

УДК 666.972.55

В. Н. ГУБАРЬ, И. Ю. ПЕТРИК, А. В. ЖИБОЕДОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗОЛЫ-УНОС ТЭС, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕТОНАХ

Рассмотрены способы повышения качества золы-уноса ТЭС, которая применяется в высококачественных бетонах в большом количестве (замена части портландцемента золой-уноса ТЭС составляет более 50 %). Для выделения наиболее реакционной мелкой фракции ($d-5$ мкм) существует несколько способов и технологий улучшения качества золы: ситовая классификация; механический способ (тонкий помол; размер частиц менее 10 мкм); флотация (отделение микросфер с поверхности золотоустойников); электромагнитная сепарация (удаление ферромагнитных частиц); пневматическая сепарация в циклонах и электрическая сепарация. В работе рассмотрена технология электрической сепарации золы-уноса Зуевской ТЭС в высоковольтном электрическом поле.

зола-уноса ТЭС, высококачественные бетоны, флотация, магнитная сепарация, электрическая сепарация, пневматическая сепарация

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Под высококачественными бетонами (High performance concretes, НРС) Международная организация по строительству подразумевает бетоны с высокими эксплуатационными свойствами (прочность, долговечность, низкие показатели коэффициента диффузии и истираемости, надежные защитные свойства по отношению к стальной арматуре, высокая химическая стойкость и стабильность объема) при водовязущем отношении менее 0,3. Доля и роль высококачественных бетонов в мировой строительной индустрии стремительно возрастает и сопровождает стремительное развитие архитектурных форм и функционально новых видов сооружений. Подобные бетоны находят все более широкое применение в строительстве в Японии (мост через пролив Акаси), Норвегии (нефтяная платформа на месторождении Троль), США (125-этажный небоскреб в Чикаго), Франции (тоннель под Ла-Маншем). Основные области их применения – высотное строительство, электростанции, морские гидротехнические сооружения, большепролетные мосты и инженерные сооружения, дорожные покрытия [7].

Для получения высококачественных бетонов особое значение имеет использование модификаторов структуры бетонов, в т. ч. на основе отходов промышленности. Обязательным условием технологии производства высококачественных бетонов является замена части портландцемента минеральными (пуццолановыми) добавками в количестве более 50 %, например, золой-уноса ТЭС [1, 6].

Однако при высоком содержании в составе бетона золы-уноса возникает ряд проблем. Во-первых, замедляется рост прочности бетона в раннем возрасте. Реакция золы с гидроксидом кальция в основном протекает в первые 3–7 суток с образованием продуктов гидратации в виде низкоосновных гидросиликатов кальция с более низким соотношением (С/С). Однако большое количество непрореагировавшей золы остается после 91 суток твердения [2]. Во-вторых, в бетоне с водовязущим отношением В/В = 0,5 замена портландцемента золой в количестве 45 % снижает прочность бетона при сжатии в проектном возрасте на 30 %, в то же время в бетоне с В/В = 0,3 – лишь на 17 %. При этом для снижения водовязущего отношения (В/В ≤ 0,3) необходимо обязательное применение эффективных суперпластификаторов [3]. В-третьих, высокий расход золы в составе бетона оказывает негативное влияние на его морозостойкость. Снижение морозостойкости обусловлено увеличением фактического водоцементного отношения и образованием дополнительного объема капиллярных пор. Снижению морозостойкости способствует также уменьшение содержания вовлеченного воздуха при введении золы

и присутствие в золе органических остатков, которые набухают в воде, плохо сцепляются с вяжущим, способны образовывать соединения, разрушающие вяжущее [9].

Для решения перечисленных проблем возникает необходимость разработки различных способов повышения качества золы-уноса для эффективного использования в составах высококачественных бетонов.

Зола-уноса ТЭС представляет собой остаток от сжигания твердого топлива [14]. Она является продуктом высокотемпературной (до 1 200...1 700 °С) обработки минеральной, несгорающей части углей. Зола уносится из топки с дымовыми газами и улавливается при их очистке в электрофильтрах. Размер частиц золы менее 200 мкм. Минеральная часть твердого топлива обычно включает глинистые минералы, слюды, кварц, полевые шпаты, сульфиды железа, оксиды и гидроксиды железа, карбонаты кальция, магния и др. В процессе сжигания компоненты минеральной части изменяются, взаимодействуют друг с другом и образуют различные соединения, которые обуславливают образование зол переменного химического и минерального состава в зависимости от температуры сжигания топлива и состава его минеральной части. Из-за неравномерности температуры в топочном пространстве полнота этих превращений существенно различается, и золы-уноса ТЭС могут содержать невыгоревшие органические остатки с различными свойствами. В зависимости от вида углей и условий их сжигания в золах может содержаться 0,5...20,0 % и более несгоревших органических частиц топлива.

Целью работы является рассмотрение способов повышения качества золы-уноса ТЭС и выбор наиболее эффективного.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Существует несколько способов и технологий улучшения качества золы: ситовая классификация; механический способ (тонкий помол, размер частиц менее 10 мкм); флотация (отделение микросфер с поверхности золоотстойников); электромагнитная сепарация (удаление ферромагнитных частиц); пневматическая сепарация в циклонах и электрическая сепарация [10].

