для сооружения земляного полотна без ограничений.

Золошлаковая смесь, относящаяся к III группе грунтов по величине относительной деформации морозного пучения, может применяться для сооружения верхней части земляного полотна (рабочего слоя) при 1-ом типе местности по условиям увлажнения, в других случаях – только с учетом требований, изложенных в подразделе 6.20 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*).

Золошлаковая смесь, относящаяся к IV группе грунтов по величине относительной деформации морозного пучения, не может использоваться для сооружения рабочего слоя земляного полотна без специальных мероприятий.

Применение пучинистой или сильнопучинистой ЗШС в рабочем слое земляного полотна при всех условиях увлажнения возможно только в случае ее укрепления небольшим количеством вяжущего (например, от 4% до 5% по массе цемента или извести) по ГОСТ 23558–94 или использования конструктивных мероприятий по регулированию водно-теплового режима

в соответствии с СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормативными документами [15, 17, 18].

11.1.9 При применении в верхней части земляного полотна ЗШС с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут следует устраивать под дорожной одеждой на всю ширину земляного полотна дренирующий слой толщиной не менее 0,2 м из песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут или дренирующую прослойку из геотекстильного материала по рекомендациям [17] толщиной не менее 4 мм и водопроницаемостью 50 м/сут и более с выпуском полотнищ на откосы насыпи.

11.1.10 Учитывая возможность водной эрозии, заложение откосов насыпей из ЗШС следует назначать по таблице 11.

Таблица 11

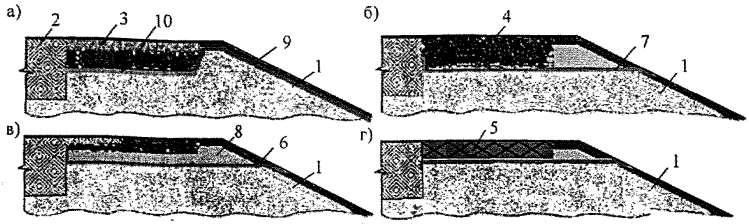
Грунты насыпи	Наибольшая крутизна откосов при высоте насыпи, м	
	до 3	от 3 до 12
Золошлаковая смесь	От 1:3 до 1:4	1:2

Заложение откосов высоких насыпей может быть уменьшено при укреплении откосов геосинтетическими материалами, повышающими общую устойчивость и предотвращающими водную и ветровую эрозии.

11.1.11 Во всех случаях откосы земляного полотна из ЗШС должны быть защищены от размыва с помощью каменных, укрепленных или геосинтетических материалов, слоем растительного или связного грунта толщиной не менее 0,15 м с последующим посевом многолетних трав (при использовании объемных геоматов толщина слоя растительного грунта может быть уменьшена до 5 см).

11.1.12 При выборе способа и конструкции укрепления откосов и обочин земляного полотна из ЗШС следует руководствоваться СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и другими нормативно-методическими материалами [17, 19, 20, 21, 22, 23]. Некоторые варианты конструкций укрепления обочин представлены на рисунке 3.

Работы по укреплению обочин и откосов должны выполняться в процессе строительства либо сразу после сооружения земляного полотна во избежание пыления ЗШС и развития эрозии.



1 – ЗШС; 2 – дорожная одежда (с краевой полосой); 3 – материал, укрепленный вяжущим; 4 – фракционный щебень; 5 – пространственная георешетка, заполненная песчано-гравийной или песчано-щебеночной смесью; 6 – растительный грунт с посевом трав; 7 – нетканый геотекстильный материал; 8 – песок, песчано-гравийная, песчано-щебеночная смесь; 9 – объемный геомат; 10 – плоская георешетка

Рисунок 3 – Варианты (а, б, в, г) укрепления обочин земляного полотна

11.1.13 На участках земляного полотна из золошлаковой смеси, имеющей величину относительной деформации морозного пучения более 0,035, следует предусматривать дренирующий слой с водоотводящими устройствами при строительстве оснований дорожных одежд из традиционных зернистых (пористых) неукрепленных материалов в следующих случаях:

- во II и III дорожно-климатических зонах при 2-й и 3-й схемах увлажнения рабочего слоя земляного полотна по подразделу 6.21 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*);

- в IV и V дорожно-климатических зонах при 3-й схеме увлажнения рабочего слоя.

11.1.14 Возможности использования ЗШС для сооружения земляного полотна значительно расширяются на основе применения геосинтетических материалов. Геосинтетические материалы могут использоваться для армирования насыпи, защиты откосов, гидроизоляции, дренирования земляного полотна. При квалифицированном назначении конструкций, применении качественных геосинтетических материалов и соблюдении правил производства работ ЗШС могут использоваться практически для всех элементов земляного полотна в различных гидрологических и климатических условиях.

11.1.15 Степень уплотнения ЗШС в земляном полотне определяется коэффициентом уплотнения (отношением плотности скелета грунта в конструкции к максимальной при стандартном

уплотнении по ГОСТ 22733–2002) и назначается по таблице 22 с учетом подраздела 6.18 СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*).

11.1.16 Определение объема оплачиваемых работ V_f при сооружении насыпи из ЗШС следует производить по формуле

$$V_f = V_п \cdot К_{оу} \cdot К_{тп}, \quad (1)$$

где $V_п$ – профильный объем насыпи, м^3;

$К_{оу}$ – коэффициент относительного уплотнения (отношение требуемой плотности ЗШС в насыпи, устанавливаемой с учетом необходимого коэффициента уплотнения $К_у$ земляного полотна, к плотности ЗШС в отвале, определяемой при изысканиях);

$К_{тп}$ – коэффициент трудноустранимых потерь ($К_{тп}$=1,03).

Ориентировочные значения $К_{оу}$ ЗШС можно назначать по таблице 12.

Таблица 12

Требуемое значение коэффициента уплотнения $К_у$	Рекомендуемые значения коэффициента относительного уплотнения $К_{оу}$ при глубине разрабатываемого слоя в золоотвале, м	
	до 3	3 и более
1,00	1,15	1,05
0,98	1,13	1,03
0,95	1,10	1,00

11.1.17 Расчетные характеристики золошлаковой смеси в земляном полотне следует назначать по таблицам 13 и 14. Расчетные значения величины относительной влажности W/W_m и суммарное число приложений нагрузки следует определять по методике, изложенной в нормах [24].

Таблица 13

Расчетная величина относительной влажности W/W_m	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
Модуль упругости E_y, МПа	70/85	60/75	50/65	40/55	30/45

Примечание. – Над чертой приведено значения E_y, которое применяют для мелкозернистой ЗШС (см. таблицу 4), под чертой – для среднезернистой ЗШС. При использовании крупнозернистой ЗШС значения E_y могут быть увеличены на 30% по сравнению со среднезернистой ЗШС.

Таблица 14

Наименование прочностных параметров	Расчетное суммарное число приложений нагрузки $\sum N_p$				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6
1	2	3	4	5	6
Расчетное значение угла внутреннего трения φ, град.	31 32	28 30	27 29	25 28	24 27
Расчетное значение сцепления с, МПа	0,003 0,004	0,003 0,004	0,002 0,003	0,002 0,003	0,001 0,002

Примечания

1 Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой.

2 Над чертой приведены значения, которые применяют для мелкозернистой ЗШС (см. таблицу 4), под чертой – для среднезернистой и крупнозернистой ЗШС.

3 При $\sum N_p$ больше $A \cdot 10^6$ расчетные значения φ и с следует принимать по столбцу 6.

