

УДК 628.5

UDC 628.5

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗОЛЫ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF ASH OF NOVOCHERKASSK SDPP

Бушумов Святослав Андреевич
магистрант 20.04.01 Техносферная безопасность
Кубанский государственный технологический университет, г.Краснодар, Россия

Bushumov Svyatoslav Andreevich
undergraduate 20.04.01 Technosphere safety
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Короткова Татьяна Германовна
д.т.н., профессор, SPIN-код: 3212-7120
Кубанский государственный технологический университет, г.Краснодар, Россия

Korotkova Tatyana Germanovna
Doct.Tech.Sci., professor
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Сиюхов Хазрет Русланович
д.т.н., зав. кафедрой, SPIN-код: 4403-3558
Майкопский государственный технологический университет, г.Майкоп, Россия

Siukhov Khazret Ruslanovich
Doct.Tech.Sci., Head of Department
Maikop State Technological University, Maikop, Russia

Бурлака Светлана Дмитриевна
к.т.н., доцент, SPIN-код: 9028-1687
Кубанский государственный технологический университет, г.Краснодар, Россия

Burlaka Svetlana Dmitrievna
Cand. Tech.Sci., assistant professor
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Хачатуров Владимир Николаевич
к.п.н., доцент, AuthorID: 465943
Майкопский государственный технологический университет, г.Майкоп, Россия

Hachaturov Vladimir Nikolaevich
Cand.Ped.Sci., assistant professor
Maikop State Technological University, Maikop, Russia

В технологической схеме очистки отходящих газов на Новочеркасской ГРЭС после электрофильтра на I-й ступени очистки установлен групповой циклон, на II-й ступени очистки – рукавный фильтр. Для определения гранулометрического состава отобрана зола из транспортной сети до группового циклона, в групповом циклоне и в рукавном фильтре. С помощью микроскопа «Биомед-3» получены фотографии частиц золы с разной кратностью увеличения. Гранулометрический состав трех отобранных зол определен по массовому содержанию в нем частиц различной крупности, выраженный в процентах по отношению к массе сухой пробы золы, взятой для анализа. Для размера фракций от 10 мм до 0,5 мм применен ситовой метод без промывки водой, для размера фракций менее 0,5 мм применен ситовой метод с промывкой водой. Размер частиц золовой смеси, отобранной до циклона, <0,5 мм составляет 98,8 %

The flowsheet purification of exhaust gases in the Novocherkassk SDPP after the electrostatic precipitator on I-th stage of purification set group cyclone, on the II-nd stage of purification - baghouse. To determine the particle size distribution of fly ash, we selected ash from the transport network to the group cyclone, and the in a group cyclone, and in a baghouse. With the help of the microscope "Biomed-3" we produced pictures of ash particles with different magnification. Granulometric composition of three selected ash samples were determined according to the mass content of particles of different grain size, expressed in percent relative to the weight of dry ash sample taken for analysis. For size fractions from 10 mm to 0.5 mm sieve method is applied without rinsing with water, for size fractions less than 0.5 mm sieve method is applied with water washing. The particle size of the ash mixture, taken up before the cyclone, <0.5 mm is 98.8 %

Ключевые слова: ЗОЛА, ЗОЛОШЛАК, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Keywords: ASH, SLAG ASH, PARTICLE SIZE DISTRIBUTION, THERMAL POWER PLANT

Doi: 10.21515/1990-4665-124-052

Теплоэнергетика относится к основным отраслям промышленности, наносящим серьезный вред окружающей среде. Работа тепловых электростанций (ТЭС) и государственных районных электростанций (ГРЭС) связана с выбросом дымовых газов и образованием большого количества золошлаковых отходов. В зависимости от вида угля, помола и способа его сжигания зола и золошлак характеризуются различным гранулометрическим составом. Согласно исследованиям зол 68 ТЭС, проведенным В.Г. Пантелеевым, при измельчении угля барабанно-шаровыми и среднеходовыми валковыми мельницами зола получается более тонкой, чем при измельчении молотковыми мельницами и мелющими вентиляторами [1]. Знание дисперсности зол необходимо при производстве строительных материалов.

