

УДК 628.544, 620.9

ВЫДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ ФРАКЦИИ ЗОЛЫ-УНОСА КЕМЕРОВСКОЙ ГРЭС

Лاپин А.А., аспирант, Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Научный руководитель: Богомолов А.Р., д.т.н., Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В процессе сжигания углей в котлоагрегатах ТЭЦ образуется зола уноса и шлак в соотношении 80 % и 20 % [1]. Зола уноса удаляется из дымовых газов в последствии попадает на открытые золоотвалы, емкость которых на большинстве станций г. Кемерово и Кемеровской области исчерпается в ближайшие годы. Так, по данным [2, 3] на Кузнецкой ТЭЦ золоотвалы полностью заполнятся в 2017 году, на Кемеровской ГРЭС в 2018 году, на Ново-Кемеровской ТЭЦ 2020 год, на Кемеровской ТЭЦ в 2021 год, Беловская ГРЭС 2022 год, Томь-Усинская ГРЭС 2028 год. Таким образом, утилизация образующихся золошлаковых отходов (ЗШО) является актуальной задачей.

Утилизация ЗШО путем их переработки является экономически более эффективным, чем складирование на золоотвалах, а с учетом перспективного увеличения экологических платежей и штрафов за использование золоотвалов и дефицита свободных земель в черте города вблизи существующих ТЭЦ для золоотвалов, будет становиться все более рентабельным.

ЗШО представляет собой источник минерального сырья, в состав которого в значительном количестве входят такие элементы как Si, Fe, Al, K, Ca, Mg.

Предметом работы являлось исследование процесса выделения из золы уноса Кемеровской ГРЭС (ЗУ) магнитной фракции. В состав магнитной фракции включено железо, которое может находиться в составе ЗУ как самостоятельный элемент Fe, как оксид железа (II, III) (Fe_2O_3 и/или Fe_3O_4), как карбонат железа (II) FeCO_3 , как сульфат железа FeSO_4 .

Для определения элементного содержания использовался метод сканирующей электронной микроскопии с применением сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6390 LA с энергодисперсионным детектором рентгеновского излучения JED 2300 Центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН. Результаты анализа ЗУ Кемеровской ГРЭС приведены в табл. 1.

Таблица 1. Элементный состав золы-уноса Кемеровской ГРЭС

Элемент	Концентрация	Соединение	Концентрация
C	16,24		16,24
O	39,23		
Na	0,86	Na ₂ O	1,17
Mg	0,98	MgO	1,62
Al	9,51	Al ₂ O ₃	17,96
Si	22,16	SiO ₂	47,41
S	0,25	SO ₃	0,64
K	1,84	K ₂ O	2,21
Ca	4,37	CaO	6,12
Ti	0,50	TiO ₂	0,83
Fe	4,04	Fe ₂ O ₃	5,77

Из табл. 1 видно, что содержание магнитной фракции в пересчете на элементное железо составляет 4,04 %. Таким образом, ЗУ Кемеровской ГРЭС бедна железом, однако даже при такой концентрации с учетом комплексной переработки ЗУ, извлечение магнитной фракции становится экономически целесообразным мероприятием.

В работе использовалось стандартное оборудование [4] - электромагнитный сепаратор барабанный ЭБМ-32/20 (рис. 1) с подключением электродвигателя привода через частотный преобразователь.

Основными рабочими органами сепаратора являются электромагнитный барабан 1 и ванна 16 из немагнитной стали.

Электромагнитный барабан представляет собой собственно барабан 18 и размещенную внутри него электромагнитную систему. Барабан вращается на сферических подшипниках, установленных на неподвижной оси. Ось закреплена в опорах. На оси закреплено ярмо 10 с пятью сердечниками, на которых насажены и закреплены полюсными наконечниками 13 катушки 12.

Разгрузка магнитного продукта происходит по разгрузочному лотку ванны 4, а немагнитный продукт разгружается через отверстие в днище ванны. На выпускное отверстие ванны устанавливается насадка 14 со сменными вкладышами 15 имеющими разные сечения отверстий.