11.1.18 Между верхним слоем земляного полотна из ЗШС и нижним слоем дорожной одежды из каменного материала рекомендуется укладывать разделяющую и армирующую прослойку из плоской георешетки по рекомендациям [17, 25]. Расчетный модуль упругости дискретного основания в этом случае повышается на 15 – 18 % и более.

11.1.19 Коэффициент теплопроводности ЗШС λ следует принимать 0,5 Вт/(м· град.) при расчетной величине относительной влажности материала менее 0,6. При большей влажности расчетную величину λ следует увеличить до 0,7 Вт/(м·град.).

11.1.20 Величину удельной теплоемкости ЗШС в воздушно-сухом состоянии следует назначать 0,8 кДж/(кг·град.). С увеличением влажности ЗШС величина удельной теплоемкости возрастает пропорционально содержанию воды. При влажности ЗШС, равной полной молекулярной влагоемкости, удельная теплоемкость этого материала возрастает до 2,2 кДж/(кг·град.).

11.1.21 Коэффициент температуропроводности ЗШС следует назначать равным $0{,}3 \cdot 10^{-2}$ м²/ч.

11.2 Технология производства работ

11.2.1 До начала основных работ на участках, отведенных для строительства земляного полотна, а также на участках временного отвода земель для нужд строительства должны быть выполнены подготовительные работы (внеплощадочные и внутриплощадочные).

К внеплощадочным относят в основном работы по подготовке золоотвала и подъездов к нему, транспортных и погрузочных средств.

К внутриплощадочным относят работы по подготовке территории непосредственно в пределах полосы отвода для сооружения земляного полотна.

11.2.2 Технология и организация производства работ по сооружению земляного полотна из ЗШС должны соответствовать требованиям норм [5] и руководства [14]. При этом выполняются следующие операции:

- разгрузка ЗШС на подготовленное основание;
- послойное разравнивание ЗШС (при необходимости операция может совмещаться с подсушиванием или увлажнением материала);
- послойное уплотнение ЗШС;
- планировка верха земляного полотна и откосов;
- укрепление откосов.

11.2.3 При транспортировании ЗШС в кузовах автомобилей-самосвалов на значительные расстояния при жаркой и сухой погоде может происходить пыление материала. В этом случае ЗШС в кузове следует укрывать тентом из плотной и прочной ткани.

11.2.4 Отсыпка земляного полотна из ЗШС производится послойно. Расстояние между центрами куч ℓ при разгрузке может быть определено по формуле

$$\ell = \frac{Q \cdot n}{B \cdot h \cdot K_{раз} \cdot K_{оу}}, \qquad (2)$$

где Q – объем ЗШС в кузове автомобиля-самосвала, м^3;

B – ширина отсыпаемого слоя насыпи, м;

n – количество рядов куч по ширине слоя, ед.;

h – требуемая толщина слоя в плотном теле, м;

$K_{раз}$ – коэффициент разрыхления ЗШС ($K_{раз}$=1,15);

$K_{оу}$ – коэффициент относительного уплотнения ЗШС при заданном коэффициенте уплотнения.

Массу ЗШС, перевозимой в кузове автомобиля-самосвалов, следует определять, умножая объем на величину объемной насыпной массы ЗШС, которая изменяется в пределах от 700 до 1000 кг/м^3. Величина объемной насыпной массы ЗШС в значительной степени зависит от влажности, а также наличия плотного шлака и должна определяться для конкретных условий работ.

11.2.5 Разравнивание ЗШС производится бульдозером или автогрейдером. Толщина слоя зависит от имеющихся уплотняющих средств. Ориентировочно толщину рыхлого слоя следует принимать на 15 – 20% больше толщины слоя в уплотненном состоянии.

11.2.6 Влажность ЗШС перед уплотнением должна находиться в пределах допустимой величины (таблица 15).

Таблица 15

Величина допустимого коэффициента увлажнения K_w при требуемом коэффициенте уплотнения K_y		
0,98	0,95	0,90
От 0,7 до 1,3	От 0,6 до 1,5	Не ограничен

Примечание – Коэффициент увлажнения ЗШС K_w определяется как отношение фактической влажности материала $W_ф$ к его оптимальной влажности W_{opt}.

11.2.7 Ориентировочные значения толщины уплотняемого слоя (в плотном теле) и количества проходов по одному следу уплотняющих средств приведены в таблице 16.

Таблица 16

Вид уплотняющей техники	Количество проходов по одному следу/толщина слоя, см, при коэффициенте уплотнения	
	0,95	от 0,98 до 1,00
Каток на пневматических шинах массой, т:		
от 20 до 30	10/40	14/35
от 15 до 16	8/25	12/20
Каток вибрационный массой, т:		
от 4 до 8	4/45	6/40
от 12 до 16	6/60	8/50

Перед началом производства работ по сооружению земляного полотна обязательно производят пробное уплотнение ЗШС по методике, изложенной в нормах [24], так как только его результаты дают достоверные данные для назначения технологических параметров уплотнения слоя ЗШС в земляном полотне.

11.2.8 При длительном нахождении ЗШС в слое в жаркую, ветреную погоду возможно пересыхание и пыление смеси. Для предотвращения этого поверх слоя ЗШС рекомендуется укладывать замыкающий слой из глинистого грунта толщиной не менее 15 см или поливать слой ЗШС водой или специальными растворами по ГОСТ Р 54096–2010 (с учетом экологических требований).

11.2.9 Для уплотнения откосной части насыпи рекомендуется применять навесные виброплиты, смонтированные на стреле

экскаватора. При отсутствии специальных уплотняющих средств можно отсыпать земляное полотно шире на 0,5 м в обе стороны. После завершения послойного уплотнения насыпи лишний материал убирается с откосов экскаватором и перемещается автомобилями-самосвалами на другую захватку.

11.2.10 Планировочные и укрепительные работы необходимо выполнять с минимальным разрывом от основных работ.

11.2.11 При необходимости обеспечения длительного проезда технологического транспорта по земляному полотну из ЗШС целесообразно предусмотреть устройство технологического слоя из уплотненного глинистого грунта, каменного материала или укрепить верхний слой вяжущим. Толщина такого слоя обычно составляет от 15 до 25 см.

11.2.12 Золошлаковую смесь можно использовать для сооружения земляного полотна в зимнее время с учетом требований, указанных в СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и руководстве [14]. В этот период нельзя сооружать земляное полотно из грунтов с влажностью выше допустимой. Поэтому, если влажность ЗШС в золоотвале превышает допустимую, то в летний период необходимо произвести штабелирование смеси для ее осушения. Эффективные теплотехнические характеристики ЗШС обеспечивают замедленное промерзание золоотвала, штабеля и слоев при уплотнении земляного полотна.

11.2.13 Контроль качества производства работ и приемка земляного полотна с использованием ЗШС осуществляются в соответствии с требованиями норм [5, 26].

12 Рекомендации для проектирования и строительства дополнительных слоев оснований дорожных одежд из золошлаковой смеси

12.1 Конструктивные рекомендуемые требования

12.1.1 Дополнительный слой основания (подстилающие слои) устраивают между несущим основанием дорожных одежд и подстилающим грунтом. Его предусматривают при наличии неблагоприятных погодно-климатических и грунтово-гидрологических условий. Этот слой совместно с покрытием и основанием должен обеспечивать необходимые морозоустойчивость и дренирование конструкции, создавая условия для снижения толщины вышележащих

слоев из дорогостоящих материалов. В соответствии с основной функцией, которую выполняет дополнительный слой, его называют морозозащитным, теплоизолирующим или дренирующим.

