

**ООО «ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ЛАБОРАТОРИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И СТРОЙМАТЕРИАЛАМ»
(ООО «ЦНИЛ»)**

398005, г. Липецк, ул. Алмазная, 10, пом. 1, офис 101 тел. (4742) 43-82-82, факс 70-90-09, эл. почта: oaocnil@mail.ru

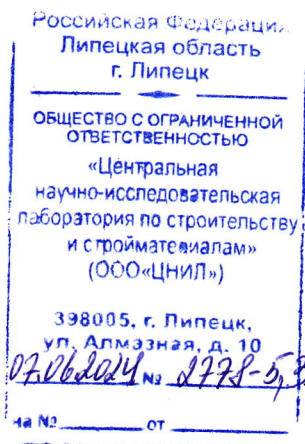


Отдел строительных материалов

*Член Саморегулируемой организации Ассоциации «Инженерные изыскания в строительстве» (СРО «АИИС»), реестровый номер 656,
дата вступления в Ассоциацию - 07.10.2009*

*Член Ассоциации «Саморегулируемой организации
«Проектные организации Липецкой области» (Ассоциации «СРО «ПО ЛО»»),
реестровый номер 78, дата регистрации 12.01.2011*

*Заключение № 06/65 об оценке состояния измерений в лаборатории,
выдано 22.11.2021 г. ФБУ «Липецкий ЦСМ»*



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ЦНИЛ»
Т.Н. Медведева

« 07 » июня 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам лабораторных исследований
отходов от дробления известняка Тюшевского участка
Тюшевского месторождения,
расположенного в районе с. Студеные Выселки
Липецкого района Липецкой области,
для оценки возможности изготовления минерального порошка
марки МП-1 по ГОСТ Р 52129-2003

Заказчик: ООО «ТГК», ИНН 4826140792

398055, Липецкая область, г. Липецк, ул. Московская, д. 38А, оф. 21

**Зав. отделом физико-химических
исследований ООО «ЦНИЛ»**

Г.Н. Федотова

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Исходные данные.....	3
2. Результаты исследований	
2.1. Зерновой состав минерального порошка, полученный измельчением отсеив от дробления известняка.....	4
2.2. Свойства полученного минерального порошка на соответствие требованиям ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1.....	6
3. Заключение.....	11
4. Ссылочная нормативно-техническая документация.....	14

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исследования отходов от дробления известняка Тюшевского участка Тюшевского месторождения, расположенного в районе с. Студеные Выселки Липецкого района Липецкой области производились специалистами ООО «ЦНИЛ» в период с 22.05.2024 г. по 06.06.2024 г. по заказу № б/н от 17.05.2023 г. предприятия ООО «ТГК» (ИНН 4826140792), г. Липецк.

Правомочность работ подтверждена членством ООО «ЦНИЛ» в Саморегулируемой организации Ассоциации «Инженерные изыскания в строительстве» (СРО «АИИС»), реестровый номер 656, дата вступления в Ассоциацию - 07.10.2009 и членством в Ассоциации «Саморегулируемой организации» «Проектные организации Липецкой области» (Ассоциации «СРО «ПОЛО»), реестровый номер 78, дата регистрации 12.01.2011.

Техническая компетентность ООО «ЦНИЛ» подтверждена Заключением № 06/65 об оценке состояния измерений в лаборатории, выданным ФБУ «Липецкий ЦСМ» 22 ноября 2021 г.

Цель работы - провести исследование отходов от дробления известняка Тюшевского месторождения для оценки возможности получения минерального порошка марки МП-1 соответствующего ГОСТ Р 52129-2003.