В работе [2] разработан состав композитного цемента с использованием в качестве минеральной добавки смесь доменного гранулированного шлака (ДГШ) и отвальной золошлаковой смеси (ОЗС) ТЭС с физико-механическими свойствами, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия». Композиционный цемент – гидравлический вяжущий материал, получаемый совместным помолом портландцементного клинкера, гипсового камня и композиционной добавки, состоящей из двух и более минеральных компонентов. Установлено, что по срокам схватывания и равномерности изменения объема цементного камня все исследуемые составы композиционного цемента отвечают требованиям стандарта на общестроительные цементы. Авторами [2] определен оптимальный состав и изучены физико-механические свойства композиционного цемента с использованием в качестве добавки золошлаковой смеси Верхнетагильской ГРЭС, который рекомендован для производства бетонных и железобетонных изделий. Гранулометрический состав представлен в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав ДГШ и ОЗС

Фракции	Количество, %		
	ОЗС		ДГШ
	Шлак	Зола	
>5 мм	2,46	-	-
2,5-5 мм	2,22	-	6,3
1,25-2,5 мм	2,18	-	22,1
0,63-1,25 мм	5,16	-	33,7
0,315-0,63 мм	4,97	-	23,5
0,16-0,315 мм	15,18	-	8,4
<0,16 мм	-	67,83	6,0
Всего	32,17	67,83	100

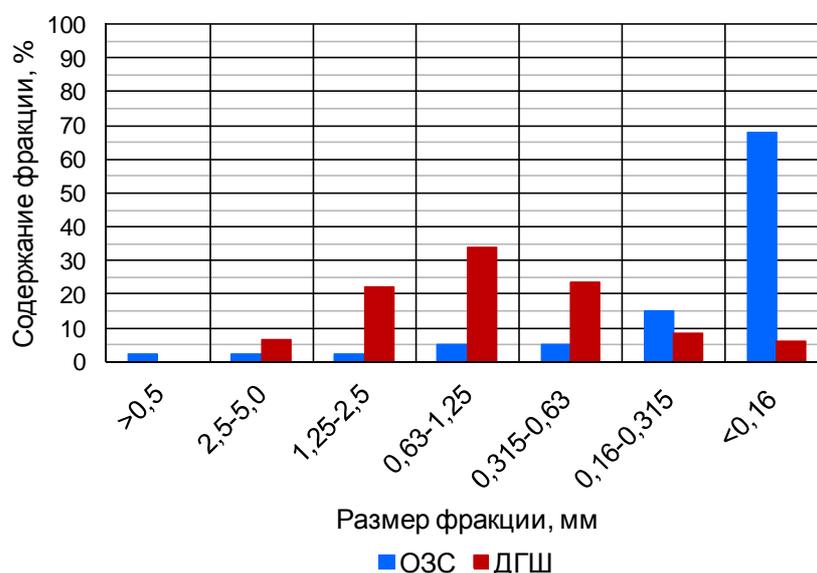


Рисунок 1 – Гранулометрический состав доменного гранулированного шлака (ДГШ) и отвальной золошлаковой смеси (ОЗС)

Модифицирование золошлаковых отходов ТЭС помолом для применения их в производстве керамического кирпича предложено в работе [3]. Исследуемые сырьевые материалы представлены золой от сжигания каменных углей на ГРЭС-2 г. Томска и глиной Верховного месторождения Томской области. В лабораторных условиях определены оптимальные режимы помола в шаровой мельнице (рисунок 2). Время помола должно быть не более 12 часов, так как при дальнейшем увеличении времени помола гранулометрический состав золы практически не меняется. Это объясняется слипанием частиц под действием

адгезионных сил, а также высокой прочностью монокристаллических частиц малых размеров. Установлено, что при использовании молотой золы возрастает прочность сырца на 30 % по сравнению с образцами из немолотого сырья.

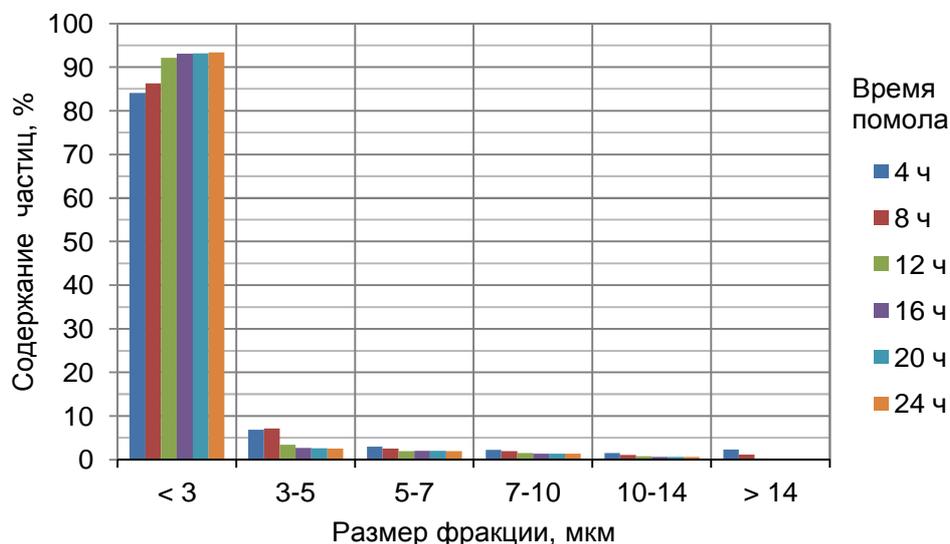


Рисунок 2 – Гранулометрический состав золошлаковых отходов в зависимости от времени помола