Для подачи дополнительной воды в ванну, промывки и смыва магнитного продукта в ней установлены брызгала, положение которых регулируется.

В зоне разгрузки установлена вращающаяся индукционная щетка 11. Щетка представляет собой немагнитный валик с установленными на нем штырями, изготовленными из низкоуглеродистой стали. Валик насажен на вал, установленный в подшипниках.

Привод 8 состоит из двигателя и редуктора, которые соединены муфтой и установлены на качающейся площадке. Вращение от привода передается клиновым ремнем, охватывающим шкивы привода, щетки и барабана. Привод закрыт кожухом 9.

Подлежащая сепарации ЗУ в виде суспензии (пульпы) подается ровным слоем в ванну и самотеком поступает под вращающийся барабан. Направление вращения барабана и движение пульпы совпадают. Магнитные частицы, попадая в зону действия магнитного поля полюсов, притягиваются к поверхности барабана и выносятся в зону разгрузки. Чередование полярности полюсов магнитной системы способствует перемешиванию суспензии и получению более чистого продукта – магнитной фракции.

Для лучшей очистки барабана от магнитной фракции используется индукционная щетка, штыри которой при вращении попадают в магнитное поле крайнего полюса и намагничиваются. На концах штырей происходит концентрация силовых линий магнитного поля, магнитные частицы притягиваются к штырям и выносятся в зону разгрузки, где смываются водой из брызгала на разгрузочный лоток ванны.

Разгрузка немагнитной фракции происходит через отверстие вкладыша, установленного в насадке ванны.

Тонкие немагнитные частицы уходят в слив через переливную трубу.

Разделение ЗУ на магнитную и немагнитную фракции проводилось на сепараторе при различных токах возбуждения обмотки катушек электромагнитной системы: 7 А и 13 А. Работа проводилась до полного извлечения магнитной фракции из ЗУ.

Элементный состав получившихся магнитных продуктов при силе тока 7 А и 13 А приведены в табл. 2.

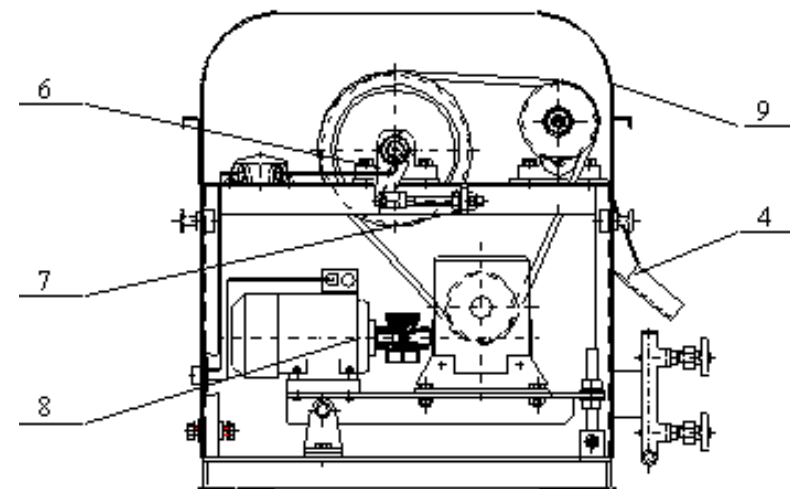
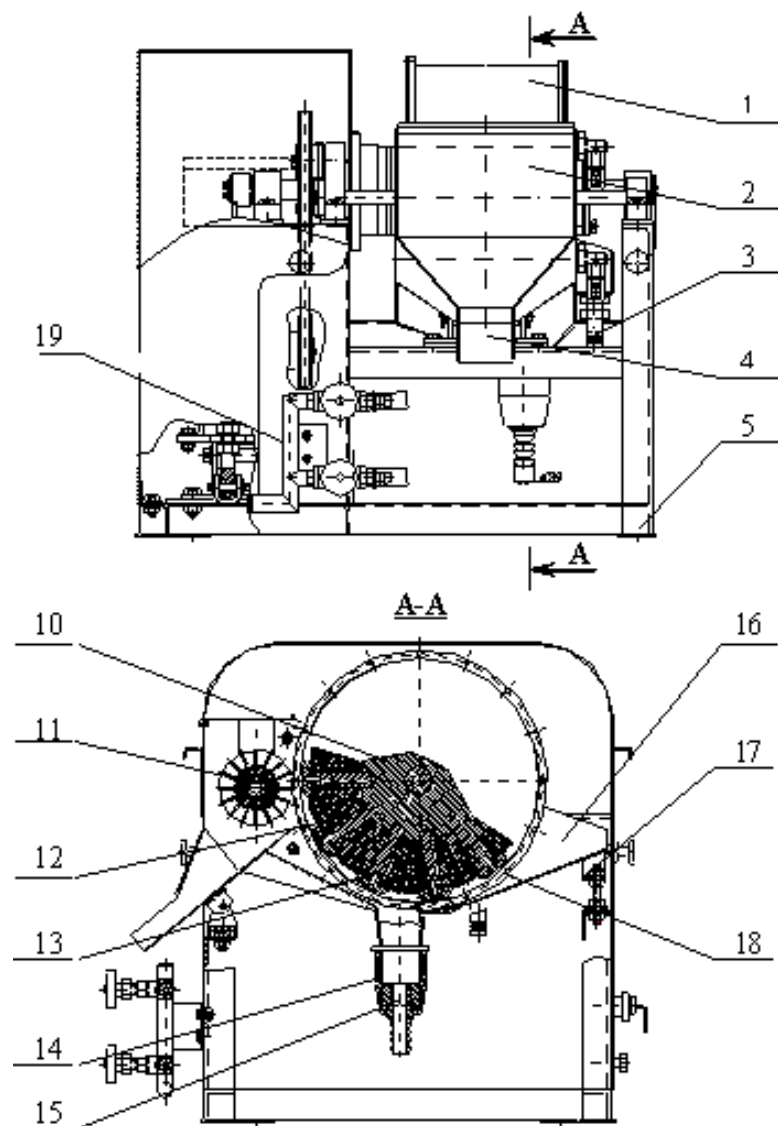