12.1.2 Дополнительные слои основания дорожных одежд из ЗШС проектируют и рассчитывают по СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормативным документам [13, 24, 27] по аналогии с мелкими песками (кроме теплофизических параметров). Расчетные характеристики этого материала назначают по пункту 12.2.1 настоящего методического документа.

12.1.3 Всем требованиям, предъявляемым к материалам для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд, как правило, удовлетворяют только крупно- и среднезернистые ЗШС (см. таблицу 4), а также некоторые мелкозернистые ЗШС, находящиеся в шлаковой зоне золоотвалов на расстоянии до 50 м от выпусков пульпопроводов. Основной объем мелкозернистой ЗШС в золоотвалах ТЭС имеет коэффициент фильтрации в уплотненном состоянии менее 1 м/сут. В соответствии с СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормами [24] этот материал не может выполнять дренирующие функции.

Низкий коэффициент теплопроводности ЗШС позволяет использовать этот материал для устройства теплоизолирующего и морозозащитного слоя дорожной одежды.

12.1.4 Если крупнообломочный материал (щебень, гравий и т.п.) укладывается непосредственно на земляное полотно из глинистого грунта, то ЗШС может быть применена в качестве прослойки, выравнивающей поверхность полотна и препятствующей взаимопрониканию материалов смежных слоев. Толщину прослойки принимают от 5 до 15 см в зависимости от степени увлажнения грунта земляного полотна и величины неровностей на нем. Этот конструктивный слой не учитывают при расчетах на прочность дорожных одежд.

12.2 Рекомендуемые требования к золошлаковой смеси и расчетные параметры

12.2.1 Требования к ЗШС для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд приведены в подразделе 5.3 настоящего методического документа.

Расчетные значения модуля упругости E_y конструктивного слоя следует назначать в зависимости от зернового состава ЗШС (см. таблицу 4):

- мелкозернистая – 55 МПа;
- среднезернистая – 70 МПа;

- крупнозернистая – 90 МПа.

Расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления рекомендуется принимать в соответствии с таблицей 17.

Таблица 17

Наименование прочностных параметров	Расчетное суммарное число приложений нагрузки $\sum N_p$				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6
1	2	3	4	5	6
Расчетное значение угла внутреннего трения φ, град.	32 33	29 31	28 30	26 29	24 27
Расчетное значение сцепления с, МПа	0,004 0,005	0,004 0,005	0,003 0,004	0,003 0,004	0,002 0,003

Примечания

1 Над чертой приведены значения для мелкозернистой ЗШС (см. таблицу 4), под чертой – для среднезернистой и крупнозернистой ЗШС.

2 При $\sum N_p$ больше $A \cdot 10^6$ расчетные значения φ и с следует принимать по столбцу 6.

12.2.2 Если ЗШС не отвечает требованиям, приведенным в подразделе 5.3 настоящего методического документа, т.е. величины относительной деформации морозного пучения больше 0,035 и (или) коэффициента фильтрации меньше 0,2 м/сут, то она может быть использована для устройства морозозащитного и теплоизолирующего слоя только при условии предотвращения поступления в этот слой влаги, например, путем устройства слоя «в обойме» из геомембраны по рекомендациям [17] или укрепления ЗШС цементом или известью в количестве 4–5% по ГОСТ 23558–94.

12.2.3 При назначении добавки вяжущих веществ и расчетных параметров дополнительного слоя основания следует учитывать два возможных варианта:

• если золошлаковый материал, укрепленный малыми дозировками вяжущих, отвечает требованиям, указанным в подразделе 13.2 настоящего методического документа, то и его расчетные параметры назначают по этому подразделу;

• если золошлаковый материал, укрепленный небольшим количеством вяжущего, не отвечает требованиям, указанным в подразделе 13.2 этого документа, то пригодность получаемого материала для морозозащитного и теплоизолирующего слоя устанавливают по двум параметрам:

- относительной величине набухания после 28 сут твердения смеси, которая не должна превышать 2 %;

- величине относительной деформации морозного пучения (в указанный срок твердения), которая не должна превышать 0,01.

12.2.4 Расчетное значение модуля упругости конструктивного слоя из ЗШС, укрепленной небольшими дозировками вяжущего, но не отвечающей требованиям, указанным в подразделе 13.2 настоящего методического документа, принимают E_y = 100 МПа (независимо от зернового состава ЗШС).

Расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления в этом случае рекомендуется назначать по таблице 18.

Таблица 18

Наименование прочностных параметров	Расчетное суммарное число приложений нагрузки $\sum N_p$				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6
1	2	3	4	5	6
Расчетное значение угла внутреннего трения φ, град.	34	34	32	30	29
Расчетное значение сцепления с, МПа	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004

Примечание – При $\sum N_p$ больше $A \cdot 10^6$ расчетные значения φ и с следует принимать по столбцу 6.

12.2.5 Коэффициент теплопроводности неукрепленной ЗШС в дополнительном слое следует принимать равным 0,5 Вт/(м·К), а укрепленной малыми дозировками вяжущего – 0,6 Вт/(м·К).

12.2.6 Влажность ЗШС при ее уплотнении в слое имеющимися уплотняющими средствами не должна выходить за пределы допустимой влажности, обеспечивающей достижение коэффициента уплотнения материала не менее 0,98. Ориентировочные значения допустимого коэффициента увлажнения K_w можно принимать по таблице 15, фактическое значение – по результатам пробного уплотнения.

12.3 Технология производства работ

12.3.1 Технология и организация производства работ по устройству дополнительного слоя основания из неукрепленной ЗШС практически не отличается от работ, предусмотренных при сооружении земляного

полотна и описанных в подразделе 11.2 настоящего методического документа.

В подразделе 13.3 этого документа даны рекомендации по технологии и организации производства работ при укреплении ЗШС малыми дозировками вяжущего.

12.3.2 Золошлаковую смесь для устройства дополнительного слоя основания целесообразно отбирать ближе к выпускам из пульпопроводов. В этих зонах отлагается материал с наибольшими крупностью и фильтрующей способностью. Следует учитывать, что пористый шлак, содержащийся в ЗШС, измельчается при уплотнении слоя. Поэтому фактический коэффициент фильтрации ЗШС целесообразно определять после уплотнения пробы в большом приборе стандартного уплотнения.

12.3.3 При разравнивании материала необходимо учитывать, что ширина дополнительного слоя из ЗШС должна быть больше вышележащего слоя основания не менее чем на 0,5 м в каждую сторону.

12.3.4 Контроль качества производства работ и приемка дополнительного слоя основания из ЗШС осуществляются в соответствии с требованиями норм [5, 26].

13 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из золошлаковой смеси, укрепленной минеральными вяжущими

13.1 Конструктивные рекомендуемые требования

13.1.1 Конструктивные слои дорожных одежд из ЗШС, укрепленной минеральными вяжущими, проектируют и рассчитывают по СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормативным документам [13, 26, 27] по аналогии с укрепленными грунтами (мелкими и пылеватыми песками).

13.1.2 Золошлаковую смесь, укрепленную минеральными вяжущими, можно применять для устройства слоев оснований дорожных одежд на дорогах всех категорий, городских улиц и дорог (тротуаров и других элементов благоустройства) с усовершенствованным или переходным типом покрытия.