В данной работе определен гранулометрический состав золы Новочеркасской ГРЭС по массовому содержанию в нем частиц различной крупности, выраженный в процентах по отношению к массе сухой пробы золы, взятой для анализа. Золовая смесь образуется в результате технологического процесса совместного удаления топливного шлака и золы. В качестве твердого топлива используется уголь марки Донецкий антрацитовый штыб (АШ). Временное хранение отхода осуществляется в золошлакоотвале, расположенном на территории предприятия.

В технологической схеме очистки отходящих газов после электрофильтра на I-й ступени очистки установлен групповой циклон, на II-й ступени очистки – рукавный фильтр. Для определения гранулометрического состава отобрана зола из транспортной сети до группового циклона, в групповом циклоне и в рукавном фильтре. Расчет

циклона и исследование работы рукавных фильтров до и после внедрения циклона в систему очистки проведено в работах [4, 5].

С помощью микроскопа «Биомед-3» получены фотографии частиц золы с разной кратностью увеличения (рисунки 3-5).

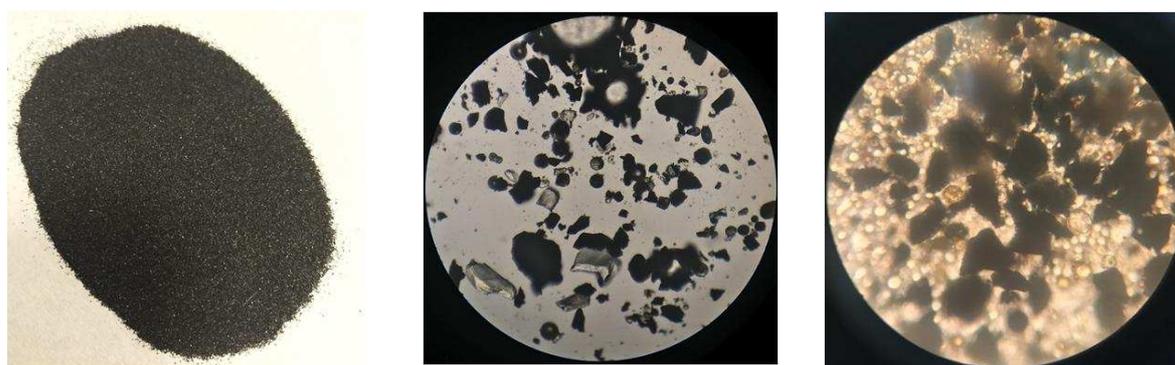


Внешний вид

зола при увеличении 100х

зола при увеличении 1000х

Рисунок 3 – Зола из транспортной сети



Внешний вид

зола при увеличении 40х

зола при увеличении 100х

Рисунок 4 – Зола из бункера циклона



Внешний вид

зола при увеличении 100х

зола при увеличении 1000х

Рисунок 5 – Зола из рукавов фильтра

Гранулометрический состав золы определялся согласно ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава» по массовому содержанию в нем частиц различной крупности, выраженному в процентах по отношению к массе сухой пробы золы, взятой для анализа. Для размера фракций от 10 мм до 0,5 мм применен ситовой метод без промывки водой, для размера фракций менее 0,5 мм применен ситовой метод с промывкой водой. Средняя проба для анализа отобрана методом квартования (таблицы 2-4). На рисунке 6 представлен стандартный набор сит.