Для исследования заказчиком предоставлено 2 пробы:

- проба № Гр1 фр. 0-5 мм - грохот 1;
- проба № Гр2 фр. 0-5 мм - грохот 2;

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

- | | |
|---|---|
| - пресс гидравлический ИП-100м-авто
(зав. № 871) | - свидетельство о поверке
№ С-ВБ/26-03-2024/326668975; |
| - комплект сит КП-109/1 (зав. № 109) | - сертификат калибровки
№ 07Л/4540 от 27.11.2023 г.; |
| - комплект сит КП-131 (зав. № 109) | - сертификат калибровки
№ 07Л/4541 от 25.11.2023 г.; |
| - комплект мерных сосудов | - аттестат № 06/1380 от 27.09.2023г; |
| - весы электронные
DL3000, зав. № 15636036 | - отметка о поверке от 06.12.2023г.; |
| - масло индустриальное И-40А по ГОСТ 20799; | |
| - битум нефтяной дорожный вязкий БНД 70/100. | |

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Зерновой состав минерального порошка, полученный измельчением отсеков от дробления известняка

Фактический зерновой состав исследуемых проб № Гр1, № Гр2 до измельчения на соответствие марки МП-1 по ГОСТ Р 52129-2003 приведен в табл. 1, табл. 2.

Таблица 1

Зерновой состав пробы № Гр1

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
1,25	29,05	70,95	Не менее 100%
0,315	18,27	52,68	Не менее 90%
0,071	12,09	40,59	от 70% до 80 %
менее 0,071	40,59	-	-

Таблица 2

Зерновой состав пробы № Гр2

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
1,25	32,76	67,24	Не менее 100%
0,315	24,96	42,28	Не менее 90%
0,071	11,65	30,63	от 70% до 80 %
менее 0,071	30,63	-	-

Для дополнительного измельчения доставленных проб отсеков от дробления известняка крупностью 0-5 мм, использовали лабораторную вибромельницу.

Зерновой состав исследуемых проб № Гр1, № Гр2 после измельчения в течении 60 сек (помол 3) на соответствие ГОСТ Р 52129-2003, приведен в табл. 3, табл. 4, соответственно.

Таблица 3

Зерновой состав пробы № Гр1
помол 3

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
1,25	0,27	99,73	Не менее 100%
0,315	0,37	99,36	Не менее 90%
0,071	13,03	86,33	от 70% до 80 %
менее 0,071	86,33	-	-

*Примечание: для дальнейших испытаний использовалась проба после удаления частиц крупнее 1,25 мм

Таблица 4

Зерновой состав пробы № Гр2
помол 3

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
1,25	0,79	99,21	Не менее 100%
0,315	1,99	97,22	Не менее 90%
0,071	20,67	76,55	от 70% до 80 %
менее 0,071	76,55	-	-

По результатам проведенных испытаний установлено, что зерновой состав дополнительно измельченных отсеков дробления крупностью 0-5 мм в основном соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003.

Важнейшей особенностью минерального порошка, обуславливающей его активную структурообразующую роль в асфальтобетоне, является высокоразвитая удельная поверхность. У обычно применяемых минеральных порошков удельная поверхность составляет от 2500 до 5000 см²/г. Чем выше удельная поверхность (в названных пределах), тем в большей степени проявляется структурирующее влияние на битум минерального порошка, а следовательно, и выше его роль в асфальтобетоне. Следует, однако, иметь в виду, что очень высокая дисперсность порошков (неактивированных) часто не реализуется в асфальтобетоне вследствие агрегирования наиболее мелких частиц. Более того, образующиеся агрегаты не только снижают эффективную удельную поверхность порошка, но снижают плотность и коррозионную устойчивость асфальтобетона. Поэтому чрезмерно тонкое измельчение неактивированных порошков нежелательно. Оптимальной можно считать дисперсность порошка, при которой его удельная поверхность составляет 4000-5000 см²/г.

2.2. Свойства полученного минерального порошка на соответствие требованиям ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1

2.2.1. Средняя плотность, пористость, битумоемкость

Кроме определения гранулометрического состава минерального порошка, распределение фракций в нем может быть охарактеризовано пористостью. У одноразмерных минеральных порошков или очень тонких пористость выше. Порошки с равномерным распределением частиц разного размера отличаются пониженной пористостью.