Использование ЗШС, укрепленной минеральными вяжущими, для переходных покрытий дорожных одежд низшего типа возможно, но этот материал обладает высокой пылимостью в сухое время года и его необходимо перекрывать слоем износа из щебня, или битумоминеральной смеси, или двойной поверхностной обработки и т.п. Применение ЗШС, укрепленной минеральными вяжущими, для покрытий в городах и поселениях не рекомендуется по вышеуказанной причине.

13.1.3 Для покрытий и верхнего слоя основания можно использовать укрепленный золошлаковый материал с маркой по прочности не ниже М40 по ГОСТ 23558–94, для нижних слоев оснований дорожных одежд и оснований тротуаров – не ниже М20, для морозозащитных и теплоизолирующих дополнительных слоев оснований – не ниже М10.

13.1.4 Конструктивные слои из укрепленной ЗШС допускается устраивать одно- и двухслойными. Минимальную толщину слоя назначают не менее 14 см, максимальную – от 20 до 30 см в плотном теле из условий достижения требуемой плотности при уплотнении уплотняющими средствами, ширину основания – на 0,5 м больше ширины покрытия в каждую сторону (с учетом ширины краевых полос дорожной одежды).

13.2 Рекомендуемые требования к укрепленному золошлаковому материалу и расчетные параметры

13.2.1 Требования к ЗШС для устройства укрепленных конструктивных слоев дорожных одежд приведены в подразделе 5.4 настоящего методического документа.

13.2.2 Укрепленный золошлаковый материал должен изготавливаться и контролироваться в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94 и учетом нормативных документов [28, 29, 30] по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

13.2.3 Для приготовления укрепленной ЗШС следует применять следующие вяжущие материалы:

- портландцемент и шлакопортландцемент по ГОСТ 10178–85, сульфатостойкий и пуццолановый цементы по ГОСТ 22266–94, а также

цементы для строительных растворов по ГОСТ 25328–82 марки не ниже 300 (для оснований) или 400 (для покрытий);

- известь строительную I и II сортов по ГОСТ 9179–77.

13.2.4 Для снижения расхода вяжущих материалов, повышения прочности, морозостойкости и улучшения технологических свойств укрепленной ЗШС следует использовать химические добавки [26], удовлетворяющие требованиям соответствующих нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

13.2.5 Вода для приготовления укрепленной ЗШС и растворов химических добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732–2011. Максимально допустимое содержание растворимых солей не должно превышать 10000 мг/л, в том числе ионов SO_4 – 2700 мг/л, Cl – 3500 мг/л.

13.2.6 Подбор составов укрепленной ЗШС производят по ГОСТ 23558–94 с учетом нормативных документов [28, 29, 30]. При подборе состава определяют необходимое количество вяжущего, обеспечивающее получение укрепленной ЗШС с заданной маркой по прочности и морозостойкости. Расход воды при подборе состава устанавливают из расчета получения максимальной плотности смеси при оптимальной влажности.

13.2.7 Прочность укрепленной ЗШС определяют по ГОСТ 10180–2012 с учетом уточнений в ГОСТ 23558–94 в возрасте 90 сут и назначают марку смеси от М10 до М100.

Для оперативного контроля допускается определять прочность в промежуточный срок. Этот срок устанавливается индивидуально лабораторией производителя работ. При этом прочность в промежуточный срок должна быть не менее 0,5 от нормируемого значения прочности в возрасте 90 сут.

13.2.8 Требуемую марку по морозостойкости укрепленной ЗШС назначают в зависимости от капитальности дорожной одежды с учетом среднемесячной температуры воздуха наиболее холодного месяца года по ГОСТ 23558–94.

Испытания проводят по ГОСТ 10060.1–95 с учетом уточнений в ГОСТ 23558–94. За марку по морозостойкости принимают установленное число циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов, при которых допускается снижение прочности при сжатии в возрасте 90 сут не более чем на 25 % от нормируемой прочности в этом же возрасте.

13.2.9 Расчетные значения модуля упругости конструктивных слоев дорожных одежд из ЗШС, укрепленной цементом или известью, приведены в таблице 19.

13.2.10 При расчете дорожных конструкций коэффициент теплопроводности укрепленного золошлакового материала марок М10 и М20 следует принимать равным 0,7 Вт/(м·К), для более высоких марок – 0,8 Вт/(м·К).

Таблица 19

Наименование материала	Нормативные значения модуля упругости E_y, МПа
Золошлаковая смесь, укрепленная цементом и соответствующая марке:	
М10	От 200 до 150
М20	От 300 до 200
М40	От 450 до 300
М60	От 600 до 450
М75	От 700 до 600
Золошлаковая смесь, укрепленная известью и соответствующая марке:	
М10	От 180 до 120
М20	От 250 до 180
М40	От 350 до 250
М60	От 500 до 350

Примечание – Бóльшие значения E_y принимают при приготовлении укрепленного материала в смесительных установках, меньшие – при смешении материалов на дороге.

13.3 Технология производства работ

13.3.1 Устройство оснований из укрепленной ЗШС следует осуществлять в соответствии с требованиями норм [5] и учетом нормативных документов [29, 30]. При этом укрепленную смесь разрешается укладывать только на готовое и принятое в установленном порядке основание (земляное полотно).

13.3.2 Приготовление укрепленной ЗШС следует производить:

- на стационарных или передвижных бетонных заводах, в грунтосмесительных или других установках с принудительным перемешиванием;

- на дороге, используя линейные грунтосмесители (ресайклеры) (рекомендуется технология для устройства нижних слоев оснований).

13.3.3 Ориентировочные дозировки вяжущих для укрепления ЗШС следует принимать по таблице 20.

Таблица 20

Вид материала	Ориентировочный расход минеральных вяжущих, % от массы сухой смеси (кг/м^3)	
	цемента	извести
ЗШС из золоотвалов	От 9 до 15 (от 120 до 210) / От 5 до 12 (от 80 до 140)	От 8 до 12 (от 110 до 140) / От 4 до 9 (от 70 до 120)

Примечания

1 Над чертой даны значения при устройстве верхнего слоя основания и покрытия, под чертой – нижнего и дополнительного слоев основания.

2 Минимальные значения дозировки вяжущего принимают для низших марок укрепленной смеси (М10–М20), максимальные – высших марок (М75–М100).

13.3.4 Назначение рецептуры смеси для конкретных условий строительства производится только после испытаний укрепленного материала в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94.

13.3.5 Технология производства работ при использовании стационарных или передвижных бетонных заводов, грунтосмесительных или других установок с принудительным перемешиванием должна включать:

- приготовление укрепленной смеси;
- транспортирование к месту укладки;
- распределение и уплотнение смеси;
- чистовое профилирование слоя;
- уход за устроенным слоем в процессе его твердения.

13.3.6 Подвозку готовой смеси к месту укладки необходимо осуществлять автомобилями-самосвалами. Для распределения и профилирования приготовленной в смесителе смеси следует применять укладчики, профилировщики, распределители щебня, асфальто- и бетоноукладчики. При их отсутствии укладку смеси допускается производить с помощью автогрейдера.

13.3.7 Толщина распределяемого материала в рыхлом слое для каждой смеси должна определяться по результатам пробной укатки. Ориентировочно толщину такого слоя следует назначать на 20 % больше толщины слоя в уплотненном состоянии.