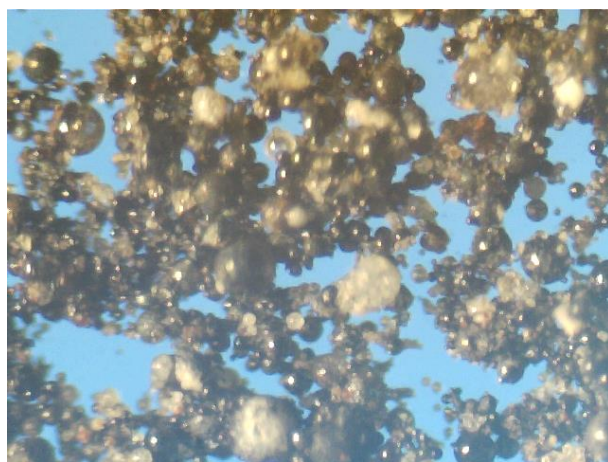
Рис. 1. Устройство сепаратора ЭБМ-32/20

1 – барабан электромагнитный; 2 – крышка; 3 – переливная трубка; 4 – разгрузочный лоток магнитного продукта; 5 – рама; 6 – рычаг; 7 – тяга; 8 – привод; 9 – кожух; 10 – ярмо; 11 – индукционная щётка; 12 – катушка; 13 – полюсный наконечник; 14 – насадка; 15 – вкладыш; 16 – ванна; 17 – регулировочный винт; 18 – барабан; 19 – коллектор.

