

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ**3.3. Свойства золошлаков****3.3.7. Опыт и нормативная база по использованию сухой летучей золы ТЭС России при производстве бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей**

А.В. Уханов, ЗАО «ПрофЦемент-Вектор» - лидер консорциума «Феникс», Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Проведены исследования основных потребительских свойств зол-уноса отечественных и зарубежных ТЭС, выделены основные способы применения зол-уноса для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

Сделан анализ текущего состояния нормативной базы РФ, затрагивающей вопросы применения зол-уноса ТЭС для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России остро стоит вопрос об энерго- и ресурсосбережении. Одним из эффективных способов решения данной проблемы является вовлечение в хозяйственный оборот отходов промышленности. Наиболее распространенными и в меньшей степени повторно используемыми отходами промышленности являются золошлаковые отходы (далее ЗШО) ТЭС. Данные материалы представляют собой ценные ресурсы техногенного происхождения, которые могут успешно применяться в различных областях народного хозяйства России.

ЗШО – это минеральный остаток, образующийся в результате сжигания на ТЭС природного твердого топлива (уголь, горючий сланец и др.), состоящий из золы-уноса и топливного шлака. Эти два материала имеют различный химический состав и различные физико-механические свойства, вследствие чего различаются и области их применения. Несомненным остается тот факт, что эти материалы при правильно организованном обращении с ними могут с высокой эффективностью применяться в промышленности и сельском хозяйстве России, внося весомый вклад в решение проблемы ресурсо- и энергосбережения.

Компания ЗАО «ПрофЦемент-Вектор» является на сегодняшний день ведущим поставщиком сланцевых зол-уноса (производитель АО «Нарвские электростанции») на территории России и имеет огромный опыт по вопросам применения данных видов зол-уноса в производстве строительных материалов (бетон, строительный раствор, сухие строительные смеси, тампонажные растворы и др.) и сельском хозяйстве. Специалисты компании ведут постоянную исследовательскую работу, направленную на глубокое изучение свойств сланцевых зол-уноса, накопление результатов исследований и их систематизацию. Такая работа позволяет открывать новые особенности сланцевых зол и новые области

их применения в промышленности и сельском хозяйстве России.

В тоже самое время компания активно занимается изучением свойств и особенностей зол-уноса отечественных ТЭС. К настоящему времени проделана работа по исследованию основных потребительских свойств зол-уноса некоторых российских электростанций: Рефтинская ГРЭС, Гусиноозерская ГРЭС, Красноярская ТЭЦ-1.

Основными направлениями исследований зол-уноса данных электростанций являлось изучение возможности применения их в качестве минеральных добавок для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

Применение зол-уноса сухого отбора в производстве строительных материалов - одно из наиболее перспективных направлений утилизации, так как данный вид промышленности обладает огромной материалоемкостью и обеспечит вовлечение в производственный цикл высокого объема зол-уноса.

В настоящей работе представлены результаты исследований потребительских свойств зол-уноса некоторых российских ТЭС и сланцевой электрофильной золы-уноса «Золэст-бет» Нарвских электростанций (Эстония), и на основании данных результатов исследований сделана попытка выделить основные способы применения зол-уноса для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

Также в настоящей работе освещено состояние нормативной базы РФ на текущий момент, охватывающей вопросы применения зол-уноса ТЭС для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

1. ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛ-УНОСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ, СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ И СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ**1.1 Исследование потребительских свойств зол-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильной золы-уноса «Золэст-бет»**

В данной работе проводились исследования зол-уноса для определения:

- химического состава;
- физико-механических свойств;
- эффективной удельной активности естественных радионуклидов;
- водопотребности и активности при гидратации;

- равномерности изменения объема композиций портландцемента с золами-уноса;
- влияния зол-уноса на свойства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

Химический состав зол-уноса определялся по ГОСТ 8269.1-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа». Содержание СаОсв (свободного оксида кальция) определялось по ГОСТ 23227-78 «Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и торф. Метод определения свободного оксида кальция в золе». Потери при прокаливании зол-уноса определялись по ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности».

