

**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-2 по ГОСТ 32761-2014**

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 32761-2014 для марки МП-2.....	6
3. Заключение.....	11
4. Ссылочная нормативно-техническая документация.....	13

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-2 соответствующего ГОСТ 32761-2014.

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-ВВ/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

Зерновой состав (исходный) исследуемых проб № Гр1, № Гр2 на соответствие марки МП-2 по ГОСТ 32761-2014 приведен в табл. 1, табл. 2.

Таблица 1

Зерновой состав пробы № Гр1
исходный

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
2,0	15,24	84,76	Не менее 100%
0,125	40,06	44,7	Не менее 85%
0,063	6,19	38,51	Не менее 70%
Менее 0,063	38,51	-	-

Таблица 2

Зерновой состав пробы № Гр2
исходный

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
2,0	18,28	81,72	Не менее 100%
0,125	47,27	34,45	Не менее 85%
0,063	4,56	29,89	Не менее 70%
Менее 0,063	29,89	-	-

Зерновой состав отсеков от дробления известняка фр. 0-5 мм для проб №№ Гр1, Гр2 после грохочения не соответствует требованиям ГОСТ 32761-2014, требуется дополнительное измельчение.

Для измельчения доставленных проб крупностью 0-5 мм использовали лабораторную вибромельницу.

Зерновой состав исследуемых проб № Гр1, № Гр2 после дополнительного измельчения в течении 1-й минуты (помол 3) на соответствие ГОСТ 32761-2014, приведен в табл. 3, табл. 4, соответственно.

Таблица 3

Зерновой состав пробы № Гр1

помол 3

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
2,0	-	100	Не менее 100%
0,125	7,04	92,96	Не менее 85%
0,063	6,59	86,37	Не менее 70%
Менее 0,063	86,37	-	-

Таблица 4

Зерновой состав пробы № Гр2

помол 3

Номер сит, мм	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
	частные остатки, %	полные проходы, %	
1	2	3	4
2,0	-	100	Не менее 100%
0,125	13,46	86,54	Не менее 85%
0,063	10,22	76,32	Не менее 70%
Менее 0,063	76,32	-	-

По результатам проведенных испытаний установлено, что зерновой состав измельченных отсеков дробления крупностью 0-5 мм исследуемых проб № Гр1, № Гр2 после дополнительного измельчения соответствует требованиям ГОСТ 32761-2014.

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 32761-2014 для марки МП-2

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.

Результаты определения истинной плотности минерального порошка для проб № Гр1, № Гр2 приведены в табл. 6.

Таблица 5

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 32761-2014 для марки МП-2
		для пробы № 1	для пробы № 2	
1	2	3	4	5
1	Битумоемкость, $ПБ=(15 \cdot \rho)/m_{пор} \cdot 100$	62,35	59,45	Не более 65%
2	Средняя плотность, г/см ³	2,013	1,978	Не регламентируется
3	Пористость, %	26,61	27,09	Не более 35%

Таблица 6

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

По результатам проведенных испытаний по определению средней плотности, пористости и битумоемкости минерального порошка с зерновым составом «помол 3» установлено, что требованием ГОСТ 3276-2014 соответствует минеральный порошок с зерновым составом «помол 3», 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 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 № Гр1 («помол 3»)

№ п/п	Содержание битума, %	Водонасыщение, %	
		частные значения	средние значения
1	2	3	4
1	14,3	9,63 9,13 8,84	9,2
2	15,2	7,31 7,41 7,30	7,34
3	16,3	5,22 5,14 6,50	5,62
4	17,3	3,1 3,6 2,42	3,04

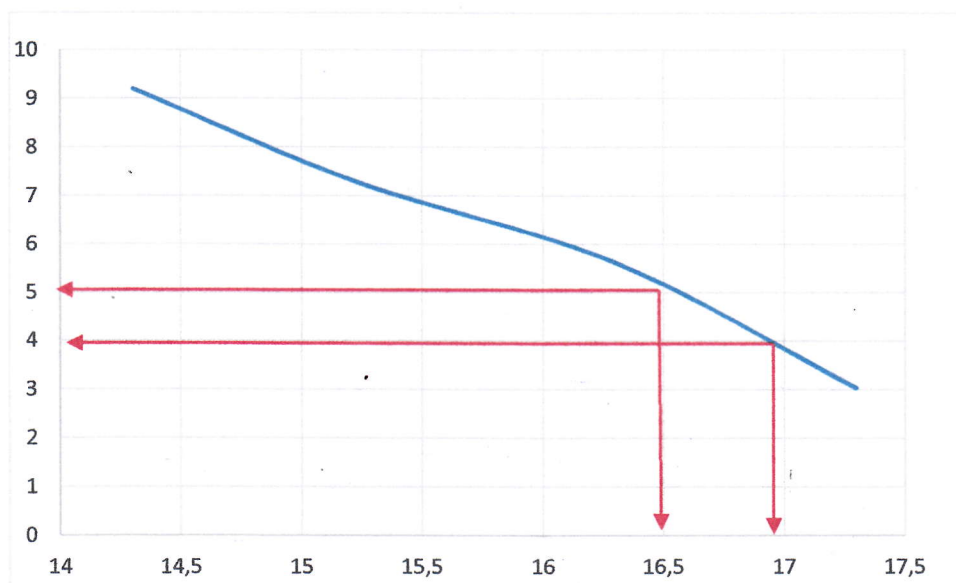


Рис. 1. Зависимость водонасыщения от содержания битума в смеси минерального порошка с битумом пробы № Гр1 (помол 3).

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	15,6	8,92 8,83 8,62	8,79
2	16,1	6,61 6,92 6,63	6,72
3	16,6	5,02 5,34 5,45	5,27
4	17,2	3,14 3,51 3,10	3,25

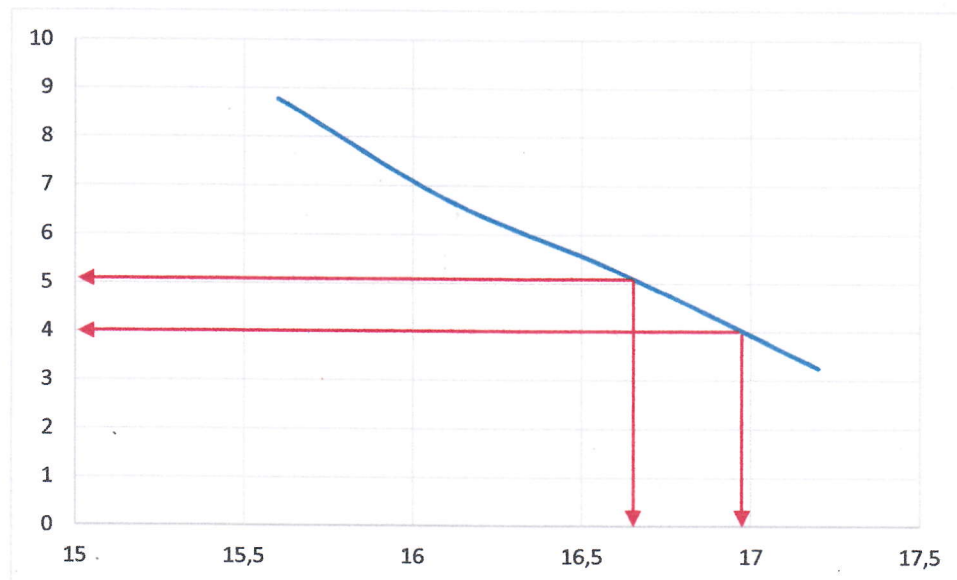


Рис. 2. Зависимость водонасыщения от содержания битума в смеси минерального порошка с битумом пробы № Гр2 (помол 3).

По результатам проведенных испытаний по определению водонасыщения образцов смеси минерального порошка с битумом для пробы № Гр1 и пробы № Гр2 с зерновым составом «помол 3», установлено следующее:

- требуемое количество битума для обеспечения водонасыщения образцов в диапазоне от 4 до 5% составляет от 16,7 до 17,0 % для пробы № Гр1 и от 16,8 до 16,9 % - 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				Требование ГОСТ 32761- 2014 для марки МП-2
		для пробы № Гр1		для пробы № Гр2		
		частные	среднее	частные	среднее	
1	2	3	4	5	6	7
1	Набухание, % $H = \frac{(m_2 - m_3) - (m - m_1)}{m - m_1} \cdot 100,$	1,69 1,38 1,54	1,53	1,48 1,56 1,23	1,42	Не более 2,5

По результатам испытаний набухания образцов смеси минерального порошка с битумом установлено, что фактические значения показателя набухания составили $H_{проб1}=1,53\%$; $H_{проб2}=1,42\%$, что соответствует требованиям ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2.

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.

Испытание по определению водостойкости минерального порошка проводили по ГОСТ 32765-2014, результаты испытаний приведены в **табл. 10**.

Таблица 10

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

№ п/п	Наименование показателя	Фактические значения				Требование ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
		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	6,1 6,3 6,5	6,3	7,3 6,9 7,1	7,1	Не регламентируется
2	Прочность образцов после вакуумирования; выдержка 4 ч при t=60°C; термостатирование 16 ч, МПа	5,7 5,8 5,3	5,6	6,7 6,5 7,2	6,8	Не регламентируется
3	Водостойкость, % $K_{вод}=R_{вод}/R$	$K_{вод}=0,88$		$K_{вод}=0,95$		Не регламентируется

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

Определение содержания полуторных окислов проводили комплексометрическим методом по ГОСТ 32767-2014.

Результаты испытаний приведены в табл. 11.

Таблица 11

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

№ п/п	Наименование показателя	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2
		для пробы № Гр1	для пробы № Гр2	
1	2	3	4	5
1	Содержание полуторных окислов ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$), %	1,4	1,68	Не более 1,7

3. 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 пригодности изготовления минерального порошка марки МП-2 по ГОСТ 32761-2014, установлено следующее.

1. Представленные пробы отсевов от дробления крупностью 0-5 мм (проба № Гр1 и проба № Гр2) **пригодны для изготовления** неактивированного минерального порошка марки МП-2 по ГОСТ 32761-2014.

2. Для обеспечения битумоемкости и пористости в соответствии с требованиями ГОСТ 32761-2014, тонкость помола минерального порошка, характеризующая полными проходами зернового состава, не должна превышать 85 % мельче 0,063 мм.

3. Проведенными исследованиями **минеральный порошок пробы № Гр1 соответствует требованиям ГОСТ 32761-2014** для неактивированных порошков марки МП-2, и характеризуется следующими показателями:

- требуемое содержание битума для обеспечения водонасыщения в пределах от 4 до 5% составляет $B_{треб.}=16,9\%$;

- пористость порошка составляет $V_{пор}=26,61\%$;

- показатель битумоемкости составил $ПБ=62,35\%$;

- 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 $K_{вод}=0,88$.

Полученные характеристики минерального порошка пробы № Гр1 приведены в табл. 12.

Таблица 12

Проба № Гр1					
№ п/п	Наименование показателя	Един. изм.	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для неактивированного марки МП-2
			частные	среднее	
1	2	3	4	5	6
1	Зерновой состав		Частные остатки	Полные проходы	100
	номера сит 2,0				
	1,25	%	-	100	
	0,063	%	7,04	92,96	Не менее 85
	менее 0,063	%	6,59	86,37	Не менее 70
		%	86,37	-	-
2	Истинная плотность	г/см ³	2,743		Не регламен.
3	Средняя плотность	г/см ³	2,013		Не регламен.
4	Пористость	%	26,61		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.	0,88		Не регламен.

4. Проведенными исследованиями минеральный порошок пробы № Гр2 соответствует требованиям ГОСТ 32761-2014 для неактивированных порошков марки МП-2, и характеризуется следующими показателями:

- требуемое содержание битума для обеспечения водонасыщения в пределах от 4 до 5% составляет $B_{треб.}=16,9\%$;

- пористость порошка составляет $V_{пор}=27,09\%$;

- показатель битумоемкости составил $ПБ=59,45\%$;

- 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:

$$H_{факт.}=1,42\% < H_{треб.}=2,5\%;$$

- водостойкость образцов из смеси порошка с битумом составила $K_{вод}=0,95$.

Полученные характеристики минерального порошка пробы № Гр2 в соответствии с требованиями ГОСТ 32761-214 приведены в табл. 13.

Таблица 13

Проба № Гр2					
№ п/п	Наименование показателя	Един. изм.	Фактические значения		Требования ГОСТ 32761-2014 для неактивированного порошка марки МП-2
			частные	среднее	
1	2	3	4	5	6
1	Зерновой состав номера сит 2,0 1,25 0,063 менее 0,063		Частные остатки	Полные проходы	100
		%	-	100	
		%	13,46	86,54	Не менее 85
		%	10,22	76,32	Не менее 70
		%	76,32	-	-
2	Истинная плотность	г/см ³	2,713		Не регламен.
3	Средняя плотность	г/см ³	1,978		Не регламен.
4	Пористость	%	27,09		Не более 35
5	Показатель битумоемкости, ПБ	г	59,45		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 обслед.	1,42		Не более 2,5
8	Водостойкость	о.е.	0,95		Не регламен.

5. Полученные минеральные порошки пробы № Гр1 и пробы № Гр2 из отсевов дробления известняка Тюшевского месторождения, разрабатываемого предприятием ООО «ТГК» (ИНН 4826140792) соответствуют требованиям ГОСТ 32761-2014 для марки МП-2 (неактивированный минеральный порошок из карбонатных горных пород).

Главный специалист
(рег. № в НРС П-001030),
зав. отделом строительных
материалов ООО «ЦНИЛ»

Ведущий инженер ОФХИ
ООО «ЦНИЛ»



Т.Н. Медведева

Г.Н. Федотова

4. ССЫЛОЧНАЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. ГОСТ 32761-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Технические требования.
2. ГОСТ 32719-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения зернового состава.
3. ГОСТ 32764-2014 ГОСТ 32764-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения средней плотности и пористости.
4. ГОСТ 32766-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный Метод определения показателя битумоемкости.
5. ГОСТ 32762-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения влажности.
6. ГОСТ 32765-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения водостойкости асфальтового вяжущего (смеси минерального порошка с битумом).
7. ГОСТ 32707-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения набухания образцов из смеси порошка с битумом.
8. ГОСТ 32767-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Порошок минеральный. Метод определения содержания полуторных окислов.