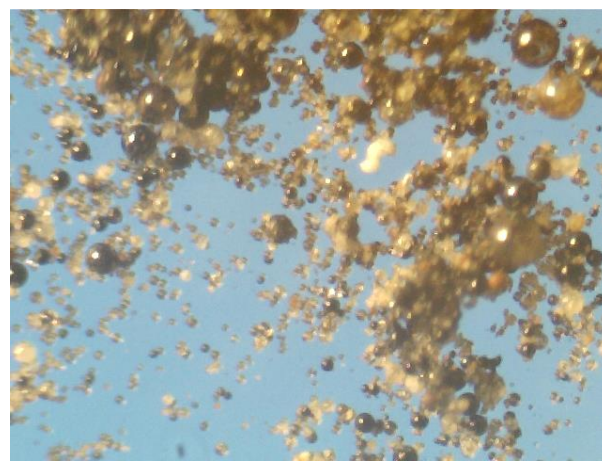
Таблица 2 Элементный состав магнитной фракции золы уноса Кемеровской ГРЭС в результате извлечения на магнитном сепараторе ЭБМ-32/20 при токах возбуждения обмотки катушек электромагнитной системы 7 А и 13 А.

Элемент	Концентрация		Соединение	Концентрация	
	При 7 А	При 13 А		При 7 А	При 13А
C	18,33	15,95	C	18,33	15,95
O	33,61	35,54			
Na	0,85	0,89	Na ₂ O	1,14	1,2
Mg	1,67	1,90	MgO	2,76	3,15
Al	6,09	6,91	Al ₂ O ₃	11,5	13,06
Si	14,22	16,15	SiO ₂	30,42	34,54
K	0,91	1,06	K ₂ O	1,09	1,27
Ca	3,72	4,53	CaO	5,2	6,34
Ti	0,29	0,34	TiO ₂	0,49	0,57
Fe	20,33	16,74	Fe ₂ O ₃	29,06	23,93

Проведенный элементный анализ извлеченного магнитного продукта показал, что при силе тока 7 А концентрация оксида железа (Fe₂O₃) в извлеченной магнитной фракции больше концентрации того же соединения при силе тока электромагнитной системы 13 А в 1,2 раза и в 6 раз больше, чем исходной ЗУ.



а)



б)

Рис. 2. 64-кратное увеличение магнитной фракции ЗУ после разделения на магнитном сепараторе

при токах возбуждения 7 А «а» и 13 А «б».

Соотношение массы извлеченной магнитной фракции к исходной ЗУ составляет: при 7 А – 2 %, при 13 А – 4 %.

На рис. 2 представлена фотография 64-х кратного увеличения сфероидальных частиц магнитной фракции ЗУ, которая характеризуется черной окраской и гладкой ровной поверхностью, их размер не превышает 50 мкм [5]. Сферическая форма железосодержащих фаз свидетельствует о том, что их образование осуществлялось в воздушной среде, в условиях, когда любое вязко-пластичное вещество стремится принять энергетически выгодную форму. На рис. 2 «а» показан фотография магнитной фракции в результате разделения на сепараторе при токе 7А, на рис. 2. «б» - при токе 13 А.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости продолжения исследований по получению магнитной фракции с большей концентрацией оксида железа на электромагнитном сепараторе ЭБМ-32/20 за счет поиска оптимальной величины индукции магнитного поля (изменяя величину тока возбуждения), положения магнитной системы, величины зазора между барабаном и ванной, водного режима ванны (уровня пульпы в ванной, количество воды подаваемое в брызгала и их угловое положение, сечение отверстия вкладыша выпускного отверстия немагнитного продукта). Кроме того возможно использование иных марок сепараторов в том числе сухого разделения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копытов, А. И. Утилизация отходов производства предприятий энергетики Кузбасса. Проблемы и перспективы / А.И. Копытов, Ю.В. Антонов // Вестник КузГТУ. – 2013, №3. – С. 62-64.
2. Кожемяко, С. И. Опыт решения проблемы золошлаков ТЭС в условиях Сибири / С.И. Кожемяко, Д.В. Бондарь, В.Р. Шевцов // Материалы II Международного научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование» (Москва, 23-24 апреля 2009 г.) – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – С. 48-52.
3. Лебедев, В. В. Комплексное использование углей / В.В. Лебедев, В.А. Рубан, М.Я. Шпирт. – М.: Недра, 1980. – 239 с.
4. Руководство по эксплуатации электромагнитного сепаратора ЭМБ-32/20 120СЭ-Г.00.000 РЭ ОАО «НПК «Механобр-Техника» Санкт-Петербург 2007 г.