Рисунок 6 – Ситовой анализ

Таблица 2 – Гранулометрический состав золы из транспортной сети до циклона

Показатель	Ситовой анализ						Ситовой анализ с промывкой водой		
	Фракция, мм								
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	<0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,1
Масса пробы, г	50								
Масса фракции, г	-	-	-	0,18	0,42	49,40	1,23	37,94	10,23
Содержание фракции, %	-	-	-	0,36	0,84	98,80	2,46	75,88	20,46

Таблица 3 – Гранулометрический состав золы из бункера циклона

Показатель	Ситовой анализ						Ситовой анализ с промывкой водой		
	Фракция, мм								
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	<0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,1
Масса пробы, г	100								
Масса фракции, г	-	-	-	5,95	14,56	79,49	71,84	5,87	1,78
Содержание фракции, %	-	-	-	5,95	14,56	79,49	71,84	5,87	1,78

Таблица 4 – Гранулометрический состав золы из рукавов фильтра

Показатель	Ситовой анализ						Ситовой анализ с промывкой водой		
	Фракция, мм								
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	<0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,1
Масса пробы, г	100								
Масса фракции, г	-	-	-	-	-	100,0	0,19	6,94	92,87
Содержание фракции, %	-	-	-	-	-	100,0	0,19	6,94	92,87

Характеристика отхода (золошлаковой смеси) приведена в таблице 5. Наименование и код отхода приведены в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО) (Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 445 от 18.07.2014 г.) и материалами для обоснования отнесения отхода к классу опасности для окружающей природной среды. Класс опасности отхода IV. IV класс опасности приводит к заметному угнетению биоценозов и наличию необратимых нарушений природных сфер.

Таблица 5 – Характеристика отхода (золошлаковая смесь Новочеркасской ГРЭС, Ростовская область)

Наименование	Показатель
Код вида отхода по ФККО	6 11 400 01 20 4
Наименование вида отхода	золошлаковая смесь от сжигания углей малоопасная
Агрегатное состояние	твердое (смесь твердых форм)

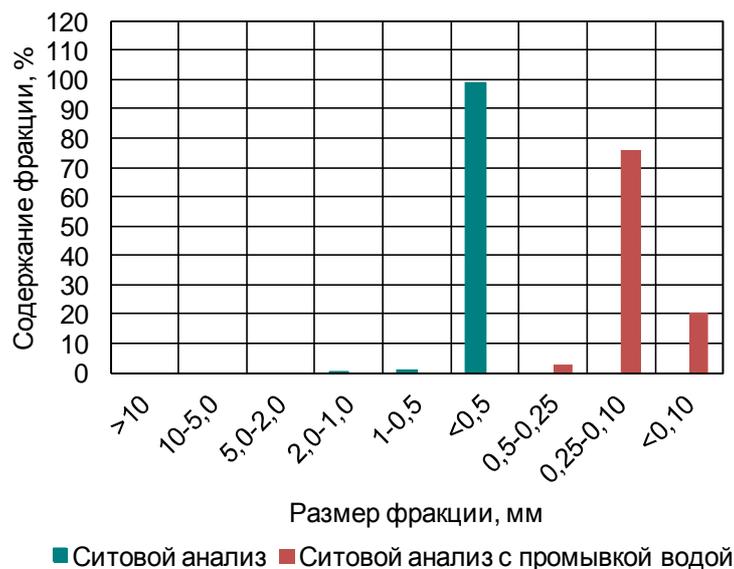


Рисунок 7 – Гранулометрический состав золы смеси из транспортной сети

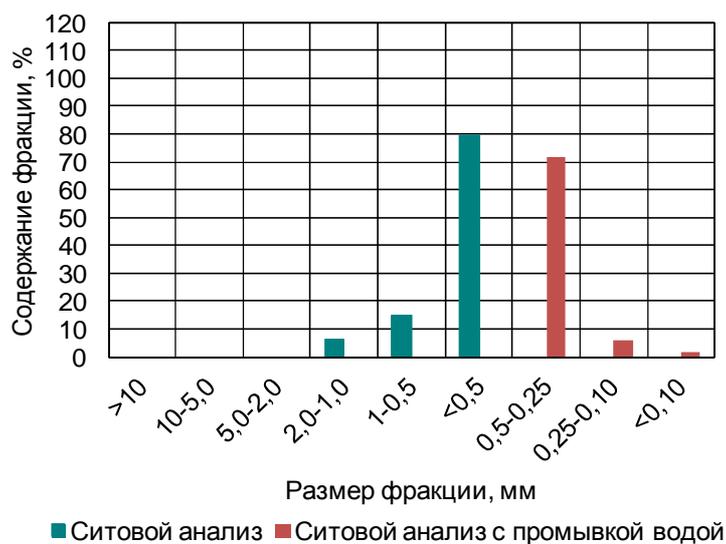


Рисунок 8 – Гранулометрический состав золы, уловленной групповым циклоном

На рисунках 7-9 приведены гистограммы фракционного состава золошлаковой золы Новочеркасской ГРЭС. Размер частиц фракции золы $<0,5$ мм составляет 98,8 %, что согласуется с данными, приведенными в [2]. Циклоном улавливаются крупные и средние частицы. Фильтром улавливаются мелкие частицы $<0,5$ мм, из которых 92,87 % составляют частицы с размером $<0,1$ мм.

