

A photograph of a modern building's interior under construction. The scene shows a long, narrow hallway with a concrete floor and walls. A staircase with concrete steps and a dark metal handrail is visible on the right side. The ceiling is made of large, light-colored concrete panels. Sunlight streams in from the left, creating a series of bright, parallel bands of light on the floor. The overall atmosphere is industrial and architectural.

**Расширение области применения шлаков
в транспортном строительстве**

Староверов Вадим Дмитриевич
к.т.н., доцент
Кафедра ТСМиМ СПбГАСУ
[vk.com>tsmim_spbgasu](https://vk.com/tsmim_spbgasu)

В 2015 г. всеми государствами-членами ООН были приняты цели в области устойчивого развития

 **ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**



Национальные проекты	ЦУР
 Здоровоохранение	ЦУР 3
 Образование	ЦУР 4
 Демография	ЦУР 1, ЦУР 3, ЦУР 4, ЦУР 5, ЦУР 10
 Культура	ЦУР 4, ЦУР 11
 Безопасные и качественные автомобильные дороги	ЦУР 3, ЦУР 9, ЦУР 11
 Жилье и городская среда	ЦУР 11
 Экология	ЦУР 6, ЦУР 12, ЦУР 11, ЦУР 15
 Наука	ЦУР 9, ЦУР 17
 Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы	ЦУР 8
 Цифровая экономика	ЦУР 9, ЦУР 10, ЦУР 16
 Производительность труда и поддержка занятости	ЦУР 2, ЦУР 8
 Туризм и индустрия гостеприимства	ЦУР 9, ЦУР 11
 Международная кооперация и экспорт	ЦУР 17
 Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры	ЦУР 7, ЦУР 9

Цели в области устойчивого развития

- **своеобразный призыв к действию, исходящим от всех стран — бедных, богатых и среднеразвитых, нацелен на улучшение благосостояния и защиту нашей планеты**
- **меры по ликвидации бедности должны приниматься параллельно усилиям по наращиванию экономического роста и решению целого ряда вопросов в области образования, здравоохранения, социальной защиты и трудоустройства, а также борьбе с изменением климата и защите окружающей среды**

Устойчивое развитие (sustainable development) – это набор инструментов и практик, которые обеспечивают удовлетворение потребностей настоящего времени, но при этом не ставят под угрозу качество жизни будущих поколений.

Факторы ESG – ключевые индикаторы для инвестиционной привлекательности в меняющемся мире.

Тренд на ответственное инвестирование и устойчивое развитие предопределит структуру финансовых рынков в XXI веке.

Аббревиатуру ESG (environmental, social, governance) можно расшифровать как «природа, общество, управление». Это свод правил и подходов к ведению бизнеса, которые способствуют его устойчивому развитию.

- E — Environment — внимательное отношение к окружающей среде.
- S — Social — социальная ответственность. Сюда относят взаимодействие с обществом в целом — клиентами и сотрудниками. Соблюдение трудовых норм, качественное обслуживание и безопасность. А также благотворительные инициативы.
- G — Governance — ответственное корпоративное управление. Прозрачность работы компании, сохранность данных клиентов, выплата белых зарплат и противодействие коррупции.



Фото: issek.hse.ru

Нормативная правовая база и стандарты



**Климатическая доктрина
Российской Федерации**

**Федеральный закон
«Об охране окружающей
среды»**

**Энергетическая стратегия
Российской Федерации**

**Стратегия развития
промышленности
строительных материалов**



**Распоряжение Правительства РФ
от 15.06.2022 г. № 1557-р**

**Распоряжение Правительств РФ
от 02.08.2023 г. №2094-р**



**Отраслевая программа
«Применение вторичных
ресурсов, вторичного сырья из
отходов в сфере строительства и
жилищно-коммунального
хозяйства на 2022-2030 годы»**

**Во исполнение мероприятий
Комплексного плана в 2022-2023
годах уже обновлены и
утверждены 23 документа по
стандартизации**

**Стандартизация в области вовлечения золошлаковых отходов играет важную роль
в экологической безопасности и экономической эффективности промышленности**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
25818—
2017



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
202
(проект,
окончательная
редакция)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
25592—
2019

**ЗОЛЫ-УНОСА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
ДЛЯ БЕТОНОВ**

Технические условия

**ЗОЛЫ-УНОСА
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

Технические условия

**СМЕСИ ЗОЛОШЛАКОВЫЕ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
ДЛЯ БЕТОНОВ**

Технические условия



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
57789—
2017

**ЗОЛЫ, ШЛАКИ И ЗОЛОШЛАКОВЫЕ СМЕСИ
ТЭС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННЫХ
ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ**

Технические условия



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
56618—
2015

Ресурсосбережение

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

**Технические требования к характеристикам
угольной золы и золы-уноса,
предназначенным для вторичного использования**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

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

ОДМ 218.2.031—2013

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ

202_

(Проект RU,
первая редакция)

ШЛАКИ ДОМЕННЫЕ ГРАНУЛИРОВАННЫЕ
ТОНКОМОЛОТЫЕ ДЛЯ БЕТОНОВ
Технические условия

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на шлак доменный гранулированный тонкомолотый (далее - ШДГТ), предназначенный для применения в качестве активной минеральной добавки для бетонов, строительных растворов, сухих строительных и ремонтных смесей.

ШДГТ по настоящему стандарту могут использоваться также в качестве компонента при производстве:

- цементов (общестроительных и специальных, в т.ч. тампонажных);
- комплексных минеральных вяжущих и инъекционных растворов для стабилизации, укрепления и закрепления грунтов;
- тампонажных растворов для цементации закарстованных пород;
- закладочных смесей для заполнения выработок месторождений полезных ископаемых.