Химический состав (оксидный состав) зол-уноса представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав зол-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»

Наименование показателя	Содержание, % по массе			
	зола «Золэст-бет»	зола Рефтинской ГРЭС	зола Гусиноозерской ГРЭС	зола Красноярской ТЭЦ-1
SiO ₂	27,8	57,7	52,1	68,8
CaO	36,6	2,39	4,7	15,2
CaOсв	10,0	<0,1	0,5	3,0
MgO	4,29	0,88	1,48	3,82
Fe ₂ O ₃	4,19	5,56	6,12	3,57
Al ₂ O ₃	7,02	26,4	25,9	6,22
SO ₃	10,3	0,23	1,1	0,93
K ₂ O	4,26	0,47	1,34	0,45
Na ₂ O	0,087	0,34	0,75	0,18
ППП	4,87	1,32	2,18	<0,1
Хлориды	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01

Таблица 2. Физико-механические свойства зол-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»

Наименование показателя	Единица измерения	зола «Золэст-бет»	зола Рефтинской ГРЭС	зола Гусиноозерской ГРЭС	зола Красноярской ТЭЦ-1
Внешний вид	-	Порошок серого цвета с желтоватым оттенком	Порошок темно-серого цвета	Порошок светло-серого цвета	Порошок светло-серого цвета
Насыпная плотность в естественном состоянии	кг/м ³	1100+/-50	790+/-50	1000+/-50	1170+/-50
Истинная плотность зерен	кг/м ³	2850+/-50	1930+/-50	2410+/-50	2650+/-50
Остаток на сите 008	%	0,82	34,3	8,7	8,0
Остаток на сите 004	%	0,63	11,4	1,7	19,85
Удельная поверхность	м ² /кг	300-350	260	600	260

Все исследуемые в работе золы-уноса при испытании их по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» показали значение удельной эффективной активности естественных радионуклидов менее 370 Бк/кг, что соответствует первому классу и позволяет использовать данные материалы для всех видов строительства [2].

Определение равномерности изменения объема композиции портландцемента с золами-уноса проводилось по методике EN 450-1 «Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия» и в соответствии с требованиями ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равно-

К числу определяемых в работе физико-механических показателей зол-уноса относятся:

- внешний вид;
- насыпная плотность в естественном состоянии;
- истинная плотность зерен золы;
- остаток на сите 008 и 004;
- удельная поверхность по Блейну.

Насыпную и истинную плотность определяли по ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Остаток на сите 008 и 004 определяли по ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола». Удельную поверхность определяли по методике для прибора Блейна.

Основные физико-механические свойства зол-уноса, представлены в табл. 2.

мерности изменения объема» и ГОСТ 30744-2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка». При проведении испытаний содержание зол-уноса в композициях с портландцементом выбиралось исходя из оценки химического состава каждой золы-уноса. Результаты испытания равномерности изменения объема композиций представлены в табл. 3.

Определение водопотребности композиций портландцемента с золами-уноса проводилось по методике EN 450-1 «Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия». Результаты определения водопотребности композиций представлены в табл. 4.

Таблица 3. **Равномерность изменения объема композиции портландцемента и зол-уноса: Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»**

Вид композиции	Равномерность изменения объема композиции	
	Оценка лепешки по ГОСТ 310.3-76	Расширение образца по ГОСТ 30744-2001
Контрольный состав Цемент-100%	лепешки выдержали испытание	0 мм
Цемент-80% по массе +зола-уноса «Золэст-бет»-20% по массе	лепешки выдержали испытание	3,0 мм
Цемент-70% по массе+зола-уноса Рефтинской ГРЭС-30% по массе	лепешки выдержали испытание	0,0 мм
Цемент-70% по массе+зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС -30% по массе	лепешки выдержали испытание	0,2 мм
Цемент-70% по массе+зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1-30% по массе	лепешки выдержали испытание	1,0 мм