13.3.8 Технология производства работ, при которой смесь готовят на дороге, используя грунтосмесительные машины, включает следующие операции:

- погрузку и вывоз ЗШС на дорогу;

- распределение ЗШС равномерным слоем требуемой толщины, профилирование и прикатку слоя;
- вывоз и распределение вяжущего материала;
- перемешивание ЗШС с вяжущим и водой с одновременным профилированием слоя;
- уплотнение укрепленной ЗШС;
- чистовое профилирование слоя;
- уход за устроенным слоем в процессе его твердения.

13.3.9 Влажность укрепленной ЗШС перед уплотнением должна соответствовать допустимой влажности с учетом требуемого коэффициента уплотнения и погодных условий во время производства работ.

Допустимая влажность укрепленной ЗШС может существенно отличаться от оптимальной влажности, полученной в процессе подбора рецептуры смеси. Границы допустимой влажности устанавливаются для конкретных условий строительства после испытаний смеси с разной величиной влажности в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94.

При сухой погоде и температуре воздуха выше 20°С рекомендуется повышать влажность смеси (в пределах допустимой). При температуре воздуха ниже 10°С или наличии небольших осадков можно понижать влажность смеси (в пределах допустимой). При использовании извести уменьшение влажности не рекомендуется.

13.3.10 Продолжительность технологического разрыва между приготовлением и окончанием уплотнения укрепленной смеси, включая продолжительность транспортирования к месту укладки, не должна превышать 5 ч при использовании портландцемента или шлакопортландцемента.

При применении в качестве вяжущего извести (без добавок – ускорителей твердения) технологический разрыв может достигать 1 сут (при увеличении времени разрыва может потребоваться доувлажнение смеси).

13.3.11 Для ухода за свежеуложенным слоем, укрепленным неорганическими вяжущими, следует распределять по поверхности быстро- или среднераспадающуюся эмульсию с использованием битума или других органических вяжущих из расчета от 0,5 до 0,8 л/м^2. Можно распределять также нефтяной гудрон, или нейтрализованный гудрон (ГНД) из расчета от 0,5 до 0,6 л/м^2, или слой песка толщиной не менее 5 см с поддержанием его во влажном состоянии до укладки вышележащего слоя.

13.3.12 Открывать движение построечного транспорта по слою дорожной одежды из ЗШС, укрепленной цементом, допускается не ранее 7 сут после устройства слоя в случае применения материала марки не ниже М40 и при толщине слоя не менее 20 см.

При меньшей толщине слоя или использовании материала более низкой марки, а также при укреплении ЗШС известью движение построечного транспорта следует открывать не ранее 10 сут после окончания строительства слоя.

13.3.13 При устройстве вышележащего слоя без заезда построечного транспорта на укрепленное основание этот слой рекомендуется укладывать сразу после уплотнения основания. Если устройство вышележащего слоя задерживается, следует осуществлять уход за твердеющим основанием не менее 5 сут и только после этого укладывать вышележащий слой.

13.3.14 Контроль качества производства работ и приемка основания из укрепленного золошлакового материала осуществляются в соответствии с требованиями норм [5, 26] и учетом нормативных документов [29, 30].

14 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из обработанных материалов и укрепленных грунтов с применением золошлаков

14.1 Конструктивные рекомендуемые требования

14.1.1 Основания и покрытия дорожных одежд из обработанных материалов и укрепленных грунтов (далее – ОМиУГ) с использованием золошлаков проектируют и рассчитывают по ГОСТ 23558–94, СП 34.13330–2010 (СНиП 2.05.02–85*), нормам [13, 24], рекомендациям [27].

14.1.2 Обработанные материалы и укрепленные грунты из золошлаков применяют для оснований дорожных одежд на дорогах всех категорий, городских улиц и дорог (тротуаров и других элементов благоустройства) с усовершенствованным или переходным типом покрытия.

Применение ОМиУГ с золошлаками для переходных покрытий дорожных одежд низшего типа возможно, но этот материал обладает высокой пылимостью в сухое время года и его необходимо перекрывать слоем износа из щебня, или битумоминеральной смеси, или поверхностной обработки и т.п. Использование ОМиУГ с золошлаками для покрытий в городах и поселениях не рекомендуется по вышеуказанной причине.

14.1.3 Для покрытий и верхних слоев оснований следует применять ОМиУГ с маркой по прочности не ниже М40 по ГОСТ 23558–94, для нижних слоев оснований и оснований тротуаров – не ниже М20, для дополнительных слоев оснований – не ниже М10.

14.1.4 Конструктивные слои из ОМиУГ с золошлаками допускается устраивать одно- и двухслойными. При этом минимальную толщину слоя из укрепленных грунтов назначают не менее 14 см, а обработанных материалов – не менее 12 см. Максимальную толщину каждого слоя назначают из условия достижения требуемой плотности при уплотнении (обычно от 20 до 30 см в плотном теле). Ширину основания из ОМиУГ назначают на 0,5 м больше ширины покрытия в каждую сторону (с учетом ширины краевых полос дорожной одежды), а ширину покрытия – на 0,5 м больше в каждую сторону, чем предусмотрено нормативным документом для соответствующей категории дороги.

14.1.5 При расчете дорожных конструкций коэффициент теплопроводности слоев из ОМиУГ с золошлаками марок М10 и М20 следует принимать равным 1,5 Вт/(м·К), для более высоких марок – 1,8 Вт/(м·К).

14.2 Рекомендуемые требования к обработанным материалам и укрепленным грунтам с применением золошлаков, расчетные параметры

14.2.1 Требования к золошлакам, применяемым для устройства конструктивных слоев дорожных одежд из ОМиУГ, приведены в подразделе 5.5 настоящего методического документа.

14.2.2 Для обработки (укрепления) неорганическими вяжущими с применением золошлаков рекомендуются следующие материалы (грунты):

- щебеночно-песчаные смеси;
- гравийно-песчаные смеси;
- щебеночно-гравийно-песчаные смеси;
- отсев от дробления каменных материалов;
- пески;
- дисперсные несвязные грунты.

Материалы (грунты), предназначенные для обработки (укрепления), должны соответствовать требованиям ГОСТ 23558–94.

14.2.3 Для приготовления ОМиУГ с золошлаками следует применять следующие вяжущие материалы:

- портландцемент и шлакопортландцемент по ГОСТ 10178–85, сульфатостойкий и пуццолановый цементы по ГОСТ 22266–94, а также цементы для строительных растворов по ГОСТ 25328–82 марки не ниже 300 (для оснований) или 400 (для покрытий);

- известь строительную I и II сортов по ГОСТ 9179–77;

- высококальциевую золу-уноса сухого улавливания (см. таблицы 1 и 6).

14.2.4 Обработанные материалы и укрепленные грунты с золошлаками должны изготавливаться и контролироваться в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94, по технологическим регламентам, утвержденным предприятиями-изготовителями.

14.2.5 Подбор составов ОМиУГ производят по ГОСТ 23558–94 с учетом нормативных документов [28, 29, 30]. При подборе состава устанавливают необходимое количество вяжущего и золошлаков, обеспечивающее получение материала с заданной маркой по прочности и морозостойкости. При этом расход воды устанавливают из расчета получения максимальной плотности смеси при оптимальной влажности.

14.2.6 Прочность ОМиУГ с золошлаками определяют по ГОСТ 10180–2012 с уточнениями по ГОСТ 23558–94 в возрасте 90 сут и назначают марку материала от М10 до М100.

Для оперативного контроля допускается определять прочность в промежуточный срок. Этот срок устанавливается индивидуально лабораторией производителя работ. При этом прочность в промежуточный срок должна быть не менее 0,5 от нормируемого значения прочности в возрасте 90 сут.