Таблица А.1 – Эффективность вяжущего, приготовленного с применением ШДГТ, в различных классах сред эксплуатации

Вяжущее		Среды эксплуатации																		
		Неагр. среда	Коррозия арматуры в следствии карбонизации бетона				Хлоридная коррозия						Попеременное замораживание и оттаивание				Химическая (до черты) и сульфатная (под чертой) коррозия			
							Морская вода			Прочие хлоридные воздействия										
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Обычный портландцемент		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Смешанное вяжущее, состоящее из обычного портландцемента и ШДГТ в количестве по массе, %	св. 5 до 20	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	++ +	++ +	++ +	
	св. 20 до 35	++	+	+	+	+	++	++	++	++	++	-	+	-	-	-	++ +	++ +	++ +	
	св. 36 до 65 ¹	++	+	+	+	+	++	++	++	++	++	-	+	-	-	-	++ ++	++ ++	++ ++	
<p>¹ Смешанное вяжущее с содержанием ШДГТ в составе смешанного вяжущего в количестве от 36 до 65 % по массе приравнивается ко II группе вяжущих по сульфатостойкости⁷.</p> <p>Примечание — В настоящей таблице применены следующие обозначения: "++" – высокая эффективность, ШДГТ может быть использован в составе смешанного вяжущего без применения концепции коэффициента применения k; "+" – достаточная эффективность, но применение ШДГТ по концепции эффективного вяжущего без использования концепции коэффициента применения k, требует дополнительных обосновывающих исследований. "-" – низкая эффективность, ШДГТ может быть использован в составе смешанного вяжущего только с коэффициентом применения k.</p>																				

⁷ См таблицы В.4 и В.5 СП 28.13330.2017 «СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»

Таблица А.1 настоящего стандарта имеет расхождения с положениями таблицы Д.3 ГОСТ 31384-2017 в части оценки эффективности применения ШДГТ в составе смешанного вяжущего для некоторых сред эксплуатации.

Согласно положениям таблицы Д.3 ГОСТ 31384-2017:

- в среде эксплуатации XS3 (коррозия, вызванная действием морской воды в зоне прилива и отлива и при обрызгивании) применение ШДГТ при содержании его в смешанном вяжущем свыше 20 до 35 % по массе не допускается (но при этом рекомендуется для других как больших, так и меньших пропорций смешивания), однако известно, что ШДГТ эффективнее обычного портландцемента сопротивляется воздействию морской воды при любых пропорциях смешивания;

- в среде эксплуатации XD3 (коррозия, вызванная действия хлоридов (кроме морской воды) при попеременном увлажнении и высушивании при применении противогололедных реагентов) применение ШДГТ при содержании его в смешанном вяжущем свыше 35 до 65 % рекомендуется, хотя меньшей доле ШДГТ не допускается;

- в среде эксплуатации XA (для сульфатной коррозии) применение ШДГТ при содержании его в смешанном вяжущем свыше 65 % не допускается, хотя шлакопортландцемент (в котором содержание доменного гранулированного шлака также составляет до 65 % по массе) относят ко II группе цементов по сульфатостойкости



Сегодня на специализированных золоотвалах накоплено порядка 1,3 млрд. тонн ЗШО, при этом ежегодно образуется порядка 18 млн. тонн, из которых повторно применяется около 30%

Необходимость

Более глубокого вовлечения в технологии производства строительных материалов и изделий попутных продуктов промышленности (зол-уноса и шлаков)



Результат

- такой подход существенным образом повлияет на снижение углеродного следа цементной промышленности, так как снижаются выбросы CO₂ (на 9–10% на каждые 10% замещенного шлаком клинкера)
- расширение номенклатуры вяжущих (в т.ч. малоклинкерных и бесклинкерных) и бетонов, в том числе применяемых для транспортного строительства

С 1 января 2025 г. устанавливается перечень видов продукции, производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе, а также перечень видов работ, услуг, выполнение и оказание которых осуществляются с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в их составе



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 28 августа 2024 г. № 2330-р

МОСКВА

ПЕРЕЧЕНЬ

видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья¹ в ее составе

Наименования видов продукции (товаров)	Доля вторичного сырья (минимальная доля вторичного сырья от общего количества используемого сырья), процентов ²	Код продукции по Общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (ОКПД 2)	Наименование продукции по Общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (ОКПД 2)
1. Цементы общестроительные (за исключением цементов марки ЦЕМ 0 и марки ЦЕМ 1), производимые с использованием сланцевой золы, и (или) золошлаковых смесей (золы-уноса), и (или) белитового (нефелипового) шлама, и (или) гранулированного доменного шлака ³	6	23.51	цемент

1. В соответствии со статьей 5 Федерального закона "Об охране окружающей среды" утвердить прилагаемые:

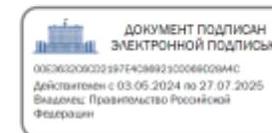
перечень видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе;

перечень видов работ, услуг, выполнение и оказание которых осуществляются с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в их составе.

2. Минпромторгу России ежегодно, начиная с 2025 года, не позднее 1 сентября, представлять в Правительство Российской Федерации согласованные с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти предложения по актуализации утвержденных настоящим распоряжением перечней.

3. Настоящее распоряжение вступает в силу с 1 января 2025 г.

Председатель Правительства
Российской Федерации



М.Мишустин



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 8 июля 2022 г. № 1224

МОСКВА

Об особенностях описания отдельных видов товаров, являющихся объектом закупки для обеспечения государственных и муниципальных нужд, при закупках которых предъявляются экологические требования

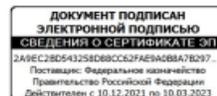
В соответствии с частью 5 статьи 33 Федерального закона "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т :**

1. Утвердить прилагаемые особенности описания отдельных видов товаров, являющихся объектом закупки для обеспечения государственных и муниципальных нужд, при закупках которых предъявляются экологические требования.

2. Министерству промышленности и торговли Российской Федерации ежегодно, начиная с 2024 года, не позднее 1 сентября, представлять в Правительство Российской Федерации согласованные с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации предложения о видах товаров, являющихся объектом закупки для обеспечения государственных и муниципальных нужд, при закупках которых предъявляются экологические требования, а также о минимальной доле вторичного сырья, использованного при их производстве.

3. Настоящее постановление вступает в силу с 1 января 2023 г.

Председатель Правительства
Российской Федерации



М.Мишустин



Накопленный опыт и сдерживающие факторы

Научный и практический потенциал

Опыт СССР и современный практический опыт показали, что гранулированный шлак играет роль полноценной минеральной добавки к цементам для гражданского и дорожно-транспортного строительства.

В СССР было доказано, что даже при открытом способе помола клинкера допускается вводить в портландцемент гранулированный шлак от 10% и более процентов, что обеспечивает необходимую долговечность бетона изделий, эксплуатируемых в агрессивных условиях, в том числе — высокую коррозионную стойкость по отношению к действию противогололедных реагентов

Доказательная база

Многочисленные НИР

Множество научных публикаций

Накопленные результаты научных исследований и практического опыта однозначно указывают на то, что цементы с добавлением шлака до 15% характеризуются высокой коррозионной стойкостью по отношению к действию противогололедных реагентов.

Роль НД

Требования нормативных документов косвенно влияют на объемы глубокой переработки золошлаковых отходов промышленностью строительных материалов, не способствуя их увеличению

Долговечность как один из показателей качества



Ограничения в НД

Отечественные НД

Анализ нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации, на цементы и изделия из бетона показал, что в них содержатся не однозначные требования, базирующиеся на научном и практическом опыте.

Анализ приведенных НД показал следующее: в большинстве стандартов ограничивающие требования по содержанию шлака в цементе отсутствуют; в некоторых стандартах содержится ограничение (применение в цементе либо не более 5 %, либо не более 15 %, либо не более 20 % шлака), также имеется несогласованность по содержанию C_3A (не более 7 % или 8 %). Отсюда следует, что необходимо привести требования, предъявляемые к однородной группе дорожных изделий, эксплуатируемых в определенной среде (XF4), к единообразию. И если нормирование требований по минеральному составу обосновано необходимостью обеспечения коррозионной стойкости, то нормирование по вещественному составу уже не отвечает накопленному научно-практическому опыту.

Зарубежные НД

В зарубежных стандартах (к примеру, EN 1338, EN 1339) не содержится ограничительных требований по содержанию гранулированного шлака в качестве добавок к цементам для изготовления бетонов для дорожно-транспортных изделий и конструкций.

В некоторых случаях требуется дополнительное обоснование путем проведения испытаний таких бетонов в соответствующей агрессивной среде.

Нормативные документы на цементы

база ТР 014/2011

ГОСТ 33174-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования»



с 01.01.2022 г. отменен

ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»



введен в действие с 01.07.2021 г.

ГОСТ Р 55224-2020 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия»



введен в действие с 01.01.2022 г.

ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия» + ГОСТ 30515-2013 «Цементы. Общие технические условия»



Нормативные документы на цементы

ГОСТ 33174-2014

Цементы на основе портландцементного клинкера нормированного состава и применяемые для бетонов покрытий и оснований автомобильных дорог



ГОСТ 10178-85

«Н»
(обозначение цемента, полученного на основе клинкера нормированного состава)



ГОСТ Р 55224-2020

Цементы на основе портландцементного клинкера нормированного состава и применяемые в транспортном строительстве



ГОСТ 31108-2020

«Н»
(скорость твердения общестроительных цементов — нормально твердеющие тип I — ПЦ в качестве основного компонента вещественного состава только портландцементный клинкер)



Нормативные документы на цементы

ГОСТ 33174-2014

C_3A не более 7%

C_3S не менее 55%

C_3A+C_4AF не более 24%



ГОСТ 10178-85

клинкер нормированного состава -
содержание трехкальциевого
алюмината (C_3A) не более 8% по
массе



ГОСТ Р 55224-2020

C_3A не более 7%

C_3S не менее 55%

« $C_3A+C_3A+C_4AF$ » не более 24%
(для бетонов аэродромных
покрытий)



ГОСТ 31108-2020

C_3A — ?
ограничение по содержанию
трехкальциевого алюмината
отсутствует



Нормативные документы на цементы

ГОСТ 33174-2014

Цемент для бетона покрытий автомобильных дорог (**ДП**).

Цемент для бетона оснований автомобильных дорог (**ДО**).



ГОСТ 10178-85

ПЦ 400-Д0-Н, ПЦ 500-Д0-Н - для всех изделий

ПЦ 500-Д5-Н - для труб, шпал, опор, мостовых конструкций, независимо от вида добавки

ПЦ 400-Д20-Н, ПЦ 500-Д20-Н - для бетона дорожных и аэродромных покрытий при применении в качестве добавки гранулированного шлака в количестве не более 15%



ГОСТ Р 55224-2020

Цемент для бетонов аэродромных покрытий (**ДП**).

Цемент для изготовления железобетонных изделий и мостовых конструкций, применяемых в транспортном строительстве (**ЖИ**).

(в ГОСТ Р 55224-2012 ДП, ДО, ЖИ, УГ)



ГОСТ 31108-2020

Цементы подразделяют на шесть типов, в т.ч.
- **ЦЕМ 0** — бездобавочный портландцемент; (из табл. 1 — это ПЦ на 100% состоит из портландцементного клинкера, без вспомогательных компонентов и минеральных добавок)
- **ЦЕМ I** — портландцемент (по ГОСТ 30515: ПЦ — это цемент на основе портландцементного клинкера)



Нормативные документы на цементы

ГОСТ 33174-2014

Удельная поверхность цемента при измерении методом Блейна должна быть не менее **280** м²/кг и не более **400** м²/кг.



ГОСТ 10178-85

Удельная поверхность портландцемента с добавкой шлака для бетона дорожных и аэродромных покрытий должна быть не менее 280 м²/кг



ГОСТ Р 55224-2020

Удельная поверхность при измерении методом Блейна должна быть от **280** до **400** м²/кг.

(в ГОСТ Р 55224-2012:
Удельная поверхность цемента для бетона дорожных и аэродромных покрытий, а также для изготовления железобетонных изделий и мостовых конструкций должна быть не менее 270 и не более 350 м²/кг)



ГОСТ 31108-2020

Удельная поверхность не нормируется



Нормативные документы на цементы

ГОСТ 33174-2014

Риск потребителя не указан



ГОСТ 10178-85

Риск потребителя не указан



ГОСТ Р 55224-2020

Риск потребителя не указан



ГОСТ 31108-2020

Допустимый риск
потребителя (риск получения
потребителем партии цемента,
не отвечающей установленным
требованиям) **5%**



Нормативный документ	Требование	Комментарии
СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»	Морозостойкость бетона как определяющий фактор надежной эксплуатации тротуарных плиты и бортового камня должна обеспечиваться мерами первичной защиты. Соответственно, применение бетонов, стойких к воздействию агрессивной среды и отрицательным температурам, обеспечивается выбором цемента. В качестве вяжущих для приготовления бетонов следует использовать ПЦ, ПЦ с МД, ШПЦ.	Требование по ограничению применения цемента со шлаком не содержится. НД содержит требование о необходимости проводить испытания, подтверждающие возможность применения цемента с содержанием шлака до 20%
ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»	Цементы, соответствующие требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 22266, ГОСТ 31108, ГОСТ 33174 (в РФ также действует ГОСТ Р 55224-2020 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия»). В агрессивных условиях эксплуатации изделий и конструкций вид цемента следует выбирать по ГОСТ 31384. В качестве вяжущего для бетона покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов следует применять ПЦ на основе клинкера нормированного минералогического состава по ГОСТ 10178, цемент по ГОСТ 33174	
ГОСТ 31384-2017 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования»	В зависимости от агрессивного воздействия среды следует применять ПЦ, ПЦ с МД, ШПЦ по ГОСТ 10178, ГОСТ 30515, ГОСТ 31108	

ГОСТ 6665-91 «Камни бетонные и железобетонные бортовые. Технические условия»	Бездобавочный ПЦ, ПЦ с МД до 5% или ПЦ для бетонов дорожных и аэродромных покрытий, содержащий в цементном клинкере C_3A не более 8%, соответствующие ГОСТ 10178	НД содержит ограничение по содержанию МД (до 5%) в ПЦ
ГОСТ 21924.0-84 «Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия»	Плиты изготавливают из тяжелого бетона, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 26633. Для приготовления бетона следует применять ПЦ по ГОСТ 10178-85 с дополнительными требованиями для бетона дорожных покрытий	НД не ограничивает применение в составе цемента МД
ГОСТ 32961-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Камни бортовые. Технические требования»	Искусственные бортовые камни изготавливают из конструктивных бетонов по ГОСТ 26633	
ГОСТ 33148-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Плиты дорожные железобетонные. Технические требования»	Плиты изготавливают из тяжелых конструктивных цементных бетонов по ГОСТ 26633. Применяют ПЦ по ГОСТ 33174 без минеральных добавок, с содержанием трехкальциевого алюмината (C_3A) не более 8% по массе	НД запрещает применение в составе цемента любых МД

ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия»	ПЦ на клинкере нормированного состава без МД и с МД - доменного гранулированного шлака до 5%, ПЦ для дорожных и аэродромных покрытий, содержащие в цементном клинкере трехкальциевого алюмината (С ₃ А) не более 7%, отвечающие требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 31108, ГОСТ 33174	НД содержит конкретное ограничение по содержанию в цементе доменного гранулированного шлака (не более 5%)
ОДМ 218.3.081-2016 «Методические рекомендации по подбору составов цементобетонов для дорожного строительства в различных климатических зонах и с учетом эксплуатационных условий работы дорожных покрытий»	ПЦ, ПЦ с МД по ГОСТ Р 55224, ГОСТ 33174, ГОСТ 26633. Рекомендуется использовать ПЦ нормированного состава с содержанием трехкальциевого алюмината С ₃ А не более 7 %. В качестве основного компонента применяют только добавку доменного гранулированного шлака по ГОСТ 3476	Ограничение по содержанию шлака в цементе отсутствует. Коррозионную стойкость бетона требуется подтверждать испытаниями.
ГОСТ Р 55224-2020 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия»	НД позволяет применять для бетонов аэродромных покрытий и для железобетонных изделий и мостовых конструкций цементы с содержанием доменного гранулированного шлака по ГОСТ 3476 не более 15% суммарной массы основных компонентов	НД содержит ограничение по содержанию доменного шлака в цементе (не более 15%)

Примечания:

1. МД — минеральная добавка.
2. ШПЦ — шлакопортландцемент.
3. Кроме ГОСТ 33174 в РФ действует также ГОСТ Р 55224-2020 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия».
4. Согласно положениям СП 28.13330 и ГОСТ 31384 обоснованность применения цемента типа ЦЕМ II/A-Ш (цементы со шлаком до 20%) при эксплуатации в среде «замораживание — оттаивание» требуется подтвердить испытанием (см. табл. Д.1 СП 28.13330 и табл. Д.3 ГОСТ 31384-2017).
5. В настоящее время действие ГОСТ 10178-85 отменено в связи с принятием ГОСТ 31108-2020.
6. ОДМ 218.3.081-2016 в настоящее время признан утратившим в силу распоряжения Росавтодора (Федерального дорожного агентства) от 05.05.2022 № 1414-р.
7. При действии на насыщенный водой бетон переменного замораживания и оттаивания агрессивная среда классифицируется при сильном насыщении растворами солей антиобледенителей как XF4.

Нормативные документы на искусственные бортовые камни

ГОСТ 32961-2014

Распространяется на бортовые камни из бетонов, применяемые в сборных конструкциях на автомобильных дорогах общего пользования.

Не распространяется на бортовые камни из монолитного бетона.

Бортовые камни изготавливают из бетона класса прочности на сжатие и на растяжение при изгибе не ниже **B30** и **B_{тб}4,0** соответственно

Не должно превышать

- 6% масс. для мелкозернистого бетона
- 5% масс. - для тяжелого бетона

не ниже **F200**

Искусственные бортовые камни изготавливают из конструкционных бетонов по ГОСТ 26633 с применением плотных заполнителей

ГОСТ 6665-91

Распространяется на бетонные и железобетонные бортовые камни, изготавливаемые из мелкозернистого (песчаного) и тяжелого бетонов по ГОСТ 26633 в климатическом исполнении УХЛ по ГОСТ 15150

Бетон камней марки БР100.20.8 должен соответствовать классу бетона по прочности на сжатие не менее чем B22,5, а бетон остальных марок камней - не менее чем **B30**.

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе принимают не менее чем B_{тб}3,2 для камней марки БР100.20.8 и не менее чем **B_{тб}4,0** - для остальных марок.

Контроль прочности бетона камней проводят по ГОСТ 18105.

Не должно превышать по массе, %:

- 6 - для камней из мелкозернистого бетона;
- 5 - для камней из тяжелого бетона

от **F100** до **F300**

Бездобавочный ПЦ, ПЦ с МД до 5% или ПЦ для бетонов дорожных и аэродромных покрытий марки не ниже 400, содержащий в цементном клинкере не более 5% оксида магния и не более 8% трехкальциевого алюмината по ГОСТ 10178

Нормативные документы на искусственные бортовые камни

ГОСТ 32961-2014

Маркировку следует наносить на упаковку изделий, а в случае ее отсутствия - на торцевую поверхность не менее чем 10% поставляемых изделий в партии. Маркировку также следует отражать в документации поставки (накладных, счетах)

по ТР ТС 014/2011
обязательное подтверждение соответствия
в форме сертификации

ГОСТ 32962-2014

**Прочность на сжатие и растяжение при изгибе бетонов, из которых изготовлены бортовые камни, определяют одним из следующих методов:
по ГОСТ 10180, ГОСТ 17624 или ГОСТ 22690.**

???ГОСТ 28570???
(керны не испытывают)

ГОСТ 6665-91

Маркировка должна быть нанесена несмываемой краской на торцевую грань не менее чем 10% камней от партии в соответствии с ГОСТ 13015

Не подлежит обязательному подтверждению соответствия

ГОСТ 6665-91

Прочность бетона на сжатие и растяжение при изгибе по ГОСТ 10180 или ГОСТ 17624, или ГОСТ 22690.

(При изготовлении камней по способу вибропрессования, приводящему к изменению состава бетона, принимают поправочный коэффициент к прочности бетона контрольных образцов, устанавливаемый экспериментально в соответствии с требованиями ГОСТ 10180. При этом поправочный коэффициент следует принимать не менее 1).

???ГОСТ 28570???
(керны не испытывают)

Нормативные документы на искусственные бортовые камни

ГОСТ 32961-2014

Морозостойкость бетона, из которого изготовлены бортовые камни, определяют по ГОСТ 10060 при испытаниях по второму базовому методу.

F₂200

Образцы, отобранные из конструкций, испытывают по приложению А

ГОСТ 6665-91

Морозостойкость бетона определяют по ГОСТ 10060.0-ГОСТ 10060.4 или ГОСТ 26134 при насыщении образцов бетона камней перед испытанием 5%-ным водным раствором хлорида натрия.

При этом допускается снижение прочности на сжатие бетона образцов не более чем на 5% и потеря их массы не более чем на 3%.

F₂100...F₂300

Образцы, отобранные из конструкций, испытывают по приложению А

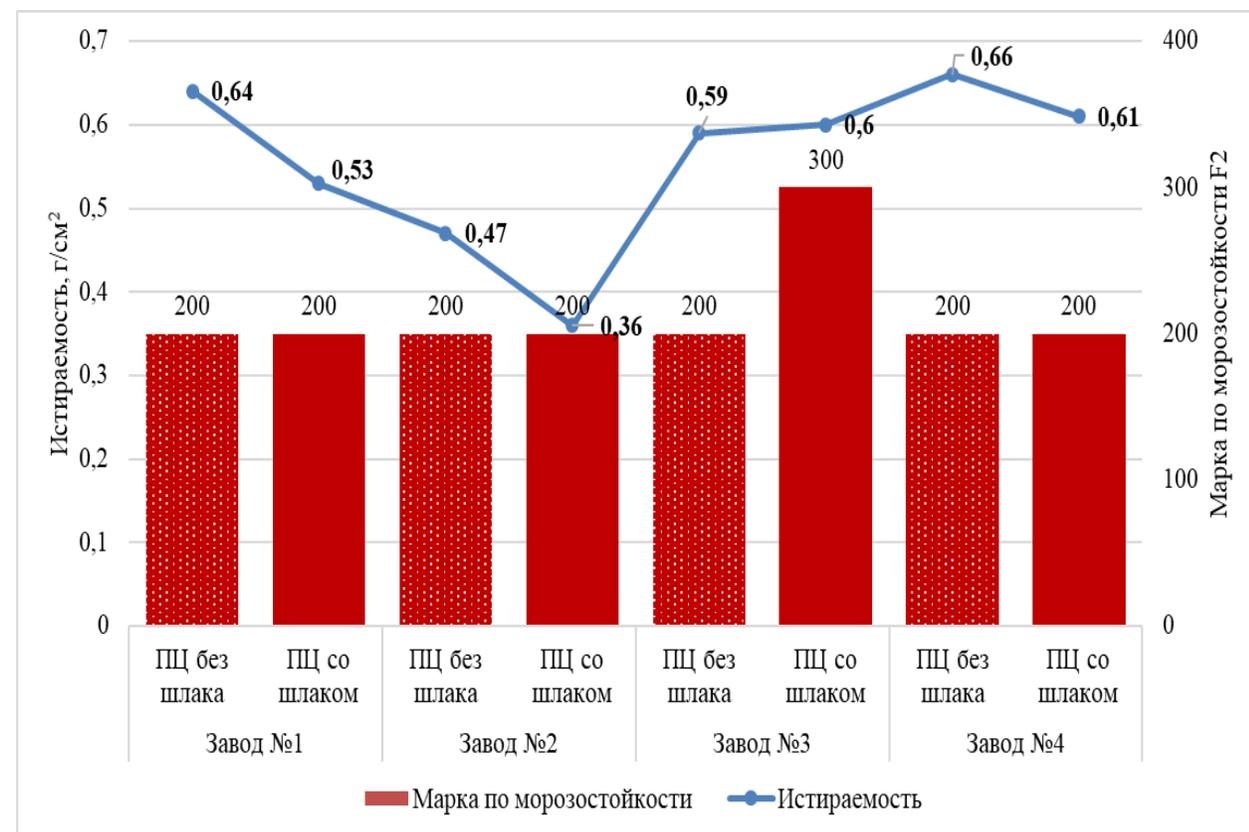
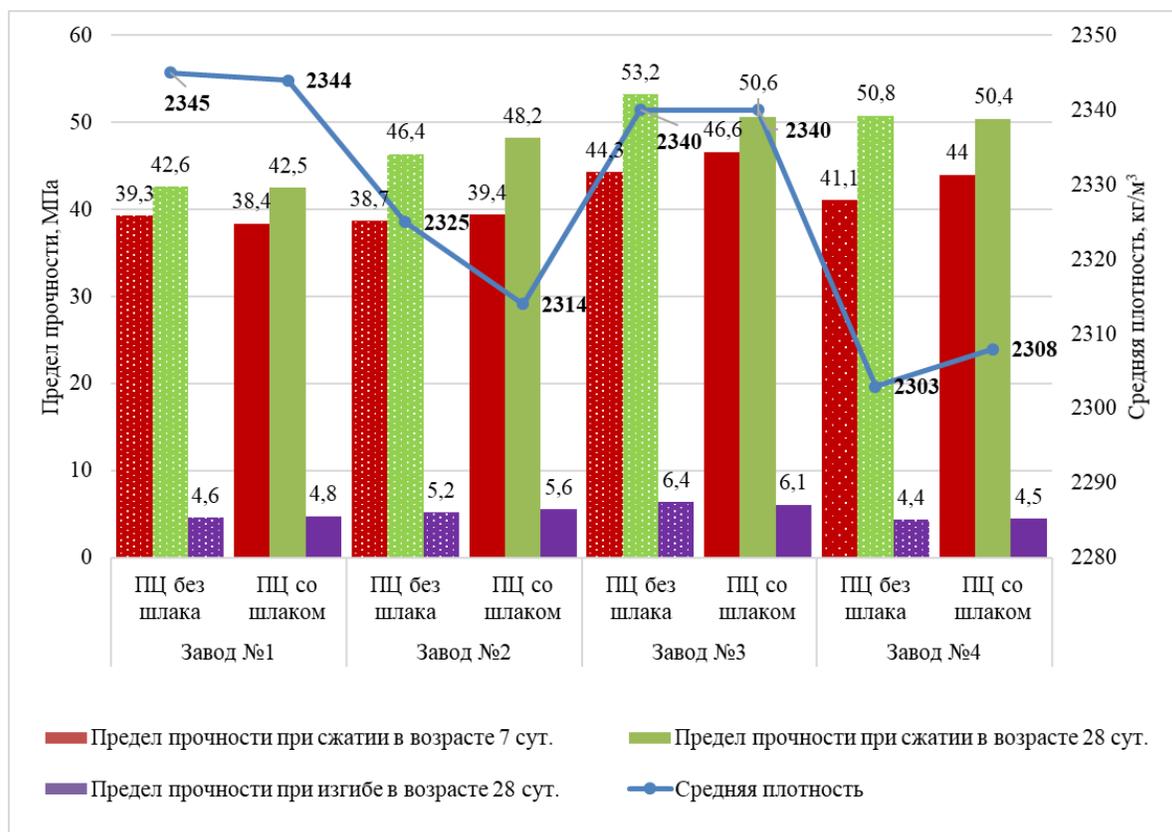
Морозостойкость бетона:

Способность бетона в водонасыщенном или **насыщенном растворе соли** состоянии выдерживать многократное замораживание и оттаивание без внешних признаков разрушения (трещин, сколов, шелушения ребер образцов), снижения прочности, изменения массы и других технических характеристик, приведенных в приложении А

Марку бетона по морозостойкости принимают по таблице 4 с учетом числа циклов, при котором сохраняется соотношение (7), уменьшение массы не превышает 2% и на образцах отсутствуют трещины, сколы, шелушение ребер.

Для бетона, к поверхности которого предъявляют требования по декоративности, и для бетона покрытий автомобильных дорог и аэродромов не допускается шелушение поверхности образцов.

Показатель качества, ед. изм	Завод №1		Завод №2		Завод №3		Завод №4	
	ПЦ без шлака	ПЦ со шлаком						
Средняя плотность, кг/м ³	2345	2344	2325	2314	2340	2340	2303	2308
Предел прочности при сжатии в возрасте 7 сут., МПа	39,3	38,4	38,7	39,4	44,3	46,6	41,1	44,0
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут., МПа	42,6	42,5	46,4	48,2	53,2	50,6	50,8	50,4
Предел прочности при изгибе в возрасте 28 сут., МПа	4,6	4,8	5,2	5,6	6,4	6,1	4,4	4,5
Истираемость, г/см ²	0,64	0,53	0,47	0,36	0,59	0,60	0,66	0,61
Марка по морозостойкости	F ₂ 200	F ₂ 300	F ₂ 200	F ₂ 200				



НИР «ОЦЕНКА ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА СО ШЛАКОМ ТИПА ЦЕМ II ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ БЕТОННЫХ ТРОТУАРНЫХ»



НИИЖБ
ИМ. А.А. ГВОЗДЕВА



НИИ строительства
научно-исследовательский центр

Аттестат аккредитации № RU. ИСС.АЛ.250

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
А.В. Бучкин
«12» марта 2024 г.

Протокол испытаний № 23-13/24 от «12» марта 2024 г.

Основание для проведения испытаний: Договор № 0505-К-П-10-ЖБ(13/13)-23 от 05.06.2023 г.
наименование документа, номер, дата, вид контроля

Наименование и контактные данные заказчика испытаний: Ассоциация «Производителей мелкоштучных бетонных изделий»; г. Москва, ул. Нагорная, д. 18, корп. 4; ИНН 7727198638
наименование, адрес, ИНН

Наименование и идентификация продукции: Бетонные тротуарные плиты с маркировкой «З».
изготовитель, тип, марка, код ОКП, документ о качестве, № партии и т.п.

НД, устанавливающие требования к продукции: ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия.»
шифр и наименование НД

Методика испытаний: ГОСТ 17608-2017 «Определение морозостойкости – (Приложение Е)»
шифр и наименование методик

План и методика отбора образцов, сопроводительные документы: образцы предоставлены заказчиком испытаний с актом отбора образцов № 1 от 25 июля 2023 г.

Сведения об образцах (пробах): Образцы размерами: длина 100 мм, ширина 100 мм, высота 60 мм; количество образцов: 24 шт. Описание упаковки: без упаковки.
количество, характеристики, маркировка, описание состояния и однозначная идентификация объекта испытаний

Сроки проведения испытания: 07.08.2023 – 02.10.2023 г.

Бетон образцов тротуарных плит с маркировкой «З» характеризуется маркой по морозостойкости $F_2 200$, т.к. после 20 циклов попеременного замораживания при температуре минус $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ и оттаивания при температуре плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в 5 % растворе хлорида натрия снижение прочности бетона составило 4,4 % (при критическом значении 5 %). Трещины и сколы на образцах отсутствуют.

После 37 циклов замораживания и оттаивания снижение прочности бетона составило 10,0 % (при критическом значении 5 %). Трещины и сколы на образцах отсутствуют.

Количество отделившегося материала от общей поверхности шести образцов после 37 циклов замораживания и оттаивания составило $425,2 \text{ г/м}^2$, что менее критического значения, указанного в ГОСТ 17608-2017 (500 г/м^2).

Таким образом, марка бетона по морозостойкости тротуарных плит с маркировкой «З» равна $F_2 200$.



НИИЖБ

ИМ. А.А. ГВОЗДЕВА



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр

Аттестат аккредитации № RU. ИСС.А.Л.250

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора НИИЖБ им. А.А. Гвоздева

А.В. Бучкин

«12» марта 2024 г.



Протокол испытаний № 27-13/24 от «12» марта 2024 г.

Основание для проведения испытаний: Договор № 0505-К-П-10-ЖБ(13/13)-23 от 05.06.2023 г.

наименование документа, номер, дата, вид контроля

Наименование и контактные данные заказчика испытаний: Ассоциация «Производителей мелкоштучных бетонных изделий»; г. Москва, ул. Нагорная, д. 18, корп. 4; ИНН 7727198638

наименование, адрес, ИНН

Наименование и идентификация продукции: Бетонные тротуарные плиты с маркировкой «3 12.09.23»

изготовитель, тип, марка, код ОКП, документ о качестве, № партии и т.п.

НД, устанавливающие требования к продукции: ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия.»

шифр и наименование НД

Методика испытаний: ГОСТ 17608-2017 «Определение морозостойкости – (Приложение Е)»

шифр и наименование методик

План и методика отбора образцов, сопроводительные документы: образцы предоставлены заказчиком испытаний с актом отбора образцов № 2 от 17 октября 2023 г.

Сведения об образцах (пробах): Образцы размерами: длина 100 мм, ширина 100 мм, высота 60 мм; количество образцов: 30 шт. Описание упаковки: без упаковки.

количество, характеристики, маркировка, описание состояния и однозначная идентификация объекта испытаний

Сроки проведения испытания: 10.01.2024 – 11.03.2024 г.

Бетон образцов тротуарных плит с маркировкой «3 12.09.23» характеризуется маркой по морозостойкости F₂₀₀, т.к. после 20 циклов попеременного замораживания при температуре минус (50±5) °С и оттаивания при температуре плюс (20±5) °С в 5 % растворе хлорида натрия снижение прочности бетона составило 4,9 % (при критическом значении 5 %).

Количество отделившегося материала от общей поверхности шести образцов после 20 циклов замораживания и оттаивания составило 205,3 г/м², что менее критического значения, указанного в ГОСТ 17608-2017 (500 г/м²).

AAR

alkali-aggregate reaction - реакционная способность заполнителей: Способность заполнителей для бетона или строительных растворов вступать в химическую реакцию со щелочами цемента (или щелочами из других источников), что при определенных условиях может вызывать деструктивное расширение бетона или строительного раствора.

ASR

- **alkali-silica reaction - щелоче-кремнеземная реакция/щелоче-силикатная реакция (ЩСР):** Химическая реакция в бетоне или строительном растворе между гидроксидами щелочных металлов из цемента (или из других источников) с некоторыми кремневыми породами или потенциально реакционноспособными минералами, присутствующими в некоторых заполнителях, содержащими SiO_2 , которая сопровождается образованием щелоче-силикатного гидрогеля.

ACR

- **alkali-carbonate reaction - щелоче-карбонатная реакция:** Химическая реакция в бетоне или строительном растворе между гидроксидами щелочных металлов из цемента (или из других источников) и некоторыми карбонатными породами (доломитом, доломитизированным известняками и др.), содержащими $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Реакционная способность заполнителей (зарубежная практика)

Класс по реакционной способности	Описание	Годовое расширение, %	Расширение при ускоренном методе, %
R0	Нереакционно-способный	≤ 0,04	≤ 0,1
R1	Умеренно реакционно-способный	>0,04, ≤ 0,12	>0,1, ≤ 0,3
R2	Высоко реакционно-способный	>0,12, ≤ 0,24	>0,3, ≤ 0,45
R3	Очень высоко реакционно-способный	>0,24	>0,45

Назначение бетона и условия воздействия	Класс реакционной способности			
	R0	R1	R2	R3
Бетон немассивных конструкций в сухой среде	1 уровень риска	1 уровень	2 уровень	2 уровень
Бетон массивных конструкций в сухой среде	1 уровень	2 уровень	3 уровень	4 уровень
Бетон конструкций, подвергающийся воздействию влажного воздуха, заглубленный или погруженный в воду	1 уровень	3 уровень	4 уровень	5 уровень
Бетон конструкций, подвергающийся воздействию щелочей в процессе эксплуатации	1 уровень	4 уровень	5 уровень	6 уровень

Сорт	Степень приемл. ASR	Последствия ASR	Примеры конструкций
S1	Некоторое ухудшение от ASR можно допустить	Небольшие или незначительные последствия для безопасности, экономики или окр. среды	Несущие элементы внутри зданий, временные конструкции (например, < 5 лет)
S2	Умеренный риск ASR является приемлемым	Некоторые последствия для безопасности, экономики или окружающей среды в случае серьезного ухудшения	Тротуары, бордюры и желоба срок службы < 40 лет
S3	Незначительный риск ASR приемлем	Значительные последствия для безопасности, экономики или окружающей среды при незначительном повреждении	Тротуары, водопропускные трубы, дор. ограждения, сельские малотоннажные мосты, большое кол-во сборных ЖБ элементов, замена которых сопряжена с большими эконом. затратами. Срок службы обычно от 40 до 75 лет
S4	ASR недопустима	Серьезные последствия для безопасности, экономики или окружающей среды	Основные мосты, тоннели, критические элементы, которые очень трудно проверить или отремонтировать. Срок службы обычно > 75 лет

Уровень риска	Вид (сорт) конструкций			
	S1	S2	S3	S4
1	V уровень проф.	V	V	V
2	V	V	W	X
3	V	W	X	Y
4	W	X	Y	Z
5	X	Y	Z	ZZ
6	Y	Z	ZZ	††

Тип АД	Содержание щелочей в добавке	Уровень профилактики и % по массе замещения портландцемента			
		W	X	Y	Z
Зола-уноса (CaO ≤ 10%)	≤ 3,0	15	20	25	35
	> 3,0, ≤ 4,5	20	25	30	40
Шлак	≤ 1,0	25	35	50	65
Микрокремнезем	≤ 1,0	2,0 x СЦБ*	2,5 x СЦБ*	3,0 x СЦБ*	4,0 x СЦБ*

*СЦБ – содержание щелочей в бетоне, кг

Добавка шлака способствует эффективному подавлению щелочного расширения бетона, причем собственная щелочность вводимого шлака не оказывает сколь-либо существенного влияния на его ингибирующую активность при степени замещения портландцемента в бетоне около 50 %.

Микрокремнезем задерживает, но не устраняет полностью ЩСР. Защитный эффект тем дольше, чем выше дозировка микрокремнезема. Однако на практике она редко превышает 10-15 % из-за сильного влияния добавки на подвижность цементной композиции. Оптимальный способ достижения пролонгированного эффекта заключается в использовании микрокремнезема в сочетании с минеральными добавками, пуццолановые свойства которых проявляются в поздний период (например, с золой-уносом).



Благодарю Вас за внимание!

С уважением Староверов В. Д.