Таблица 4. **Водопотребность композиций портландцемента и зол-уноса: Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»**

Вид композиции	Водопотребность композиций, %
Контрольный состав Цемент-100%	100
Цемент-70% по массе + зола-уноса «Золэст-бет» -30% по массе	93
Цемент-70% по массе + зола-уноса Рефтинской ГРЭС - 30% по массе	102
Цемент-70% по массе + зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС - 30% по массе	95
Цемент-70% по массе + зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 -30% по массе	97

Определение активности зол-уноса проводилось по методике EN 450-1 «Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия». Сущность методики заключается в том, чтобы сравнить прочность при сжатии и изгибе строительных растворов в возрасте 28 суток, изготовленных из портландцемента прочностью 42,5 (контрольный состав) с прочностью при сжатии и изгибе строительных растворов, изготовленных из портландцемента в количестве 80% и золы-уноса в количестве 20% вяжущего по массе. [3]. Результаты определения активности зол-уноса представлены в табл. 5.

В рамках данной работы проведено исследование влияния зол-уноса на свойства бетонных смесей и бетонов. Суть исследования заключалась в том, чтобы подобрать составы бетонных смесей, имеющих одинаковую пластичность, изготовленных с использованием портландцемента (контрольный состав) и из композиций портландцемента с золами-уноса, а затем провести сравнение характеристик, изготовленных бетонных смесей и затвердевшего бетона. Результаты исследования представлены в табл. 6.

Таблица 5. **Активность золы-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»**

Состав смеси	В/Ц			Прочность в возрасте 28 суток, %	
	В/Ц	В/В	Вода	изгиб	сжатие
Вяжущее, % массы					
Цемент 42,5-100%	0,5	-	225	100	100
Цемент-80% + зола-уноса «Золэст-бет»-20%	0,625	0,5	225	102	103
Цемент-80%+ зола-уноса Рефтинской ГРЭС-20%	0,625	0,5	225	108	89
Цемент-80%+ зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС-20%	0,625	0,5	225	87	101
Цемент-80%+ зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 -20%	0,625	0,5	225	84	75

Таблице 6. Оценка влияния зол-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусинозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет» на свойства бетонных смесей и бетонов

Состав бетона						Характеристики бетонной смеси		Прочность при сжатии, МПа (условия твердения <u>нормальные</u>)
Цемент, кг (класс 32,5)	Добавка, кг	Песок, кг	Щебень, фр. 5-20 мм, кг	В/Ц (В/В)	Вода	Плотность, кг/м ³	Осадка конуса, см	
345	«Зика 2190»-1,73	824	1015	0,54	186	2415	18,0 через 1 час - 16,0	1 сут-7,4 (100%) 7 сут-24,0 (100%) 28 сут-35,0 (100%)
280	зола-уноса «Золэст-бет»-65+ «Зика 2190»-1,73	824	1015	0,60 (0,49)	169	2430	21,0 через 1 час- 19,0	1 сут-4,0 (54%) 7 сут-25,2 (105%) 28 сут-42,0 (120%)
280	зола-уноса Гусинозерской ГРЭС-65+ «Зика 2190»-1,73	824	1015	0,62 (0,50)	174	2410	19,5 через 1 час- 17,0	1 сут-4,2 (57%) 7 сут- 22,4 (93%) 28 сут-36,0 (103%)
280	зола-уноса Рефтинской ГРЭС-65+ «Зика 2190»-1,73	824	1015	0,66 (0,54)	186	2390	19,0 через 1 час - 17,0	1 сут-5,2 (70%) 7 сут- 18,1 (78%) 28 сут-29,3 (84%)
280	зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 - 65+ «Зика 2190»-1,73	824	1015	0,64 (0,52)	180	2415	19,0 через 1 час - 16,0	1 сут-5,5 (74%) 7 сут- 16,8 (70%) 28 сут-28,0 (80%)

Так как сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет» в своем составе содержит в значительном количестве компоненты, способные оказывать влияние на линейное расширение цементного камня (СаОсв, SO₃), то для данной золы-уноса было также проведено испытания по определению ее влияния на линейное расширение цементного камня в процессе его твердения. Испытание проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности», результаты испытания представлены в табл. 7.

Для золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 было про-

ведено дополнительное исследование, целью которого было определение влияния золы на свойства растворной смеси и затвердевшего раствора, изготовленного из сухой строительной смеси, представляющей собой клей для отделочных работ.

В ходе исследования был разработан состав отделочного клея с использованием в качестве вяжущего портландцемента (контрольный состав) и состав отделочного клея с использованием в качестве вяжущего портландцемента и золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1. Затем было проведено сравнение технических показателей клеев данных составов. Результаты исследований представлены в табл. 8 и 9.

Таблица 7. Влияние сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет» на линейное расширение цементного камня при его твердении

Состав смеси			Линейное расширение цементного камня, %		
Вяжущее, % по массе	В/Ц	В/В	3 сут	7 сут	28 сут
Цемент 42,5+ 30 % зола-уноса «Золэст-бет»	0,328	0,252	0,12	0,34	0,65
Цемент 42,5+ 40 % зола-уноса «Золэст-бет»	0,334	0,239	0,23	1,0	1,6

Таблица 8. Составы отделочных клеев

№	Наименование материала	Состав 1		Состав 2	
		Кол-во, %	Кол-во, г	Кол-во, %	Кол-во, г
1	ПЦ 42.5 Н ("Цесла")	35,0	35,00	28,0	28,00
2	Зола	-	-	7,0	7,00 (25 % от массы цемента)
3	Песок 0-5мм	64,7	64,69	64,7	64,69
4	Эфир целлюлозы	0,25	0,25	0,25	0,25
5	Эфир крахмала	0,06	0,06	0,06	0,06
СУММА		100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица 9. Результаты испытания отделочных клеев

Наименование показателей клеевой композиции	Требования к показателям клеевой композиции	Состав 1	Состав 2
Количество воды, %	не нормируется	23,0	23,0
Сползание, мм	не нормируется	0,50	0,50
Открытое время, мин	не нормируется	15	15
Предел прочности на изгиб на 28 сутки, МПа	не нормируется	4,80 (100%)	3,55(74%)
Предел прочности на сжатие на 28 сутки, МПа	не менее 5	4,62 (100%)	9,70 (66%)
Предел прочности сцепления при нормальных условиях хранения на 7 сутки, МПа	не нормируется	0,694 (100%)	0,670 (97%)
Предел прочности сцепления с основанием при нормальных условиях хранения на 28 сутки, МПа	не менее 0,5	0,721 (100%)	0,801 (111%)

1.2 Обсуждение результатов исследований потребительских свойств зол-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевой электрофильтровой золы-уноса «Золэст-бет»

При анализе результатов испытаний, представленных в табл. 1-5 можно отметить следующее:

- по химическому составу золы-уноса Рефтинской ГРЭС, Гусиноозерской ГРЭС являются кислыми (высококремниевыми) с высоким содержанием SiO₂, а зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 и сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет» являются основными (высококальциевыми) с высоким содержанием CaO, но при этом следует отметить, что зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 в своем составе содержит также SiO₂ в количестве, сопоставимым с содержанием в кислых золах-уноса [4];
- по показателю удельной поверхности и остатку на сите 008, золы-уноса Рефтинской ГРЭС и Красноярской ТЭЦ-1 относятся к I-III видам по ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия», а зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС и сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет» к I-IV видам [4];
- по удельной эффективной активности естественных радионуклидов все исследуемые золы-уноса относятся к I классу по ГОСТ 30108-94, что позволяет использовать их при производстве всех видов строительных материалов [2];
- по показателю равномерности изменения объема композиций портландцемента с золой-уноса, все исследуемые золы-уноса соответствуют требованиям EN 450-1 и вызывают незначительное или умеренное расширение цементного камня, не способное привести к снижению его прочности;
- по активности (влияние на прочность при сжатии композиций портландцемента с золой) все исследуемые золы-уноса можно разделить на высокоактивные: сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет», зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС и низко активные: золы-уноса Рефтинской ГРЭС, Красноярской ТЭЦ-1;
- по влиянию на прочность при изгибе композиций

портландцемента с золой-уноса лучший результат показала зола-уноса Рефтинской ГРЭС (108% прочности от контрольного состава), а худший результат показала зола-уноса Красноярской ТЭЦ-1 (84 % прочности от контрольного состава);

- по влиянию на водопотребность композиций портландцемента с золой все исследуемые золы-уноса можно разделить на снижающие водопотребность: сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет» (93 % водопотребности контрольного состава), зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС (95 % водопотребности контрольного состава), золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 (97 % водопотребности контрольного состава) и повышающие водопотребность: золы-уноса Рефтинской ГРЭС (102 % водопотребности контрольного состава);
- активность и эффективность применения золы-уноса тем выше, чем выше значение ее удельной поверхности.
- При анализе результатов испытаний, представленных в табл. 6 можно отметить следующее:
- по влиянию на свойства бетонных смесей (пластичность, реология) наиболее эффективными оказались: сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет», зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС, золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1, так как они способствовали снижению водопотребности, вязкости и увеличению пластичности бетонных смесей;
- по влиянию на прочность бетонов наиболее эффективными оказались: сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Золэст-бет», зола-уноса Гусиноозерской ГРЭС, так как применение данных зол в составе бетонов привело к увеличению его конечной прочности;
- при оценке влияния золы-уноса на сохранение первоначальной пластичности бетонной смеси установлено, что все исследуемые золы-уноса не оказывают существенного влияния на этот показатель.
- При анализе результатов испытаний, представленных в табл. 7 можно отметить следующее:
- сланцевая электрофильтровая зола-уноса «Зо-

лэст-бет» при использовании ее в количестве 30% и 40% массы цемента вызывает значительные линейное расширение цементного камня при его гидратации;

- значение линейного расширения цементного камня, вызванного сланцевой золой, таково, что позволяет считать данную золу расширяющей добавкой для бетонов и строительных растворов, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».
- При анализе результатов испытаний, представленных в табл. 8-9 можно отметить следующее:
- применение золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 в составе отделочного клея приводит к ухудшению показателей прочности клея при сжатии и изгибе, но при этом улучшает основную характеристику клея - предел прочности сцепления с основанием;
- применение золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 в составе отделочного клея не вызывает ухудшения его конечных потребительских свойств;
- при условии, что стоимость золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 значительно ниже стоимости портландцемента, можно утверждать то, что применение золы-уноса Красноярской ТЭЦ-1 в составе отделочного клея приведет к значительному снижению его себестоимости.

1.3. Общие выводы по разделу

1. Исследуемые в работе золы-уноса представляют собой активные минеральные добавки с определенными потребительскими свойствами.
2. Золоуносы могут эффективно применяться в производстве бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей с целью снижения себестоимости конечных продуктов или для модифицирования свойств конечных продуктов.
3. С целью снижения себестоимости продукции золоуноса целесообразно применять для производства следующих строительных материалов:
 - товарные бетоны и строительные растворы общего назначения, средней прочности;
 - газобетон и пенобетон;
 - сухие строительные смеси общего назначения (клеи, штукатурки, монтажные смеси и др.);
 - сборный железобетон, изготавливаемый с применением тепловой обработки.
4. С целью модифицирования свойств продукции, золоуноса целесообразно применять для производства следующих строительных материалов:
 - бетоны и строительные растворы с низким тепловыделением (массивные сооружения) [1];
 - бетоны и строительные растворы, эксплуатируемые в химически агрессивных средах (морская вода, растворы кислот и др.) [1];
 - безусадочные и напрягаемые бетоны и строительные растворы;
 - высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетоны и строительные растворы [1];
 - сухие строительные смеси специального назначения (ремонтные, химически стойкие, гидроизо-

ляционные и др.).

5. Применение золоуноса с целью снижения себестоимости продукции возможно при выполнении следующих условий:
 - стабильность свойств золоуноса и хорошо организованная система мониторинга качества;
 - наличие золоуноса на рынке строительных материалов на протяжении всего годового строительного цикла;
 - применение золоуноса в близлежащих регионах от мест их производства;
 - стоимость золоуноса не должна превышать 50 % стоимости цемента класса 42,5.
6. Для применения золоуноса с целью модифицирования свойств продукции необходимо выполнения следующих условий:
 - стабильность свойств золоуноса и хорошо организованная система мониторинга качества;
 - наличие золоуноса на рынке строительных материалов на протяжении всего годового строительного цикла;
 - наличие у золоуноса специальных свойств (например эффект расширения у сланцевой золы-уноса);
 - конкурентная цена;
 - наличие специальных задач (уникальные строительные объекты) для решения по средствам применения золоуноса.

2. НОРМАТИВНАЯ БАЗА РФ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛУНОСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНОВ, СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ И СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

2.1. Состояние нормативной базы РФ, регламентирующей применение золоуноса для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей

На текущий момент в РФ существует ряд нормативных документов, регламентирующих применение золоуноса для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей.

1. ГОСТ 25818-91 «Золоуноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия» является основным нормативным документом, устанавливающим требования к качеству золоуноса ТЭС для производства различных видов бетонов. В данном стандарте указаны общие методики по контролю качества золоуноса и представлены требования по организации системы мониторинга качества при отгрузке золоуноса потребителям. ГОСТ 25818-91 принят в 1991 году и к настоящему времени морально устарел и имеет ряд недостатков:
 - стандарт распространяется только на золоуноса, образующиеся на ТЭС в результате сжигания каменного и бурого угля и не охватывает золоуноса, представляющие собой минеральный остаток от сжигания других видов топлива (горючий сланец, биомасса и др.) [4];

- стандарт предъявляет требования к химическому составу, крупности, удельной поверхности и равномерность изменения объема зол-уноса, но оставляет без внимания оценку таких важных потребительских свойств, как активность, водопотребность, которые отражены в европейском стандарте по золам-уноса ТЭС - EN 450-1 [1,4];
 - методика определения равномерности изменения объема смеси цемента с золой является не совсем корректной, так как предполагает испытание смесей с содержанием кальциевых зол-уноса исключительно в количестве 50 % массы, а в случае зол-уноса с содержанием СаОсв и MgO выше требований настоящего стандарта, предполагает испытание в автоклаве, хотя условия выдержки в автоклаве применяют только для некоторых видов бетона и данные условия не соответствуют реальным условиям выдержки основных видов бетонов и тем самым такие условия проведения испытания не отражают реальную модель поведения зол-уноса в смеси с портландцементом при гидратации [4].
2. ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» устанавливает требования к добавкам для бетонов и строительных растворов. В настоящем стандарте оговаривается применение минеральных добавок, к числу которых можно отнести золы-уноса ТЭС. В соответствии с данным стандартом кислые золы-уноса можно классифицировать как активные минеральные добавки с пуццолановыми свойствами, а кальциевые золы как активные минеральные добавки, обладающие одновременно вяжущими и пуццолановыми свойствами [5]. ГОСТ 24211-2008 устанавливает только критерии минеральных добавок на эффекты их применения в бетонах и строительных растворах и не предъявляет требований к качеству добавок (химический состав, физико-механические свойства и др.). Таким образом, ГОСТ 24211-2008 дает возможность применять золы-уноса как минеральные добавки по соответствующим техническим условиям производителя.
 3. ГОСТ 26633-2012 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия» предъявляет требования к качеству тяжелых и мелкозернистых бетонов и требования к материалам для их приготовления. Настоящий стандарт допускает применение зол-уноса по ГОСТ 25818-91 в качестве мелкозернистого заполнителя и допускает применение добавок по ГОСТ 24211-2008, к числу которых относятся золы-уноса ТЭС [6].
 4. ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия», ГОСТ 25820-2000 «Бетоны легкие. Технические условия», ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия», ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия» не оговаривают применение зол-уноса ТЭС, но допускают применение добавок по ГОСТ 24211-2008, к числу которых относятся золы-уноса ТЭС [7,8,9,10].

2.2. Выводы по разделу

При анализе состояния нормативной базы РФ, регламентирующей применение зол-уноса для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей, можно сделать следующие выводы:

- основной стандарт на золы-уноса ТЭС - ГОСТ 25818-91 устарел и требует пересмотра некоторых пунктов;
- ГОСТ 24211-2008 позволяет использовать золы-уноса для производства бетонов, строительных растворов как минеральные добавки, изготовленные по соответствующим Техническим условиям производителей;
- нормативные документы РФ, регламентирующие производство бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей допускают применение зол-уноса ТЭС в качестве минеральных добавок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследований зол-уноса позволяет говорить о том, что данные материалы представляют собой весьма ценные продукты, которые при правильной работе с ними можно эффективно применять для производства бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей с целью снижения себестоимости строительных материалов и для модифицирования их свойств.

Нормативная база РФ в области производства строительных материалов позволяет легитимно использовать золы-уноса ТЭС, как минеральные добавки для бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей, но требует совершенствования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. **Рамачандран** Р.Б Наука о бетоне: физико-химическое бетоноведение.-М.:Стандарт, 1986.-С.278.
2. **Материалы** и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов: ГОСТ 30108-94.-введен 1995-01-01.М.: Издательство стандартов, 1995.-11 с.
3. **Fly ash in concrete. Part 1. Definition, specifications and conformity criteria:EN 450-1:2005+A1:2007 (D)**
4. **Золы-уноса** тепловых электростанций для бетонов. Технические условия: ГОСТ 25818-91.-введен 1991-07-01.М.: Издательство стандартов, 1991.-12 с.
5. **Добавки** для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия: ГОСТ 24211-2008.-введен 2011-01-01.М.: Стандартинформ, 2010.-16 с.
6. **Бетоны** тяжелые и мелкозернистые. Технические условия: ГОСТ 26633-2012.-введен 2014-01-01.М.: Стандартинформ, 2013.-24 с.
7. **Растворы** строительные. Общие технические условия: ГОСТ 28013-98.-введен 1999-07-01.М.: Госстрой России, 1999.-17 с.
8. **Бетоны** легкие. Технические условия: ГОСТ 25820-2000.-введен 2001-09-01.М.: Стандартинформ, 2008.-15 с.
9. **Бетоны** ячеистые автоклавного твердения. Технические условия: ГОСТ 31359-2007.-введен 2009-01-01.М.: Стандартинформ, 2008.-15 с.
10. **Смеси** сухие строительные на цементном вяжущем.

Общие технические условия: ГОСТ 31357-2007.-введен 2009-01-01.М.: Стандартиформ, 2008.-12 с.

А.В. Уханов. Опыт и нормативная база по использованию сухой летучей золы ТЭС России при производстве бетонов, строительных растворов и сухих строительных

смесей // Материалы V конференции «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 24–25 апреля 2014 г. — М.: Полиграфический центр МЭИ, 2014. с. 51 – 57.