14.2.7 Требуемую марку по морозостойкости ОМиУГ с золошлаками назначают в зависимости от капитальности дорожной одежды с учетом среднемесячной температуры воздуха наиболее холодного месяца года по ГОСТ 23558–94.

Испытания проводят по ГОСТ 10060.1–95 с учетом уточнений в ГОСТ 23558–94. За марку по морозостойкости принимают установленное число циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов, при которых допускается снижение прочности при сжатии в возрасте 90 сут не более чем на 25 % от нормируемой прочности в этом же возрасте.

14.2.8 Расчетные значения модуля упругости конструктивных слоев дорожных одежд из ОМиУГ с золошлаками приведены в таблице 21.

Таблица 21

Наименование материала конструктивного слоя	Нормативные значения модуля упругости E_y, МПа
1	2
Материал на основе цемента, щебеночно-гравийно-песчаной смеси и золы-уноса (золошлаковой смеси), соответствующий марке:	
М20	500/400
М40	600/550
М60	800/700
М75	870/830
М100	1000/950
Материал на основе извести, щебеночно-гравийно-песчаной смеси и золы-уноса (золошлаковой смеси), соответствующий марке:	
М20	450/350
М40	550/500
М60	750/650
М75	870/780
М100	950/910
Материал на основе цемента, песка (песчаного грунта, отсева от дробления) и золы-уноса (золошлаковой смеси) соответствующий марке:	
М20	От 250 до 400
М40	От 400 до 550
М60	От 550 до 700
М75	От 700 до 870
М100	От 870 до 950

Окончание таблицы 21

1	2
Материал на основе извести, песка (песчаного грунта, отсева от дробления) и золы-уноса (золошлаковой смеси), соответствующий марке:	
М20	От 200 до 300
М40	От 300 до 450
М60	От 450 до 600
М75	От 600 до 730
М100	От 730 до 870
Материал на основе высококальциевой золы-уноса (применяемой в качестве самостоятельного вяжущего), крупнообломочных несцементированных грунтов, грунтогравийных и грунтощебеночных смесей, соответствующий марке:	
М10	$\frac{250}{200}$
М20	$\frac{350}{250}$
М40	$\frac{450}{400}$
Материал на основе высококальциевой золы-уноса (применяемой в качестве самостоятельного вяжущего), песков разной крупности, отсевов от дробления, супесей, соответствующий марке:	
М10	150
М20	200
М40	350

Примечание – Над чертой даны значения для оптимального состава, под чертой – для неоптимального состава.

14.3 Технология производства работ

14.3.1 Устройство оснований из ОМиУГ с золошлаками следует осуществлять в соответствии с требованиями норм [5] и учетом нормативных документов [29, 30].

14.3.2 Технология и организация производства работ по устройству слоев дорожных одежд из ОМиУГ с золошлаками практически не отличаются от работ, предусмотренных при устройстве оснований из укрепленной ЗШС и описанных в подразделе 13.3 настоящего методического документа (с некоторыми уточнениями).

14.3.3 Ориентировочный расход компонентов вяжущего для приготовления ОМиУГ с золошлаками приведен в таблице 22.

Дозировка ЗШС для приготовления ОМиУГ может быть увеличена до 40 % за счет сокращения расхода каменного материала (песка), однако это связано с увеличением количества вяжущего. Целесообразность этого решения определяется в каждом конкретном случае.

Таблица 22

Наименование материала	Ориентировочный расход компонентов вяжущего, % по массе смеси		
	золы-уноса (ЗШС) в качестве активной минеральной добавки*	извести**	цемента
1	2	3	4
Материал на основе щебеночно-гравийно-песчаной смеси оптимального состава, соответствующий марке:			
М20	От 10 до 14	От 2,5 до 3,5	-
	От 8 до 12	-	От 2 до 3
М40	От 14 до 28	От 3,5 до 4,5	-
	От 12 до 16	-	От 3 до 4
М60	От 18 до 22	От 4,5 до 5,5	-
	От 16 до 20	-	От 4 до 5
М75	От 20 до 24	От 5 до 6	-
	От 18 до 20	-	От 5 до 6
М100	От 22 до 26	От 5,5 до 6,5	-
	От 19 до 23	-	От 6 до 7
Материал на основе щебеночно-гравийно-песчаной смеси неоптимального состава, соответствующий марке:			
М20	От 9 до 12	От 3 до 4	-
	От 7 до 11	-	От 3 до 4
М40	От 12 до 15	От 4 до 5	-
	От 11 до 15	-	От 4 до 5
М60	От 15 до 18	От 5 до 6	-
	От 15 до 19	-	От 5 до 6
М75	От 18 до 21	От 6 до 7	-
	От 19 до 23	-	От 6 до 7
М100	От 20 до 24	От 7 до 8	-
	От 20 до 24	-	От 7 до 8

Окончание таблицы 22

1	2	3	4
Материал на основе песка (песчаного грунта, высевок), соответствующий марке:			
М20	От 10,5 до 13,5	От 3,5 до 4,5	-
	От 11 до 16	-	От 4 до 5
М40	От 13,5 до 16,5	От 4,5 до 5,5	-
	От 15 до 19	-	От 5 до 6
М60	От 16,5 до 19,5	От 5,5 до 6,5	-
	От 19 до 23	-	От 6 до 7
М75	От 18 до 21	От 6,5 до 7,5	-
	От 23 до 24	-	От 7 до 8
М100	От 20,5 до 23,5	От 7,5 до 8,5	-
	От 23 до 24	-	От 8 до 9

* При использовании золошлаковой смеси дозировка извести или цемента увеличивается на величину от 15% до 20 % по массе.

** Дозировка извести указана в пересчете на активные CaO и MgO.

14.3.4 При укреплении несцементированных крупнообломочных и песчаных грунтов, щебеночно-гравийно-песчаных смесей высококальциевой золой-уноса, отвечающей требованиям таблицы 6 и применяемой в качестве самостоятельного вяжущего, содержание свободной извести в золах-уноса допускается не более 15 % по массе золы-уноса. При этом содержание золы-уноса должно составлять не менее 20 % по массе смеси.

При большем количестве свободной извести в золе-уноса ее следует использовать для укрепления указанных грунтов и смесей только с добавками хлористого кальция (пункты 14.3.5 и 14.3.6).

При укреплении супесей и легких суглинков добавкой золы-уноса, применяемой в качестве самостоятельного вяжущего, содержание в золе-уноса свободной извести должно быть не менее 15 % по массе золы-уноса. При этом количество золы-уноса в смеси должно составлять 20 – 25 % по массе смеси.

14.3.5 Для ускорения процессов твердения и повышения прочностных показателей грунтов, укрепленных золой-уноса в качестве самостоятельного вяжущего, в смесь рекомендуется вводить добавку хлористого кальция в количестве 4 – 6% по массе золы-уноса.

Для улучшения процессов структурообразования и повышения морозостойкости грунтов, укрепленных высококальциевой золой-уноса, рекомендуется вводить добавку каустической соды в количестве 0,7 – 1% или цемента в количестве до 4% по массе сухого грунта.

14.3.6 Частицы пережженной остеклованной извести в высококальциевых золах-уноса замедляют гидролиз этого вяжущего и могут вызывать неравномерность изменения объема при твердении. Для устранения этого негативного явления применяют ряд специальных приемов для улучшения потребительских свойств золы-уноса, таких как дополнительный помол, введение химических добавок, предварительная гидратация или карбонизация, автоклавирование, пропаривание.