Пористость минерального порошка оказывает большое влияние на пористость всей минеральной части асфальтобетона, а следовательно, и на его битумоемкость.

Результаты определения характеристик средней плотности, пористости и битумоемкости минерального порошка для проб № Гр1, № Гр2 с зерновым составом «помол 3» приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты определения истинной плотности			
№ п/п	Номер пробы	Фактические значения, г/см ³	
		частные	среднее
1	2	3	4
1	Проба № Гр1 (фр. 0-5 мм)	2,741 2,746	2,743
2	Проба № Гр2 (фр. 0-5 мм)	2,703 2,724	2,713

Таблица 6

Результаты определения параметров средней плотности, пористости и битумоемкости минерального порошка проб № Гр1, № Гр2 с зерновым составом «помол 3»

№ п/п	Наименование показателя	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
		для пробы № 1	для пробы № 2	
1	2	3	4	5
1	Битумоемкость, $ПБ=(15 \cdot \rho)/m_{пор} \cdot 100$	61,37	58,67	Не регламентируется
2	Средняя плотность, г/см ³	2,018	1,968	Не регламентируется
3	Пористость, %	26,43	27,46	Не более 35%

По результатам проведенных испытаний по определению средней плотности, пористости и битумоемкости минерального порошка с зерновым составом «помол 3» установлено, что он соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003, имеющий большее количество разноразмерных частиц, что обеспечивает меньшую пористость и битумоемкость.

2.2.2. Набухание

Сущность испытания заключается в определении приращения объема образцов из смеси минерального порошка с битумом с водонасыщением от 4 до 5 % после насыщения их водой в условиях вакуума и последующего выдерживания в горячей воде ($t_{\text{вод}}=+60^{\circ}\text{C}$)

Первоначально приготавливали образцы 4-х составов с разным содержанием битума для пробы № Гр1 и № Гр2 с зерновым составом («помол 3»).

Результаты зависимости водонасыщения от содержания битума для пробы № Гр1 («помол 3») приведены в табл. 7 и рис. 1.

Таблица 7

Результаты определения водонасыщения образцов из смеси минерального порошка с битумом пробы № 2 («помол 3»)

№ п/п	Содержание битума, %	Водонасыщение, %	
		частные значения	средние значения
1	2	3	4
1	15,1	9,28 8,88 8,79	8,98
2	16,0	7,34 6,72 7,95	7,33
3	16,9	4,26 4,62 4,27	4,38
4	17,2	3,23 3,25 3,62	3,36

