



ООО «Научно-исследовательский центр
«ГИПРОДОРНИ»

Исследование возможности использования золы уноса Рефтинской ГРЭС в дорожном хозяйстве

г. Екатеринбург
2014

Классификация золы уноса Рефтинской ГРЭС

Класс: техногенные, дисперсные

Группа: несвязные

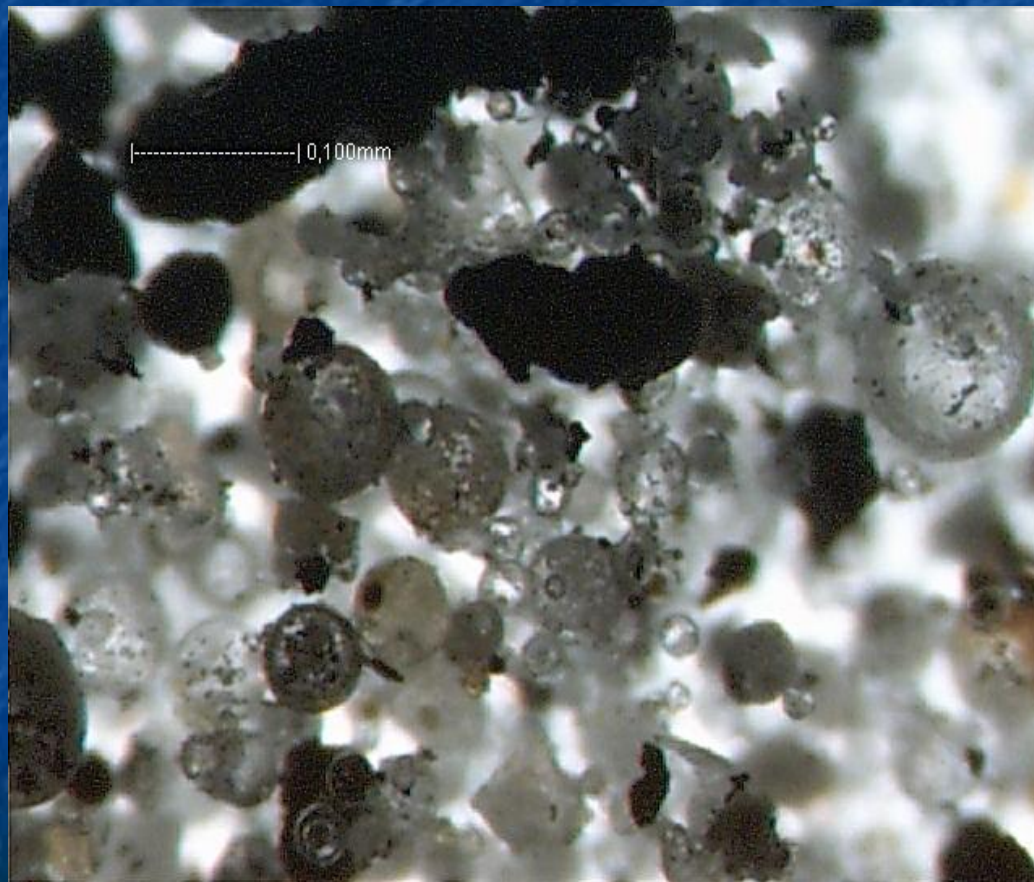
Подгруппа: антропогенные намывные образования

Тип: отходы производственной и хозяйственной деятельности

Вид: промышленные отходы – золы



Внешний вид и микрофото зола уноса



Химический состав золы уноса

Показатели		Возможные изменения содержания оксидов	Средневзвешанные значения
Химический состав, в % по массе	Al ₂ O ₃	23,0-40,2	31,56
	SiO ₂	53,0-61,0	56,92
	CaO	1,1-1,7	1,40
	Fe ₂ O ₃	3,2-4,5	3,84
	MgO	0,62-1,00	0,81
	K ₂ O	≤0,60	0,60
	Na ₂ O	≤0,25	0,25
	SO ₃	0,64-0,70	0,67
	TiO ₂	≤1,38	1,38
	P ₂ O ₅	0,28-0,63	0,45
	П.п.п.	1,00-3,25	2,12

Оценка химических свойств

Наименование показателя качества химических свойств		Рассчитанное значение для золы уноса Рефтинской ГРЭС	Нормируемое значение для инертной золы
Модуль основности (Mo)		0,035	< 0,1
Силикатный модуль (Mc)		1,608	1,3 – 3,2
Коэффициент качества (K)		0,579	0,4 – 0,9
Содержание оксида кальция в разных формах, % по массе	СаО общий	1,4	< 5
	СаО свободный	0	0 – 1
	СаО сульфатный	0	0,1 – 1,6
	СаО карбонатный	0	0 – 5

ВЫВОД: зола уноса Рефтинской ГРЭС инертна, относится к кислым золам, имеет очень низкую потенциальную способность к проявлению гидравлических свойств, самостоятельной вяжущей способностью не обладает.

Оценка физико-механических и водных свойств

Зависимость требуемой плотности от допустимого коэффициента увлажнения

Величина допустимого коэффициента увлажнения K_w при требуемом коэффициенте уплотнения K_y

0,98	0,95	0,90
0,70-1,40	0,60-1,50	Не ограничен

П р и м е ч а н и е : коэффициент увлажнения золы уноса K_w определяется как отношение фактической влажности материала W_{ϕ} к его оптимальной влажности W_{opt}

Оценка физико-механических и водных свойств

Зависимость относительного морозного пучения от влажности

Влажность, %		Относительное морозное пучение образца s_{fh} , %	Степень пучинистости
W_{opt}	30	< 1	Непучинистый
W_{k1}	60	1-4	Слабопучинистый
W_{k2}	145		
W_{max}	180	>4	Пучинистый Сильнопучинистый Чрезмернопучинистый

П р и м е ч а н и е : Относительное морозное пучение представляет собой отношение вертикальной деформации пучения при промораживании образца к его первоначальной высоте, выраженной в процентах.

Применение золы для устройства земляного полотна

Положительная сторона – организация утилизации техногенных отходов.

Отрицательная сторона – удорожание строительно-монтажных работ в размере от 23 млн.руб./км в связи с возникновением расходов на приобретение геосинтетических материалов для армирования и гидроизоляции насыпи.

Применение золы для устройства земляного полотна

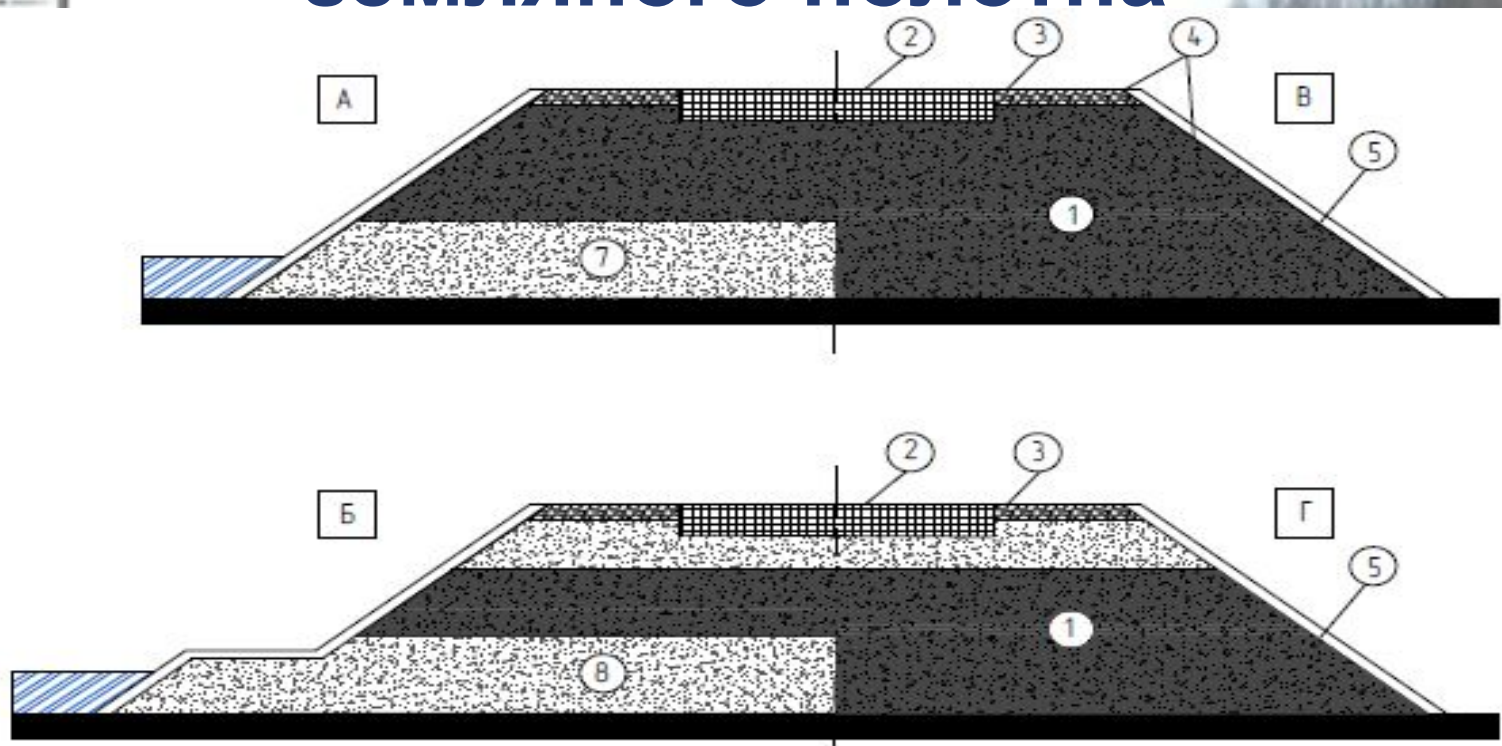


Рисунок – Поперечные профили земляного полотна с применением золы уноса: А, Б - при II, III типах местности по условиям увлажнения; В, Г - на сухих участках; 1 – зола уноса; 2 - дорожная одежда (с краевой полосой); 3 - укрепленная обочина; 4 - нетканый геотекстильный материал; 5 - укрепленный откос; 6 - песок средний, песчано-гравийная смесь, непучинистый или слабопучинистый грунт; 7 - дренирующий или связный грунт; 8 – берма.

Применение золы для устройства земляного полотна

Расчетные характеристики золы уноса в земляном полотне

Расчетная величина относительной влажности W/W_m	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Модуль упругости E_y , МПа	50	47	45	42	40	35	30	25	20	15

Прочностные параметры	Расчётное суммарное число приложений нагрузки				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6
Расчётное значение угла внутреннего трения, град.	31	27	26	25	23
Расчетное значение сцепления, МПа	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001

Примечания: 1. Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой.
2. При $\Sigma N_p > A \cdot 10^6$ расчетные значения φ и c следует принимать по столбцу « 10^6 ».

Применение золы для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд

Положительная сторона – организация утилизации техногенных отходов.

Отрицательные стороны:

- удорожание стоимости строительно-монтажных работ в размере от 7 млн.руб./км в связи с возникновением расходов на приобретение геосинтетических материалов для армирования и гидроизоляции насыпи;**
- невозможность устройства дополнительного дренирующего слоя дорожной одежды.**

Бентонитовые маты для гидроизоляции дорожных одежд с золой уноса



«БентИзол»



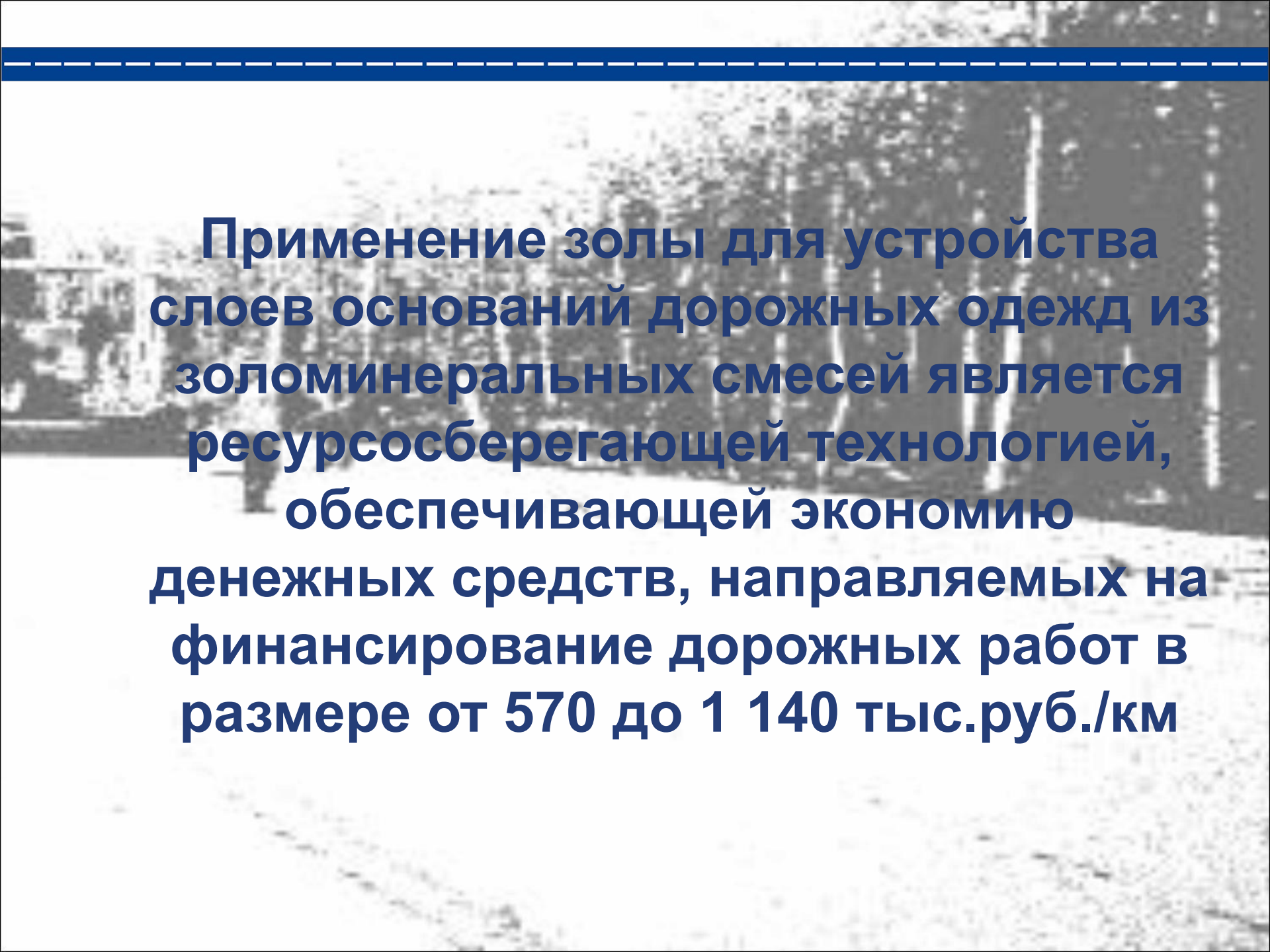
Применение золы для устройства дополнительных слоев оснований дорожных одежд

Прочностные параметры

Название параметров	Расчётное суммарное число приложений нагрузки				
	1	10^3	10^4	10^5	10^6
Расчётное значение угла внутреннего трения, град.	33	30	29	28	27
Расчетное значение сцепления, МПа	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002
Расчетное значение модуля упругости, МПа	100				
П р и м е ч а н и я : 1. Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой. 2. При $\Sigma N_p > A \cdot 10^6$ расчетные значения φ и c следует принимать по столбцу « 10^6 ».					

Перспективны технологии укрепления грунта с применением золы уноса Рефтинской ГРЭС





Применение золы для устройства слоев оснований дорожных одежд из золоминеральных смесей является ресурсосберегающей технологией, обеспечивающей экономию денежных средств, направляемых на финансирование дорожных работ в размере от 570 до 1 140 тыс.руб./км

Применение золы для устройства слоев оснований дорожных одежд из золоминеральных смесей

Ориентировочные составы золоминерального вяжущего материала

Материал	Ориентировочный расход компонентов вяжущего, в % по массе смеси			
	Зола уноса	Известь	Цемент	
Золоминеральный материал на основе песка (высевок): - соответствующий марке: 20	10,5-13,5	4,2-5,4	-	
	11-16	-	4,8-6	
	40	13,5-16,5	5,4-6,6	
	15-19	-	6-7,2	
	60	16,5-19,5	6,6-7,8	
	19-23	-	7,2-8,4	
	75	18-21	7,2-8,4	
	23-24	-	8,4-9,6	
	100	20,5-23,5	9-10,2	-
	23-24	-	9,6-10,8	

Результаты:

1. Изучена возможность использования золы уноса Рефтинской ГРЭС в качестве самостоятельного вяжущего вещества и материала для устройства дренирующих слоев дорожной одежды.
2. Показана возможность использования золы уноса для отсыпки земляного полотна и дополнительных морозозащитных и теплоизолирующих слоев дорожной одежды при условии организации армирования и гидроизоляции конструктивных элементов автомобильной дороги, устраиваемых из золы.
3. Показана техническая возможность и экономическая целесообразность использования золы уноса Рефтинской ГРЭС в составе золоминеральных смесей для устройства слоев основания дорожной одежды.
4. Подготовлена необходимая исследовательская база для разработки нормативно-технической, а также типовой проектной и технологической документации, регламентирующей применение золы уноса Рефтинской ГРЭС в дорожном хозяйстве.
5. Предложены перспективные конструкции дорожных одежд с золой уноса для технологической отработки и мониторинга в натуральных условиях на автодороге на золоотвал Рефтинской ГРЭС.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Научно-исследовательский центр «ГИПРОДОРНИИ»