14.3.7 Рациональное количество золы-уноса или ЗШС, используемой в качестве гранулометрической добавки, определяется путем подбора смеси, имеющей наибольшую плотность.

14.3.8 Назначение рецептуры смеси для конкретных условий строительства производится только после испытаний обработанного (укрепленного) материала в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94 и учетом нормативных документов [29, 30].

14.3.9 Влажность смеси перед уплотнением должна соответствовать допустимой влажности с учетом требуемого коэффициента уплотнения и в зависимости от вида обрабатываемых (укрепляемых) материалов (грунтов), погодных условий во время производства работ. Границы допустимой влажности устанавливаются для конкретных условий строительства только после испытаний обработанного (укрепленного) материала с разной величиной влажности в соответствии с требованиями ГОСТ 23558–94.

14.3.10 При устройстве слоя из ОМиУГ с золошлаками, приготовленных на основе щебеночно-гравийно-песчаных материалов, обработанных известью или высококальциевой золой-уноса, движение построечного транспорта допускается открывать сразу после окончания уплотнения слоя.

При использовании в качестве основного вяжущего цемента открывать движение построечного транспорта допускается не ранее 7 сут после окончания строительства слоя. В течение этого времени необходимо осуществлять уход за ним в соответствии с пунктом 13.3.11 настоящего методического документа.

14.3.11 При устройстве слоя из ОМиУГ с золошлаками, приготовленных на основе песков, движение построечного транспорта следует открывать не ранее 10 сут после окончания уплотнения слоя (при использовании цемента или извести) или 15 сут (при укреплении высококальциевой золой-уноса без ускорителей твердения). В течение этого времени необходимо осуществлять уход за ним в соответствии с пунктом 13.3.11 настоящего методического документа. При температуре окружающего воздуха ниже 10°С время ухода увеличивается.

14.3.12 При устройстве вышележащего слоя без заезда построечного транспорта на укрепленное основание этот слой рекомендуется укладывать сразу после уплотнения основания. Если устройство вышележащего слоя задерживается, следует осуществлять уход за твердеющим основанием в соответствии с пунктом 13.3.11 настоящего методического документа до устройства вышележащего слоя.

14.3.13 Контроль качества производства работ и приемка оснований из ОМиУГ с золошлаками должны производиться в соответствии с требованиями норм [5, 26] и учетом пособия [29].

15 Рекомендации для проектирования и строительства слоев дорожных одежд из асфальтобетонных и органоминеральных смесей, приготовленных с применением золошлаков

15.1 Конструктивные рекомендуемые требования

15.1.1 Зола-уноса и ЗШС с плотным шлаком могут применяться при приготовлении асфальтобетонных и органоминеральных смесей в качестве щебня, песка или минерального порошка, с пористым шлаком – только в качестве минерального порошка.

15.1.2 Покрытия и основания дорожных одежд из асфальтобетонных и органоминеральных смесей, приготовленных с использованием золошлаков, проектируют и рассчитывают по ГОСТ 9128–2009, ГОСТ 30491–2012, СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормам [4, 13, 24] по аналогии с материалами, не содержащими золошлаки.

15.1.3 По ГОСТ 9128–2009, СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и нормам [13] асфальтобетонные смеси, приготовленные с использованием минерального порошка марки МП-2 из золошлаков, следует применять для устройства однослойных и верхних слоев двухслойных покрытий дорожных одежд:

- на автомобильных дорогах III категории и ниже;
- на улицах и дорогах местного значения, проездах, пешеходных улицах, велосипедных дорожках;
- на внутрихозяйственных и внутриобъектных дорогах;
- при устройстве отмосток зданий и сооружений, автостоянок, защитных покрытий, откосов различных сооружений.

15.1.4 Асфальтобетонные смеси, приготовленные с использованием минерального порошка из золошлаков и отвечающие требованиям ГОСТ 9128–2009, следует применять для устройства нижних слоев покрытий и оснований дорожных одежд на автомобильных дорогах разных категорий и улицах в соответствии с требованиями СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и СП 42.13330.2011 (СНиП 2.07.01–89*).

15.1.5 Органоминеральные смеси, приготовленные с использованием золошлаков в качестве минерального порошка и отвечающие требованиям ГОСТ 30491–2012 или норм [13], следует применять для устройства покрытий и оснований дорожных одежд на автомобильных дорогах разных категорий и улицах в соответствии с требованиями СП 34.13330.2010 (СНиП 2.05.02–85*) и СП 42.13330.2011 (СНиП 2.07.01–89*).

15.1.6 ГОСТ 30491–2012 рекомендует применять органоминеральные смеси для покрытий и оснований дорожных одежд в зависимости от вида вяжущего и интенсивности движения.

15.2 Рекомендуемые требования к материалам

15.2.1 Требования к золошлакам, применяемым в асфальтобетонных и органоминеральных смесях, указаны в подразделе 5.6 настоящего методического документа.

15.2.2 Минеральный порошок из золошлаков может использоваться для приготовления асфальтобетонных смесей по ГОСТ 9128–2009 марок II и III, а также для всех видов органоминеральных смесей по ГОСТ 30491–2012.

15.2.3 Активация минерального порошка из золошлаков значительно повышает качество асфальтобетонной смеси и асфальтобетонных покрытий, изготавливаемых из смеси с применением этого минерального порошка.

15.2.4 Асфальтобетонные и органоминеральные смеси с использованием золошлаков должны изготавливаться и контролироваться в соответствии с требованиями ГОСТ 9128–2009, ГОСТ 30491–2012, норм [4,5] по технологическим регламентам, утвержденным предприятиями-изготовителями.

15.2.5 Испытания асфальтобетонных смесей, приготавливаемых на золошлаках, должны осуществляться по ГОСТ 12801–98 с учетом ГОСТ 9128–2009, а органоминеральных смесей – с учетом ГОСТ 30491–2012 и норм [4].

15.3 Технология производства работ

15.3.1 Зола-уноса сухого улавливания, соответствующая требованиям, предъявляемым к минеральным порошкам марки МП-2 по ГОСТ Р 52129–2003, может отбираться на специальных золоотборных установках ТЭС, транспортироваться цементовозами (золовозами) и подаваться в расходные бункеры на АБЗ для приготовления асфальтобетонных или органоминеральных смесей.

15.3.2 Получение минерального порошка из ЗШС или золы-уноса, а также активация этих материалов должны осуществляться помолом (механической активации) исходных материалов в шаровых мельницах, дезинтеграторах и т.п. Химическая активация производится параллельно с механической путем добавления к измельчаемым золошлакам специальных органических веществ (см. пункт 5.6.5) и (или) извести. Наилучшие показатели свойств имеет активированный порошок из золошлаков с величиной удельной поверхности от 4,5 до 6 м^2/кг.

15.3.3 Хранение минерального порошка из золошлаков должно осуществляться в закрытых бункерах (силосах), предотвращающих увлажнение порошка. Срок хранения его не ограничен. При этом следует учитывать, что при длительном хранении возможно слеживание порошка и зависание его в бункере.

15.3.4 Золошлаковую смесь с плотным шлаком можно применять в асфальтобетонных и органоминеральных смесях без разделения на фракции или после фракционирования рассевом после просушки.

15.3.5 Использование асфальтобетонных и органоминеральных смесей с золошлаками следует осуществлять в соответствии с требованиями норм [4,5].