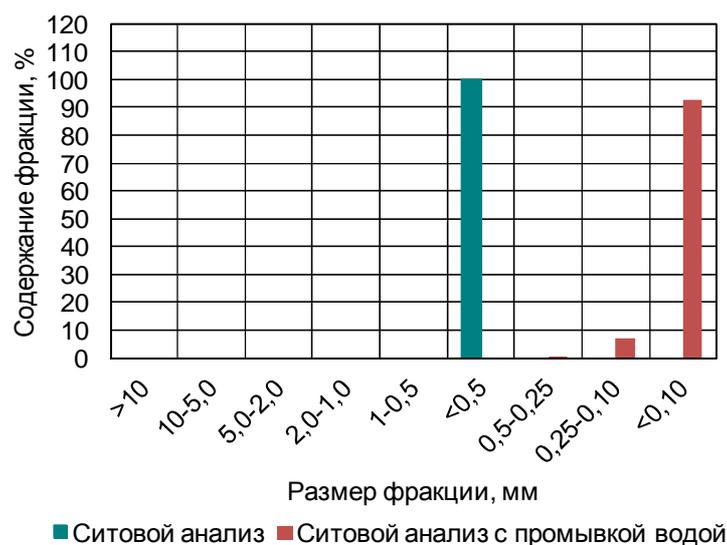


Рисунок 9 – Гранулометрический состав золы, уловленной рукавным фильтром

Утилизацией и переработкой золошлаковых отходов занимаются многие страны мира. Результаты исследований свидетельствуют о том, что зола и шлак являются ценными продуктами, которые в результате их модификации можно применять в качестве добавки в строительных смесях. Это позволит снизить себестоимость строительных материалов и негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Гранулометрический состав зол ТЭС <http://stroj-archive.ru/zolokeramicheskie-materialy/610-granulometricheskiy-sostav-zol-tes.html>
2. Капустин А.Ф., Семериков И.С. Состав и свойства композиционного цемента с добавкой золошлаковой смеси ТЭС // Вестник ЮУрГУ, 2011. № 16. С. 38-40.
3. Юрьев Ю.И., Скрипникова Н.А. Модифицированные алюмосиликатные отходы для строительных керамических материалов // Письма о материалах, 2013. Т. 3. С. 268-271.
4. Короткова Т.Г., Бушумов С.А. Расчет циклона ЦН-15 для предварительной очистки отходящих газов от золошлака при сжигании угля в котлоагрегатах ГРЭС

[Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2016. № 6. С. 73-82. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1006> (дата обращения: 20.11.2016).

5. Короткова Т.Г. Снижение пылевых выбросов путем включения циклона в золоулавливающую установку Новочеркасской ГРЭС / Короткова Т.Г., Бушумов С.А., Данильченко А.С., Сиюхов Х.Р., Устюжанинова Т.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). С. 1146-1155. – IDA [article ID]: 1201606075. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/75.pdf> (дата обращения: 20.06.2016).

References

1. Granulometricheskiy sostav zol TES <http://stroj-archive.ru/zolokeramicheskie-materialy/610-granulometricheskiy-sostav-zol-tes.html>

2. Kapustin A.F., Semerikov I.S. Sostav i svoystva kompozitsionnogo tsementa s dobavkoy zoloshlakovoy smesi TES // Vestnik YuUrGU, 2011. № 16. S. 38-40.

3. Yurev Yu.I., Skripnikova N.A. Modifitsirovannye alyumosilikatnye otkhody dlya stroitelnykh keramicheskikh materialov // Pisma o materialakh, 2013. Т. 3. S. 268-271.

4. Kороткова Т.Г., Bushumov S.A. Raschet tsyklona TsN-15 dlya predvaritelnoy ochistki otkhodyashchikh gazov ot zoloshlaka pri szhiganii uglya v kotloagregatakh GRES [Elektronnyy resurs] // Nauchnye trudy KubGTU: elektron. setevoy politematich. zhurn. 2016. № 6. S. 73-82. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1006> (data obrashcheniya: 20.11.2016).

5. Kороткова Т.Г. Snizhenie pylevykh vybrosov putem vklyucheniya tsyklona v zoloulavlivayushchuyu ustanovku NovoCherkasskoy GRES / Kороткова Т.Г., Bushumov S.A., Danilchenko A.S., Siyukhov Kh.R., Ustyuzhaninova T.A. // Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №06(120). S. 1146-1155. – IDA [article ID]: 1201606075. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/75.pdf> (data obrashcheniya: 20.06.2016).