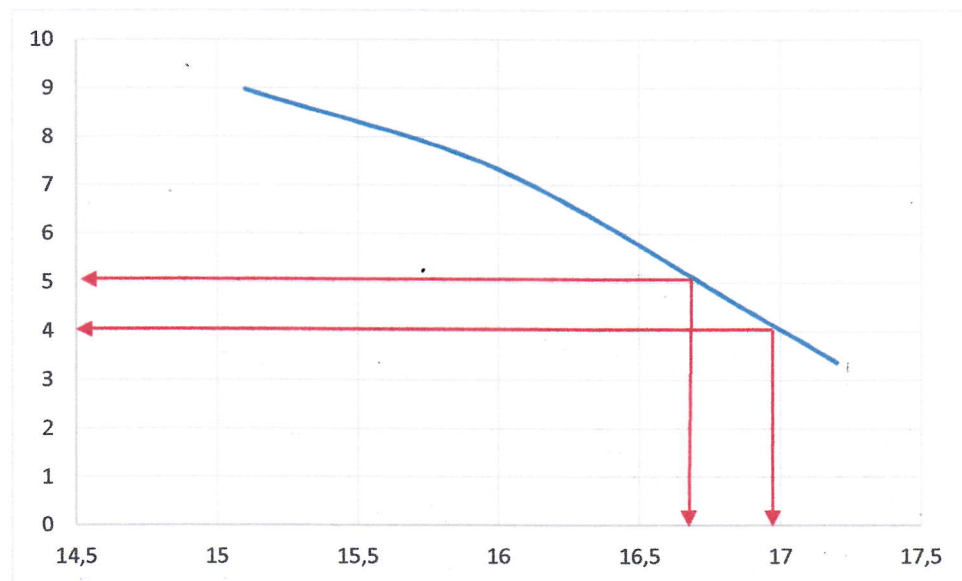


Рис. 1. Зависимость водонасыщения от содержания битума в смеси минерального порошка с битумом пробы № Гр1 (помол 3).

Результаты зависимости водонасыщения от содержания битума для пробы № Гр2 («помол 3») приведены в **табл. 8** и **рис. 2**.

Таблица 8

Результаты определения водонасыщения образцов из смеси минерального порошка с битумом пробы № Гр2 («помол 3»)

№ п/п	Содержание битума, %	Водонасыщение, %	
		частные значения	средние значения
1	2	3	4
1	15,2	8,28 8,18 7,78	8,08
2	16,3	6,34 6,52 6,97	6,61
3	17,0	4,36 4,82 4,71	4,63
4	17,2	3,42 3,65 3,52	3,53

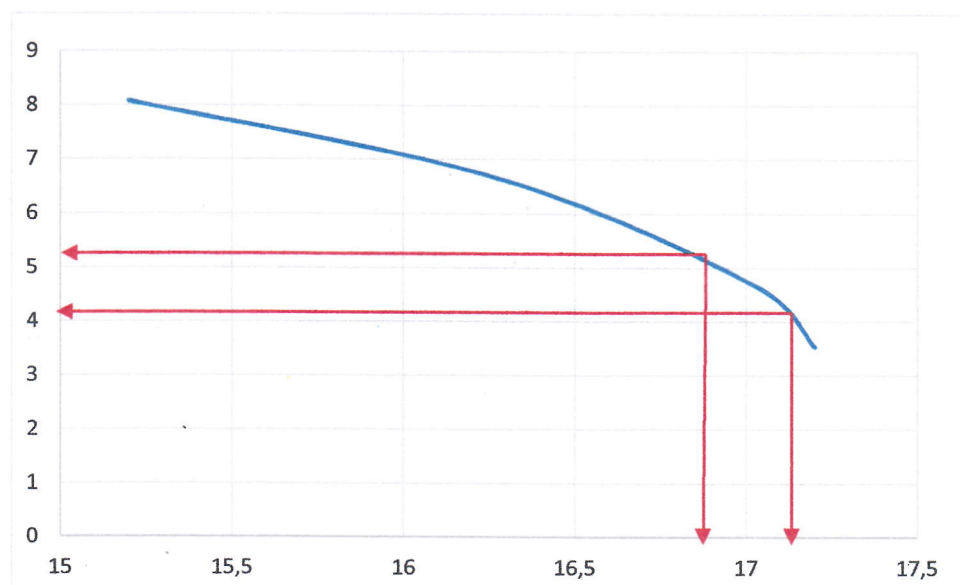


Рис. 2. Зависимость водонасыщения от содержания битума в смеси минерального порошка с битумом пробы № Гр2 (помол 3).

По результатам проведенных испытаний по определению водонасыщения образцов смеси минерального порошка с битумом для пробы № 1 и пробы № 2 с зерновым составом «помол 2», установлено следующее:

- требуемое количество битума для обеспечения водонасыщения образцов в диапазоне от 4 до 5% составляет от 16,8 до 17,0 % для пробы № Гр1 и от 16,9 до 17,1 % - для пробы № Гр2.

Испытания по определению набухания образцов смеси минерального порошка с битумом проводили на образцах с водонасыщением от 4 до 5%.

Результаты испытаний набухания образцов смеси минерального порошка с битумом для проб № Гр1 и № Гр2 («помол 3»), приведены в **табл. 9**.

Таблица 9

Результаты определения показателя набухания образцов
смеси минерального порошка с битумом

№ п/п	Определяемый показатель	Фактические значения				Требования ГОСТ Р 52129- 2003 для марки МП-1
		для пробы № Гр1		для пробы № Гр2		
		частные	среднее	частные	среднее	
1	2	3	4	5	6	7
1	Набухание, % $H = \frac{(m_2 - m_3) - (m - m_1)}{m - m_1} \cdot 100,$	1,38 1,68 1,53	1,53	0,89 0,99 1,08	0,98	Не более 2,5

По результатам испытаний набухания образцов смеси минерального порошка с битумом установлено, что фактические значения показателя набухания составили $H_{пробГр1}=1,53\%$; $H_{пробГр2}=0,98\%$, что соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1.

2.2.3. Водостойкость

Водостойкость - степень падения прочности при сжатии образцов из смеси минерального порошка с битумом ($W=4\div5\%$) после их насыщения водой в условиях вакуума и последующего выдерживания в горячей воде ($t=+60^\circ\text{C}$).

Для испытания использовали образцы после определения набухания.

Результаты испытаний по определению водостойкости минерального порошка приведены в **табл. 10**.

Таблица 10

**Результаты определения водостойкости образцов смеси
минерального порошка с битумом**

№ п/п	Наименование показателя	Фактические значения				Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
		Для пробы № Гр1 («помол 3»)		Для пробы № Гр2 («помол 3»)		
		частные	среднее	частные	среднее	
1	2	3	4	5	6	7
1	Прочность образцов после термостатирования (1 ч) t=20°C, МПа	7,6 7,3 7,4	7,43	7,4 7,4 7,1	7,3	Не регламентируется
2	Прочность образцов после вакуумирования; выдержка 4 ч при t=60°C; термостатирование 16 ч, МПа	6,6 6,4 6,5	6,5	6,8 7,5 6,3	6,8	Не регламентируется
3	Водостойкость, % $K_{вод}=R_{вод}/R$	$K_{вод}=0,87$		$K_{вод}=0,93$		Не регламентируется

2.2.4. Содержание полумторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)

Определение содержания полумторных окислов проводили комплексометрическим методом.

Результаты испытаний приведены в табл. 11.

Таблица 11

**Результаты определения полумторных окислов в пробах
минерального порошка**

№ п/п	Наименование показателя	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1
		для пробы № 1	для пробы № 2	
1	2	3	4	5
1	Содержание полумторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$), %	1,4	1,68	Не более 1,7

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам лабораторных исследований отсеков дробления известняка Тюшевского участка Тюшевского месторождения, расположенного в районе с. Студеные Выселки Липецкого района Липецкой области для оценки пригодности изготовления минерального порошка марки МП-1 по ГОСТ Р 52129-2003, установлено следующее.

1. Представленные пробы отсеков от дробления крупностью 0-5 мм проба № Гр1 и проба № Гр2 **пригодны для изготовления** неактивированного минерального порошка марки МП-1 по ГОСТ Р 52129-2003.
2. Для обеспечения битумоемкости и пористости в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129-2003, тонкость помола минерального порошка, характеризующая полными проходами зернового состава, не должна превышать от 70 до 80 % мельче 0,071 мм.
3. Проведенными исследованиями **минеральный порошок пробы № Гр1 (фр. 0-5 мм) соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003** для неактивированных порошков марки МП-1, и характеризуется следующими показателями:
 - требуемое содержание битума для обеспечения водонасыщения в пределах от 4 до 5% составляет $B_{треб.}=16,9\%$;
 - пористость порошка составляет $V_{пор}=26,43\%$;
 - показатель битумоемкости составил $ПБ=61,37\%$;
 - содержание полуторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) составляет $1,4\%$;
 - набухание образцов минерального порошка с оптимальным количеством битума не превышает допустимое значения для неактивированных порошков:
 $H_{факт.}=1,53\% < H_{треб.}=2,5\%$;
 - водостойкость образцов из смеси порошка с битумом составила $K_{вод}=0,87$.

Полученные характеристики минерального порошка пробы № 1 (фр. 0-5 мм) приведены в **табл. 12**.

Таблица 12

Проба № Гр1

№ п/п	Наименование показателя	Един. изм.	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для неактивированного марки МП-1
			частные	среднее	
1	2	3	4	5	6
1	Зерновой состав		Частные остатки	Полные проходы	100
	номера сит	%	0,27	99,73	
	1,25	%	0,37	99,36	Не менее 90
	0,315	%	13,03	86,33	от 70 до 80
	0,071	%	86,33	-	-
	менее 0,071				
2	Истинная плотность	г/см ³	2,743		Не регламен.
3	Средняя плотность	г/см ³	2,018		Не регламен.
4	Пористость	%	26,43		Не более 35
5	Показатель битумоемкости, ПБ	г	64,2		Не более 65
6	Содержание полуторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)	%	1,40		Не более 1,7
7	Набухание из смеси порошка с битумом	% по объему	1,53		Не более 2,5
8	Водостойкость	о.е.	0,87		Не регламен.

4. Проведенными исследованиями минеральный порошок пробы № 2 (фр. 0-5 мм) соответствует требованиям ГОСТ Р 52129-2003 для неактивированных порошков марки МП-1, и характеризуется следующими показателями:

- требуемое содержание битума для обеспечения водонасыщения в пределах от 4 до 5% составляет $B_{треб.}=17,05\%$;

- пористость порошка составляет $V_{пор}=27,46\%$;

- показатель битумоемкости составил $ПБ=58,67\%$;

- содержание полуторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) составляет $1,68\%$;

- набухание образцов минерального порошка с оптимальным количеством битума не превышает допустимое значения для неактивированных порошков:

$$H_{факт.}=0,98\% < H_{треб.}=2,5\%;$$

- водостойкость образцов из смеси порошка с битумом составила $K_{вод}=0,93$.

Полученные характеристики минерального порошка пробы № Гр2 (фр. 0-5 мм) приведены в **табл. 13**.

Таблица 13

Проба № Гр2

№ п/п	Наименование показателя	Един. изм.	Фактические значения		Требования ГОСТ Р 52129-2003 для неактивированного марки МП-1
			частные	среднее	
1	2	3	4	5	6
1	Зерновой состав номера сит 1,25 0,315 0,071 менее 0,071		Частные остатки	Полные проходы	100
		%	0,79	99,21	
		%	1,99	97,22	Не менее 90
		%	20,67	76,55	от 70 до 80
		%	76,55	-	-
2	Истинная плотность	г/см ³	2,713		Не регламен.
3	Средняя плотность	г/см ³	1,968		Не регламен.
4	Пористость	%	27,46		Не более 35
5	Показатель битумоемкости, ПБ	г	64,2		Не более 65
6	Содержание полуторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)	%	1,68		Не более 1,7
7	Набухание из смеси порошка с битумом	% по объему	0,98		Не более 2,5
8	Водостойкость	о.е.	0,93		Не регламен.

5. Полученные минеральные порошки пробы № Гр1 и пробы № Гр2 из отсеков дробления известняка Тюшевского месторождения, разрабатываемого предприятием ООО «ТГК» (ИНН 4826140792) **соответствуют требованиям ГОСТ Р 52129-2003 для марки МП-1 (неактивированный минеральный порошок из карбонатных горных пород).**

Главный специалист
(рег. № в НРС П-001030)

Ведущий инженер ОФХИ
ООО «ЦНИЛ»



Т.Н. Медведева

Г.Н. Федотова

4. ССЫЛОЧНАЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. ГОСТ Р 52129-2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические требования.