15.3.6 Контроль качества минерального порошка из золошлаков должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129–2003.

15.3.7 Контроль качества щебня и песка из ЗШС следует осуществлять по ГОСТ 3344–83, ГОСТ 9128–2009, ГОСТ 30491–2012 или нормам [4].

15.3.8 Контроль качества асфальтобетонных смесей следует проводить по ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 12801–98.

15.3.9 Контроль качества органоминеральных смесей следует осуществлять по ГОСТ 30491–2012 и ГОСТ 12801–98 с учетом норм [4].

15.3.10 Контроль качества производства работ и приемка покрытий и оснований из асфальтобетонных и органоминеральных смесей с золошлаками должны проводиться в соответствии с требованиями норм [5, 26].

Приложение А
(справочное)
Химический состав золы-уноса основных топливных углей

Химический состав золы-уноса зависит от вида и марки сжигаемого угля. В таблице А.1 представлены пределы изменения содержания химических элементов [12].

Таблица А.1

Вид и марка топливного угля	Содержание химических элементов в золе-уноса, % по массе, в расчете на оксиды									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	$CaO_{св}$	п.п.п.
Кузнецкий уголь марки Т	46,0–55,0	22,0–39,0	5,0–17,0	2,0–5,0	0,2–2,4	0,2–1,0	0,1–0,7	0,2–1,6	1,0	0,2–1,3
Кузнецкий уголь марок Г и Д	59,0–67,0	16,0–23,0	4,4–13,0	2,1–7,2	1,1–4,3	1,2–4,2	1,4–1,6	0,4–1,8	0,6	2,7–12,5
Кузнецкий уголь марки СС	57,0–60,0	16,0–25,0	6,0–13,0	3,5–5,2	1,3–2,7	0,2–1,5	1,0–1,8	0,8–1,6	1,0	2,2–6,0
Донецкий уголь марки АШ	35,0–56,0	12,0–28,0	9,0–18,0	1,0–5,0	0,2–3,0	2,5–5,0	0,6–2,0	0,2–3,0	1,5	8,0–22,0
Донецкий уголь марок ГСШ, Г, Д	45,0–58,0	20,0–32,0	7,0–18,0	2,0–6,0	0,4–2,5	1,5–4,0	0,5–1,5	0,4–1,5	2,0	0,5–10,0
Подмосковный уголь	46,0–55,0	22,0–39,0	5,0–17,0	2,0–5,0	0,2–2,4	0,2–1,0	0,1–0,7	0,2–1,6	1,0	0,2–1,3
Челябинский уголь	49,0–60,0	21,0–27,0	6,0–20,0	2,0–4,0	1,5–3,5	0,7–2,5	0,7–1,1	0,3–1,2	1,0	0,2–3,5
Воркутинский уголь	61,0–67,0	16,0–21,0	6,8–10,0	0,7–3,1	1,7–2,6	1,6–2,6	0,6–1,6	0,3–1,3	1,0	1,4–6,4
Интинский уголь	51,0–60,0	16,0–19,0	11,0–16,0	3,6–6,0	2,4–3,4	1,1–1,6	1,3–1,5	0,7–2,3	1,4	0,5–4,3
Экибастузский уголь	54,0–65,0	21,0–30,0	2,0–13,0	0,3–3,6	0,1–1,5	0,3–1,4	0,1–0,6	0,1–2,0	1,0	0,3–5,0
Нерюнгринский уголь	50,0–60,0	20,0–30,0	6,0–18,0	2,0–11,0	1,0–3,5	0,2–1,3	0,2–0,6	0,5–1,2	1,0	10,0–20,0
Ирша-бородинский уголь	27,0–60,0	1,6–12,2	6,0–15,7	18,0–40,0	2,3–9,3	0,1–2,6	0,2–0,9	0,3–5,0	0,7–13,0	2,0
Назаровский уголь	21,0–35,0	6,0–13,0	12,0–17,0	28,0–46,0	2,7–6,0	0,2–0,6	0,1–0,6	2,3–9,0	3,2–13,0	2,5
Березовский уголь	13,0–45,0	6,0–16,0	5,0–13,0	34,0–60,0	5,0–10,0	0,2–1,0	0,1–1,1	1,0–18,0	5,0–24,0	1,0–12,0
Прибалтийские сланцы	19,0–34,0	3,0–9,3	3,5–5,3	32,0–59,0	2,0–6,4	1,0–6,0	0,3–4,0	10	5,0–27,0	3,0

Приложение Б
(обязательное)
Лист регистрации изменений

Таблица Б.1

Номер изменения	Номера листов				Всего листов в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Библиография

[1]	СанПиН 2.6.1.2523–09	Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)
[2]		Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
[3]		Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30.09.2011 № 792 «Об утверждении порядка введения государственного кадастра отходов»
[4]	ВСН 123–77	Инструкция по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими
[5]	СНиП 3.06.03–85	Автомобильные дороги
[6]	СНиП 12–03–2001	Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
[7]		Правила охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, 1991
[8]		Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей природной среды»
[9]		Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
[10]	ВСН 8–89	Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог

[11] ОСТ 34–70–542–2001	Зола-унос тепловых электростанций. Нормативные характеристики
[12] ВСН 182–91	Технические указания по изысканиям, проектированию и разработке притрассовых карьеров для автодорожного строительства
[13] СНиП 2.05.11–83	Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и др. сельскохозяйственных предприятиях и организациях
[14]	Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог, 1982
[15]	Пособие по проектированию методов регулирования водно-теплового режима верхней части земляного полотна (к СНиП 2.05.02–85), 1987
[16]	Пособие по проектированию земляного полотна и водоотвода железных и автомобильных дорог промышленных предприятий (к СНиП 2.05.07–85), 1987
[17] ОДМ 218.5.003–2010	Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог
[18]	Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог, 2000
[19] ВСН 77–89	Проектирование и сооружение земляного полотна автомобильных дорог в песчаных пустынях

[20] Методические рекомендации по способам укрепления обочин и откосов автомобильных дорог нефтяных промыслов Западной Сибири, 1984

[21] Методические рекомендации по защите откосов песчаных насыпей от размыва в условиях Казахстана, 1980

[22] Методические рекомендации по выбору конструкций укрепления конусов и откосов земляного полотна, технология и механизация укрепительных работ, 1981

[23] Руководство по укреплению конусов и откосов земляного полотна автомобильных дорог с использованием геосинтетических материалов и металлических сеток, 2002

[24] ОДН 218.046–2001 Проектирование нежестких дорожных одежд

[25] ОДМ 218.5.002–2008 Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожных одежд из зернистых материалов

[26] ВСН 19–89 Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог

[27] Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (взамен ВСН 197–91), 2004

[28] Руководство по подбору и приготовлению нерудных материалов и грунтов, обработанных неорганическими вяжущими, для дорожного строительства, 1991

[29] Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, к СНиП 3.06.03–85 и СНиП 3.06.06–88, 1990

[30] Методические рекомендации по проектированию дорожных одежд с основаниями из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, 1985

ОКС 93.080.01
Ключевые слова: материалы золошлаковые, дорожное строительство, классификация, требования приемки, методы контроля, транспортирование, хранение, применение

Руководитель организации-разработчика

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

Ректор _____ В.Ю. Кирничный

Отпечатано в ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»

Адрес ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: (495) 747-9100, 747-9105, тел./факс: 747-9113
E-mail: gost.e-ecolog.ru
Сайт: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru