ОДМ 218.2.035-2013

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗОЛЫ-УНОСА В БЕТОНЕ ОСНОВАНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «БИОТЕХ»

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения и Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 22.07.2013 г. № 1046-р

4 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ

5 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

Содержание

1 Общие положения 1

2 Нормативные ссылки 2

3 Рекомендуемые требования к бетону оснований 2

4 Рекомендации по выбору материалов для бетона оснований 3

5 Рекомендации по подбору состава бетона оснований 5

6 Рекомендации к производству работ 12

7 Рекомендации по методам проведения испытаний 13

Приложение А (справочное) Перечень основных действующих нормативно-технических документов, регламентирующих использование тяжелых бетонов в дорожном строительстве, в том числе получаемых из жёстких бетонных смесей, и зол-уноса. 16

Приложение Б (справочное) Физико-химические свойства зол-уноса, получаемых при сжигании углей разных марок и месторождений 19

Библиография 25

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по применению золы-уноса в бетоне оснований автомобильных дорог

1 Общие положения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – ОДМ) распространяется на тяжёлые бетоны, получаемые из жёстких бетонных смесей методом укатки, содержащие в своем составе золу-уноса (далее – золу) тепловых электростанций.

1.2 Положения настоящего ОДМ рекомендуется использовать при строительстве цементобетонных оснований автомобильных дорог (далее - оснований), а также аэродромов или аналогичных конструкций (дорог промышленных предприятий, контейнерных терминалов и др.)

1.3 Настоящий ОДМ разработан в соответствии с положениями [1], [2] и имеет рекомендательный характер.

1.4 ОДМ следует применять совместно с действующими нормативными документами. Перечень основных действующих нормативно-технических документов, регламентирующих использование тяжелых бетонов в дорожном строительстве, приведен в приложении А.

1.5 Рекомендации настоящего ОДМ направлены на повышение технико-экономической эффективности и долговечности бетона оснований автомобильных дорог за счёт использования побочных продуктов деятельности тепловых электростанций и, соответственно, на защиту окружающей среды.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний.

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

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

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

ГОСТ 30515-97 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия

3 Рекомендуемые требования к бетону оснований

3.1 Для устройства цементобетонных оснований методом укатки рекомендуется использовать жёсткие бетонные смеси марки по жесткости Ж4 по ГОСТ 7473 (на месте укладки бетона).

3.2 Бетоны из жёстких бетонных смесей для устройства оснований должны иметь заданные проектом показатели прочности на растяжение при изгибе и на сжатие.

Подбор состава бетона должен обеспечить достижение бетоном обеих прочностных характеристик.

Обычно, в основании применяют бетон классов по прочности на растяжение при изгибе от $B_{tb}1,2$до $B_{tb}2,4$ и на сжатие от В7,5 до В15.

3.3 Марку по морозостойкости бетона оснований назначают не ниже приведенной в таблице 3.1 [3].

Таблица 3.1 – Минимальные проектные марки бетона оснований по морозостойкости

Минимальные проектные марки бетона по морозостойкости для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца, °С	
От 0 до минус 5	Ниже минус 5
25	50
Примечание – марку бетона оснований по морозостойкости назначают по результатам испытания бетона по первому базовому методу ГОСТ 10060.0.	

4 Рекомендации по выбору материалов для бетона оснований

4.1 Для приготовления жёстких бетонных смесей рекомендуется использовать цемент, соответствующий требованиям [4], ГОСТ 10178, ГОСТ 30515 и ГОСТ 31108.

Начало схватывания цемента не должно наступать ранее 2 часов.

Для приготовления жёсткой бетонной смеси для бетона оснований не допускается использовать цемент, обладающий признаками ложного схватывания или горячий (с температурой выше плюс 40°С).

4.2 При выборе цементов для приготовления жёсткой бетонной смеси для бетона оснований предпочтение следует отдавать цементам классов ЦЕМ I / II 22,5, ЦЕМ I / II 32,5 по прочности.

Эта рекомендация обусловлена соответствующим увеличением расхода цемента в бетоне и сопутствующим повышением однородности и удобообрабатываемости жёсткой бетонной смеси.

Под термином удобообрабатываемость бетонной смеси для бетона покрытий и оснований автомобильных дорог понимается её способность создавать поверхность свежеуложенного бетона требуемой сплошности и ровности, без технологических трещин.

4.3 Для изготовления жёстких бетонных смесей следует использовать заполнители, химические добавки и воду, соответствующие требованиям ГОСТ 26633, а также стандартам и техническим условиям на материалы конкретных видов.

4.4 Рекомендуется, при соответствующем технико-экономическом обосновании, использовать химические добавки по ГОСТ 24211.

Выбор пластифицирующей добавки зависит от конкретных условий строительства и определяется на стадии подбора состава бетона и пробного бетонирования.

При выборе пластифицирующей добавки необходимо учитывать возможное её влияние на сохраняемость удобоукладываемости и удобообрабатываемости жёсткой бетонной смеси во время транспортирования и технологических перерывов и кинетику твердения бетона.

4.5 Для жёстких бетонных смесей рекомендуется использовать золы IV вида по ГОСТ 25818.

При соответствующем технико-экономическом обосновании возможности получения смесей и бетонов требуемого качества, допускается использование других видов зол.

При проведении таких обосновывающих исследований возможности использования других видов и типов зол в бетоне оснований рекомендуется, помимо обеспечения проектных требований к бетонной смеси и бетону, проведение сравнительных испытаний, в том числе, на морозостойкость при доведении сравниваемых бетонов до разрушения по критериям ГОСТ 10060.0 (по п. 5.5 настоящего ОДМ).

Помимо проведения сравнительных испытаний бетона на морозостойкость, обосновывающие исследования должны включать в себя также анализ эффективности конструкций оснований из бетона с золой и всей дорожной одежды с таким основанием.

В приложении Б приведены характеристики физико-химических свойств зол, получаемых при сжигании углей различных видов и месторождений [5].

5 Рекомендации по подбору состава бетона оснований

5.1 Состав бетона рекомендуется подбирать из условия обеспечения требуемых значений прочности на растяжение при изгибе и на сжатие, обеспечивающих достижение соответствующих классов бетона при среднем коэффициенте вариации 13 % (со значением коэффициента требуемой прочности 1,28 по ГОСТ 18105).

Корректировку рабочих составов производят по ГОСТ 27006.

5.2 Рекомендуемое количество вводимой в бетонную смесь золы составляет от 50 до 100 кг/м^3 бетона.

При таком количестве введённой в бетон основания золы, увеличение прочности бетона на сжатие при неизменном расходе цемента может достигать, ориентировочно, от 40 % до 50 %, а на растяжение при изгибе – от 20 % до 30 %, а снижение количества цемента в равнопрочном и равноморозостойком бетоне оснований - от 5 % до 20 %.

Окончательно возможность снижения расхода цемента в равнопрочном бетоне с золой и без золы или повышения прочности бетона при неизменном расходе цемента при использовании в бетоне золы определяют сравнением между собой зависимостей прочности бетона от цементно-водного отношения (далее – Ц/В).

5.3 Расход цемента в бетоне оснований из жёстких бетонных смесей не должен быть менее 150 кг/м^3 (ГОСТ 26633), а водоцементное отношение (далее В/Ц) не должно быть более 0,90.

5.4 Ограничения в составе бетона с золой вызваны необходимостью обеспечить не только равную прочность бетона (с золой и без золы) на сжатие, но также – равные величины прочности бетона на растяжение при изгибе и морозостойкость сравниваемых бетонов.

5.5 Применение золы в бетоне оснований оказывает отрицательное влияние на его морозостойкость, что вызвано особенностями гранулометрического, химико-минералогического, вещественного состава и пуццолановым действием золы.

Здесь под морозостойкостью бетона имеется в виду не только его марка по морозостойкости (F – минимальный проверочный, выбраковочный критерий), но также её оценка как свойства бетона (оценка максимального числа циклов замораживания и оттаивания, при котором физико-механические характеристики бетона и масса образцов остаются в нормированных пределах, а также отсутствуют другие признаки морозного разрушения бетона).

При этом, испытания бетона на морозостойкость (по ГОСТ 10060.0-10060.2) продолжают до появления критического снижения прочности и/или массы образцов, а также трещин, шелушения или отколов.

Такие испытания бетона на морозостойкость проводят при подборе состава бетона и при проведении обосновывающих исследований.

5.6 Для компенсации отрицательного влияния золы на морозостойкость бетона оснований, рекомендуется снижать В/Ц, применять воздухововлекающие или газообразующие добавки.

При этом необходимое снижение В/Ц, как правило, составляет от 0,05 до 0,15.

При использовании воздухововлекающих добавок в бетоне оснований рекомендуется добиваться получения от 3,5 % до 5 % вовлечённого воздуха в бетонной смеси (как для бетона нижнего слоя покрытия автомобильных дорог).

При недостаточной эффективности воздухововлекающих добавок в жёстких бетонных смесях, уплотняемых укаткой, рекомендуется применять газообразующие добавки (типа КЭ 30-04) в количестве от 0,1 % до 0,2 % массы цемента (в расчёте на товарный продукт – эмульсию 50 % концентрации).

5.7 Подобранный состав бетона с золой должен характеризоваться не меньшей морозостойкостью (с учётом п. 5.5), чем соответствующий проекту бетон основания из жёсткой бетонной смеси без золы (на этих же материалах для бетона).

5.8 При подборе состава бетона с золой следует учитывать её некоторый пластифицирующий эффект: снижение расхода воды в равножёсткой бетонной смеси с золой может составить от 10 до 20 кг/м^3.

5.9 Подбор состава бетона оснований рекомендуется осуществлять по ГОСТ 27006 методом абсолютных объёмов.

При подборе состав бетона оснований следует определить экспериментально для конкретных используемых материалов зависимость прочности бетона на сжатие и на растяжение при изгибе от Ц/В для разного количества золы.

При этом рекомендуется выбирать три значения В/Ц: 0,90, 0,75 и 0,60.

Для дальнейшего использования в составе бетона оснований выбирают экспериментальное значение В/Ц, обеспечивающее достижение прочности и на сжатие, и на растяжение при изгибе.

5.10 Назначают водосодержание (В, кг/м^3) бетонной смеси, используя опыт строительства и справочные данные для применяемых материалов.

Например, для бетонной смеси марки Ж4 без пластифицирующих добавок на плотном и прочном крупном заполнителе (граните и пр.) водосодержание находится в пределах от 135 кг/м^3 до 140 кг/м^3.

Здесь расход воды в бетоне определен для цемента ПЦ 500-Д0-Н с величиной показателя нормальной густоты НГЦТ = 24,0 %, для кварцево-полевошпатового песка с модулем крупности $М_{кр}$=2,1 и гранитного щебня фракции Фр. 5-20 мм.

5.11 Для выбранного значения В/Ц и назначенной или определённой экспериментально при изготовлении пробных замесов величины «В» рассчитывают расход цемента в начальном составе бетона по формуле (5.1)

$$Ц = \frac{В}{\frac{В}{Ц}}. \qquad (5.1)$$

5.12 Расход щебня в начальном составе бетона рассчитывают по величине плотности зерен щебня $\rho_{щз}$, плотности щебня в насыпном состоянии $\rho_{щн}$, его пустотности $П_щ$, для выбранной величины коэффициента раздвижки зерен щебня раствором $К_р$:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{К_р \cdot П_щ}{\rho_{щн}} + \frac{1}{\rho_{щз}}}, \qquad (5.2)$$

где $\rho_{щз}$, $\rho_{щн}$ выражены в кг/л,

$$П_щ = 1 - \frac{\rho_{щн}}{\rho_{щз}}, \qquad (5.3)$$

1000 – один кубический метр бетонной смеси в литрах.

5.13 Коэффициент раздвижки зерен щебня раствором ($К_р$) для бетона оснований, устраиваемых методом укатки, назначают, как правило, в пределах от 1,2 до 1,5. Большее значение соответствует более крупному песку.

Оптимальную величину $К_р$ в начальном составе бетона оснований определяют с помощью пробных замесов, варьируя $К_р$ в указанных выше пределах, по достижению минимальной жёсткости смеси при прочих равных условиях (при постоянных величинах В/Ц).

5.14 Расход песка в начальном составе бетона оснований, П, рассчитывают методом абсолютных объемов по формуле (5.4)

$$П = 1000 - \frac{П}{\rho_{пз}} - \frac{Щ}{\rho_{щз}} - \frac{Ц}{\rho_{ц}} - \frac{З}{\rho_{з}} - В \ , \qquad (5.4)$$

где П, Щ, Ц, З и В – расходы песка, щебня, цемента, золы и воды в бетоне соответственно, в кг/м^3,

$\rho_{пз}$ – плотность зёрен песка, кг/л,

$\rho_{щз}$ – плотность зёрен щебня, кг/л,

$\rho_{ц}$ – плотность зёрен цемента (для ПЦ 500-Д0-Н рекомендуется принять 3,1 кг/л),

$\rho_{з}$ – плотность зёрен золы (истинная плотность золы находится в пределах $\rho_{з}$=1,0…2,0 кг/л),

1000 л – величина 1 м^3 бетонной смеси.

5.15 Номинальный состав начального состава бетона оснований соответствует формуле (5.5)

$$Ц : П : Щ : З : В = 1 : \frac{П}{Ц} : \frac{Щ}{Ц} : \frac{З}{Ц} : \frac{В}{Ц}. \qquad (5.5)$$

5.16 Начальный состав бетона оснований рекомендуется рассчитывать при следующем содержании золы (З): $З_1 = 0$, а также не менее, чем ещё для двух расходов, для $З_2 = 50$ кг/м^3 и $З_3 = 100$ кг/м^3 (п. 5.2), и не менее, чем для трёх выбранных значений В/Ц (п. 5.9), для каждого содержания золы.

Далее, находят зависимости прочности бетона основания от Ц/В, например, графически, для бетона без золы и с разным её расходом.

Здесь важно, для последующего сравнения прочности бетонов, чтобы полученные жёсткие бетонные смеси были полностью уплотнены: фактическая плотность жёсткой бетонной смеси ($\rho_ф$) должна быть не менее 0,98 от её расчётной величины ($\rho_р$)

Расчётную плотность бетонной смеси определяют по формуле (5.6)

$$\rho_р = \frac{Ц+П+Щ+З+В}{\frac{Ц}{\rho_ц}+\frac{П}{\rho_{пз}}+\frac{Щ}{\rho_{щз}}+\frac{З}{\rho_з}+В}. \qquad (5.6)$$

5.17 Рекомендуется экспериментальное уточнение начальных (расчетных) составов бетона оснований без золы и с разным её содержанием осуществлять поэтапно.

5.17.1 Рассчитывают расход материалов на пробный опытный замес.

5.17.2 Воспроизводят рассчитанный начальный состав бетона в пробном замесе с использованием смесителя принудительного действия. Время перемешивания затворенной бетонной смеси должно быть не менее 60 с.

Определяют жесткость бетонной смеси, ее плотность и коэффициент уплотнения, $К_у = \frac{\rho_ф}{\rho_р}$ (СНиП 3.06.03-85 п. 12.46, СНиП 3.09.01-85 п. 5.20), или объем защемлённого или вовлеченного в бетонную смесь воздуха, $V_в = \left(1 - \frac{\rho_ф}{\rho_р}\right) \cdot 100$, %, через 10 мин, 30 мин и 60 мин после окончания перемешивания.

При этом, для бетонной смеси любого состава величина $К_у$ должна быть не менее 98 %, $V_в$ – не более 2 %.

Здесь $\rho_ф$- фактическая плотность бетонной смеси по ГОСТ 10181, $\rho_р$ – расчётная (по формуле (5.6)).

5.17.3 Если в результате пробного замеса жёсткость бетонной смеси оказывается выше (ниже) требуемой величины, то, соответственно, увели-

чивают (уменьшают) расход воды в рассчитанном начальном составе бетона на величину ΔВ.

Соответственно величине ΔВ пересчитывают расход песка и цемента в бетоне, увеличивая (уменьшая) расход цемента на величину $\Delta Ц = \frac{\Delta В}{В/Ц}$, кг/м^3, уменьшают (увеличивают) расход песка, кг/м^3, на величину

$$\Delta П = -\left(\frac{\Delta Ц}{\rho_ц} + \Delta В\right) \cdot \rho_{пз} = -\Delta В \cdot \left(\frac{1}{\rho_ц \cdot В/Ц} + 1\right) \cdot \rho_{пз}.$$

Расход щебня и величина В/Ц при этом остаются неизменными.

Пробные замесы повторяют до получения требуемой жёсткости и степени уплотнения бетонной смеси.

5.17.4 Уточняют оптимальную величину раздвижки зёрен щебня раствором $К_р$. Для этого дополнительно воспроизводят рассчитанный состав бетона, уточненный по водосодержанию бетонной смеси, для не менее, чем двух величин $К_р$, для $К_{р1,2} = К_р \pm (0{,}1\text{-}0{,}2)$, в указанном выше диапазоне значений, $К_р$=1,2-1,5.

Выбирают величину $К_р$, при которой бетонная смесь характеризуется минимальной жёсткостью и максимальной плотностью (степенью уплотнения) при обеспечении её сохраняемости.

5.17.5 Изготавливают контрольные образцы бетона для испытания на прочность при сжатии (образцы-кубы) и растяжение при изгибе (образцы-призмы (балки)), а также для испытания бетона на морозостойкость (образцы-кубы).

Рекомендуется также изготавливать образцы-цилиндры для последующего определения прочности бетона на растяжение при раскалывании.

Рекомендуется твердение образцов бетона осуществлять в нормальных условиях по ГОСТ 10180 и в условиях твердения основания и испытывать их в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток.

5.17.6 При расчете производственного состава бетона учитывают влажность заполнителей.

По результатам определения влажности заполнителей корректируют начальный состав бетона, рассчитанный для сухих материалов, получают рабочий состав бетона для материалов естественной влажности, используя следующие зависимости:

расход щебня увеличивают на $\Delta Щ_в = \frac{Щ \cdot W_щ}{100}$,

песка – $\Delta П_в = \frac{П \cdot W_п}{100}$,

расход воды уменьшают на $\Delta В_в = -\frac{П \cdot W_п}{100} + \frac{Щ \cdot W_щ}{100}$,

где $W_щ$ – влажность щебня,

$W_п$ – влажность песка, % массы.

6 Рекомендации к производству работ

6.1 Приготовление и укладку жёсткой бетонной смеси для бетона оснований с золой осуществляют так же, как обычных жёстких бетонных смесей, уплотняемых по технологии укатки.

6.2 Жёсткие бетонные смеси рекомендуется изготавливать в смесителях принудительного перемешивания, обеспечивающих требуемое, из условий однородности, качество перемешивания.

Время перемешивания жёсткой бетонной смеси с золой рекомендуется назначать в соответствии с требованиями ГОСТ 7473, но не менее 60 с.

Хранение и дозирование золы осуществляют аналогично цементу.

6.3 Объем бетонной смеси следует определять в уплотнённом состоянии (ГОСТ 7473, ГОСТ 27006), при требуемой степени уплотнения, $К_у$ не менее 98 %, на ЦБЗ, при выпуске бетонной смеси, и на месте укладки бетона в качестве входного и приёмочного контроля.

6.4 Открывать движение построечного транспорта по основанию из жёстких бетонных смесей с золой, уплотняемых методом укатки, рекомендуется только после того, как бетон наберёт не менее 90 % проектной прочности на сжатие и не менее 100 % проектной прочности на растяжение при изгибе.

6.5 Распределение жёсткой бетонной смеси с золой в слое основания перед уплотнением с помощью укатки следует осуществлять с учётом запаса на уплотнение от 20 % до 30 %, который уточняется при пробном бетонировании.

6.6 Уплотнение жёсткой бетонной смеси с помощью гладковальцевых или комбинированных виброкатков следует начинать после её распределения на минимально возможной длине захватки (обычно, от 20 до 30 м).

6.7 Толщина одного слоя основания из жёсткой бетонной смеси с золой, уплотняемой укаткой, не должна превышать 20 см (в уплотнённом состоянии).

6.8 В бетонном основании из жёсткой бетонной смеси с золой рекомендуется нарезать швы сжатия и расширения независимо от заданной проектом прочности бетона.

Конструкция продольных и поперечных деформационных швов в цементобетонном основании, а также расстояние между ними, должны быть указаны в проекте. Допускается назначать расстояние между швами сжатия в бетоне основания не более 15 м, а расширения – не более 60 м.

7 Рекомендации по методам проведения испытаний

7.1 Соответствие золы нормируемым характеристикам производят по методикам ГОСТ 25818.

7.2 Отбор проб жесткой бетонной смеси производят в соответствии с ГОСТ 18105, ГОСТ 10180 и ГОСТ 10181.

7.3 Контроль и оценку прочности бетона оснований на растяжение при изгибе и на сжатие при подборе состава бетона и при производственном контроле осуществляют по схеме «Г» ГОСТ 18105.

7.4 Контрольные образцы из жёсткой бетонной смеси при подборе состава и контроле на строительной площадке и в заводской лаборатории изготавливают в соответствии с ГОСТ 10180.

При этом рекомендуется в лабораторных условиях определить переходные коэффициенты от прочности бетона на растяжение при раскалывании (R_{tt}) к прочности на растяжение при изгибе (R_{tb}) и на сжатие (R), согласно приложению 11 ГОСТ 10180.

Обычно, для стандартных материалов для бетона оснований без воздухововлекающих или газообразующих добавок

$$\frac{R_{tb}}{R_{tt}} \cong 1{,}5, \frac{R}{R_{tt}} \cong 10{,}0.$$

Поученные экспериментально переходные коэффициенты целесообразно использовать в последующем, при контроле и оценке прочности бетона оснований по отобранным из основания образцам-кернам по ГОСТ 28570.

7.5 При контроле прочности бетона оснований с золой с помощью образцов-кернов, рекомендуется выбуривать не менее 4 кернов с каждой захватки, но не менее, чем по 2 керна из одной плиты.

Образцы-керны рекомендуется испытывать на растяжение при раскалывании и, с использованием переходных коэффициентов, оценивать соответствие полученной фактически прочности бетона основания на сжатие и на растяжение при изгибе проектным требованиям.

При этом, рекомендуется объединять полученные результаты:

– в серии (по ГОСТ 28570), не менее, чем по 2 единичных значения (результата испытания кернов) образцов из одной плиты;

– в партии (схема «Г» ГОСТ 18105), полученные средние значения прочности в сериях.

7.6 Морозостойкость определяют по ГОСТ 10060.0-10060.2 при подборе состава, а также при изменении состава или характеристик используемых материалов, но не реже одного раза в три месяца.

Приложение А

(справочное)

Перечень основных действующих нормативно-технических документов, регламентирующих использование тяжелых бетонов в дорожном строительстве, в том числе получаемых из жёстких бетонных смесей, и зол-уноса.

СНиП 2.05.02-85	Автомобильные дороги
СНиП 3.06.03-85	Автомобильные дороги
СНиП 32-03-96	Аэродромы
СНиП 52 -01-2003	Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
СНиП 82-02-95	Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций
ГОСТ 310.3-76	Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объёма
ГОСТ 310.4-81	Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии
ГОСТ 7473-2010	Смеси бетонные. Технические условия
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 10060.0-95	Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования
ГОСТ 10060.1-95	Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости
ГОСТ 10060.2-95	Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многовариантном замораживании и оттаивании

ГОСТ 10180-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181-2000	Смеси бетонные. Методы испытаний
ГОСТ 10538-87	Топливо твердое. Методы определения химического состава золы
ГОСТ 11022-95	Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности
ГОСТ 12730.0-78	Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости
ГОСТ 12730.2-78	Бетоны. Метод определения плотности
ГОСТ 12730.3-78	Бетоны. Метод определения влажности
ГОСТ 12730.4-78	Бетоны. Методы определения показателей пористости
ГОСТ 18105-2010	Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
ГОСТ 23227-78	Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и торф. Методы определения свободного оксида кальция
ГОСТ 23732-2011	Вода для бетонов и растворов. Технические условия
ГОСТ 24211-2008	Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия
ГОСТ 25192-82	Бетоны классификация и общие технические требования
ГОСТ 26633-91	Бетоны тяжёлые и мелкозернистые. Технические условия
ГОСТ 27006-86	Бетоны. Правила подбора состава
ГОСТ 28570-90	Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций
ГОСТ 30744-2001	Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка

ВСН 139-80 Инструкция по устройству цементобетонных покрытий автомобильных дорог (приказ Минтрансстроя СССР от 07.02.1980 № Л-210)

РД 34.09.603-88 Методические указания по организации контроля состава и свойств золы и шлаков, отпускаемых потребителям тепловыми электростанциями Минэнерго СССР

РД 34.44.214-96 Топливо твердое минеральное. Определение химического состава золы рентгенофлуоресцентным методом

Методические рекомендации по проектированию жёстких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91) (распоряжение Минтранса России от 03.12.2003 № ОС-1066-р)

Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов (к ГОСТ 27006-86). Госстрой СССР. – М. :ЦИПТ Госстроя СССР, 1990

Технические условия на применение золы-уноса тепловых электростанций как добавки к цементу и бетону гидротехнических сооружений и для сборного железобетона. Госэнергоиздат, Ленинград, 1961

Рекомендации по применению в бетонах золы, шлака и золошлаковой смеси тепловых электростанций. – М.:Стройиздат, 1986

Приложение Б

(справочное)

Физико-химические свойства зол-уноса, получаемых при сжигании углей разных марок и месторождений

Таблица Б.1 – Зола-уноса кузнецких углей марки Т (ГОСТ 8167-87)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	46,0-55,0
Al_2O_3	22,0-39,0
Fe_2O_3	5,0-17,0
CaO	2,0-5,0
MgO	0,2-2,4
K_2O	0,2-1,0
Na_2O	0,1-0,7
SO_3	0,2-1,6
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	0,2-1,3
Удельная поверхность, $м^2/кг$	
с электрофильтра	150-520
с батарейного циклона	230-240

Таблица Б.2 – Зола-уноса кузнецких углей марок Г и Д (ГОСТ 8167-87)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	59,0-67,0
Al_2O_3	16,0-23,0
Fe_2O_3	4,4-13,0
CaO	2,1-7,2
MgO	1,1-4,3
K_2O	1,2-4,2
Na_2O	1,4-1,6
SO_3	0,4-1,8
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	0,6
Потеря массы при прокаливании, %	2,7-12,5
Удельная поверхность, $м^2/кг$	186-366

Таблица Б.3 – Зола-уноса кузнецких углей марки СС (ГОСТ 8167-87)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	57,0-60,0
Al_2O_3	16,0-25,0
Fe_2O_3	6,0-13,0
CaO	3,5-5,2
MgO	1,3-2,7
K_2O	0,2-1,5
Na_2O	1,0-1,8
SO_3	0,8-1,6
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	2,2-6,0
Удельная поверхность, $м^2/кг$	400-450

Таблица Б.4 – Зола-уноса донецких углей марки АШ (ТУ 12.11.271-92)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	35,0-56,0
Al_2O_3	12,0-28,0
Fe_2O_3	9,0-18,0
CaO	1,0-5,0
MgO	0,2-3,0
K_2O	2,5-5,0
Na_2O	0,6-2,0
SO_3	0,2-3,0
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,5
Потеря массы при прокаливании, %	8,0-22,0
Удельная поверхность с электрофильтра, $м^2/кг$	300-500

Таблица Б.5 – Зола-уноса донецких углей марок ГСШ, Г, Д (ТУ 12.11.271-92)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	45,0-58,0
Al_2O_3	20,0-32,0
Fe_2O_3	7,0-18,0
CaO	2,0-6,0
MgO	0,4-2,5
K_2O	1,5-4,0
Na_2O	0,5-1,5
SO_3	0,4-1,5
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	2,0
Потеря массы при прокаливании, %	0,5-10,0
Удельная поверхность, $м^2/кг$	200-400

Таблица Б.6 – Зола-уноса подмосковных углей (ТУ 12.11.270-92)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	46,0-55,0
Al_2O_3	22,0-39,0
Fe_2O_3	5,0-17,0
CaO	2,0-5,0
MgO	0,2-2,4
K_2O	0,2-1,0
Na_2O	0,1-0,7
SO_3	0,2-1,6
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	0,2-1,3
Удельная поверхность, $м^2/кг$	
с электрофильтра	153-400
с батарейного циклона	88-204

Таблица Б.7 – Зола-уноса челябинских углей (ТУ 12.36.258-92, ТУ 12.36.261-92)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	49,0-60,0
Al_2O_3	21,0-27,0
Fe_2O_3	6,0-20,0
CaO	2,0-4,0
MgO	1,5-3,5
K_2O	0,7-2,5
Na_2O	0,7-1,1
SO_3	0,3-1,2
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	0,2-3,5
Удельная поверхность, $м^2/кг$	100-300

Таблица Б.8 – Зола-уноса воркутинского угля (ГОСТ 7241-88)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	61,0-67,0
Al_2O_3	16,0-21,0
Fe_2O_3	6,8-10,0
CaO	0,7-3,1
MgO	1,7-2,6
K_2O	1,6-2,6
Na_2O	0,6-1,6
SO_3	0,3-1,3
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	1,4-6,4
Удельная поверхность с батарейного циклона, $м^2/кг$	230-273

Таблица Б.9 – Зола-уноса интинских углей (ГОСТ 7241-88)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	51,0-60,0
Al_2O_3	16,0-19,0
Fe_2O_3	11,0-16,0
CaO	3,6-6,0
MgO	2,4-3,4
K_2O	1,1-1,6
Na_2O	1,3-1,5
SO_3	0,7-2,3
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,4
Потеря массы при прокаливании, %	0,5-4,3
Удельная поверхность с батарейного циклона, $м^2/кг$	180-260

Таблица Б.10 – Зола-уноса экибастузских углей (ТУ 12.21.086-92)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	54,0-65,0
Al_2O_3	21,0-30,0
Fe_2O_3	2,0-13,0
CaO	0,3-3,6
MgO	0,1-1,5
K_2O	0,3-1,4
Na_2O	0,1-0,6
SO_3	0,1-2,0
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	0,3-5,0
Удельная поверхность с электрофильтра, $м^2/кг$	263-544

Таблица Б.11 – Зола-уноса нерюнгринского угля (ГОСТ 19339-88)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	50,0-60,0
Al_2O_3	20,0-30,0
Fe_2O_3	6,0-18,0
CaO	2,0-11,0
MgO	1,0-3,5
K_2O	0,2-1,3
Na_2O	0,2-0,6
SO_3	0,5-1,2
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	1,0
Потеря массы при прокаливании, %	10,0-20,0
Удельная поверхность с электрофильтра, $м^2/кг$	250-650

Таблица Б.12 – Зола-уноса ирша-бородинского угля (ТУ 12.36.341-91)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	27,0-60,0
Al_2O_3	1,6-12,2
Fe_2O_3	6,0-15,7
CaO	18,0-40,0
MgO	2,3-9,3
K_2O	0,1-2,6
Na_2O	0,2-0,9
SO_3	0,3-5,0
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	0,7-13,0
Потеря массы при прокаливании, %	2,0
Удельная поверхность, $м^2/кг$	
с электрофильтра	300-490
с батарейного циклона	77-210

Таблица Б.13 – Зола-уноса назаровского угля (ТУ 12.36.341-91)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	21,0-35,0
Al_2O_3	6,0-13,0
Fe_2O_3	12,0-17,0
CaO	28,0-46,0
MgO	2,7-6,0
K_2O	0,2-0,6
Na_2O	0,1-0,6
SO_3	2,3-9,0
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	3,2-13,0
Потеря массы при прокаливании, %	2,5
Удельная поверхность, $м^2/кг$	
с электрофильтра	186-410
с батарейного циклона	95-126

Таблица Б.14 – Зола-уноса березовского угля (ТУ 12.36.341-91)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	13,0-45,0
Al_2O_3	6,0-16,0
Fe_2O_3	5,0-13,0
CaO	34,0-60,0
MgO	5,0-10,0
K_2O	0,2-1,0
Na_2O	0,1-1,1
SO_3	1,0-18,0
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	5,0-24,0
Потеря массы при прокаливании, %	1,0-12,0
Удельная поверхность с электрофильтра, $м^2/кг$	174-400

Таблица Б.15 – Зола-уноса прибалтийских сланцев (ГОСТ 7754-89)

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание оксидов, %:	
SiO_2	19,0-34,0
Al_2O_3	3,0-9,3
Fe_2O_3	3,5-5,3
CaO	32,0-59,0
MgO	2,0-6,4
K_2O	1,0-6,0
Na_2O	0,3-4,0
SO_3	10
свободного оксида кальция, $CaO_{св}$	5,0-27,0
Потеря массы при прокаливании, %	3,0
Удельная поверхность с электрофильтра, $м^2/кг$	200-400

Библиография

[1] ОДМ 218.1.001-2010	Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства
[2] ОДМ 218.1.002-2010	Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве
[3] СНиП 2.05.02-85	Автомобильные дороги
[4] ОДМ 218.3.012-2011	Цементы для бетона покрытий и оснований автомобильных дорог
[5] ОСТ 34-70-542-2001	Зола-унос тепловых электростанций. Нормативные характеристики

ОКС 91.100.30

Ключевые слова: зола-уноса, бетон оснований автомобильных дорог, жёсткая бетонная смесь, минеральная добавка

Руководитель организации-разработчика

Генеральный директор ООО «Биотех» _____ М. С. Ермолов

gost.e-ecolog.ru