Ситовая классификация – разделение материала на фракции с помощью сит (рис. 1). В результате простого просеивания, т. е. просеивания через одно сито, исходная зола делится на две фракции: 1) просев (нижний продукт) – зола, прошедшая сквозь сито; 2) отсев (верхний продукт) – зола, не прошедшая сквозь сито и оставшаяся на сите, т. е. наверху. Производительность сита зависит от следующих факторов: формы и размера отверстий сита; толщины слоя золы на сите; скорости движения золы на сите; характера движения и длины пути, а также формы частиц золы. Кроме указанных факторов, на просеивание также влияют способ подачи материала, кратность просеивания и т. д.

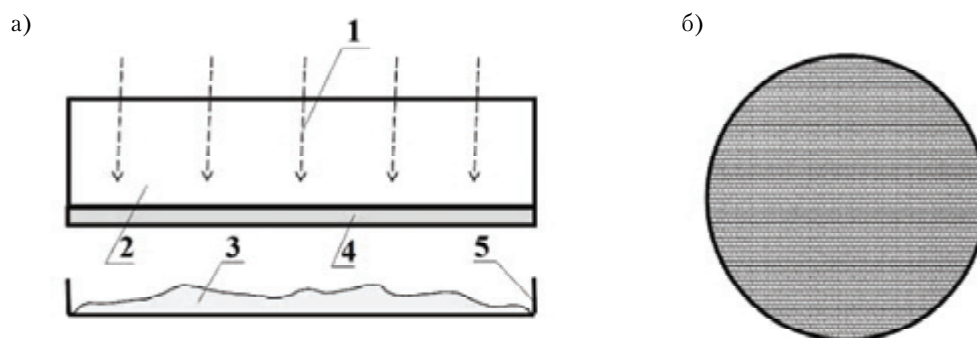


Рисунок 1 – Схема разделения золы на фракции с помощью сит (а – вид сбоку; б – вид сверху): 1 – просеиваемая навеска золы-уноса; 2 – сито; 3 – зола, прошедшая сквозь сито; 4 – зола, не прошедшая сквозь сито и оставшаяся на сите; 5 – приемная емкость.

Одним из важных факторов производительности просеивания является влажность золы-уноса. Излишняя влажность вызывает слипание отдельных частиц, забивающих сетки и прилипающих к ней. Сухая зола, как правило, просеивается лучше. Однако если просеиваемая зола является слишком сухой, может возникнуть явление электризации. В результате этого явления может произойти слипание частиц и увеличение их размера, что резко снижает просеиваемость. Кроме того, зола-уноса может принять противоположный по сравнению с ситом заряд. В этом случае будет происходить взаимное отталкивание сетки и золы и просеивание резко замедлится.

Еще одним неудобством просеивания слишком сухой золы-уноса является значительное пылеобразование, которое возникает при трении сухого материала и которое в случае, если сито не закрыто, может привести к большим материальным потерям и загрязнению воздуха [4].

Механический способ получения дисперсной золы-уноса ТЭС является наиболее простым и широко распространенным. Для осуществления *тонкого помола* золы-уноса ТЭС находят применение машины, отличающиеся способом воздействия на материал. В одном случае это может быть раздавливание, в другом – удар, истирание или их комбинация [15]. Сегодня основными агрегатами тонкого помола являются шаровые мельницы (рис. 2). Их рабочие элементы – это броневые плиты барабана и загруженные в него мелющие тела – шары, стержни, диски. Вращение барабана вызывает подъем мелющих тел, которые, достигнув определенной высоты, падают и скатываются вниз. Разрушение золы в шаровых мельницах происходит как в результате медленного раздавливания – истирания при скатывании шаров, так и быстрого сжатия от ударов при их падении.

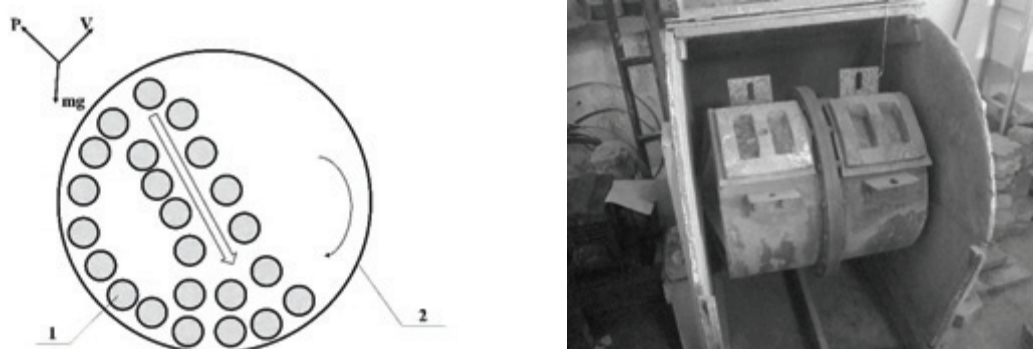


Рисунок 2 – Схема действия и внешний вид шаровой мельницы: 1 – мелющие тела; 2 – вращающийся барабан.

Несмотря на абсолютное лидерство среди агрегатов тонкого помола, используемых в многотоннажном производстве порошкообразных материалов, шаровым мельницам присущи и серьезные недостатки. Только от 2 до 20 % всей потребляемой энергии расходуется непосредственно на измельчение [5], остальная ее часть идет на преодоление сил трения, образование тепла, звуковых колебаний, вибрации и т. д. В результате проведенных исследований было установлено, что только каждый тысячный удар шара производит работу непосредственно по измельчению [13]. И если грубый помол с получением частиц, размерами в сотые доли миллиметра, не вызывает серьезных затруднений, при более тонком помоле коэффициент полезного действия шаровой мельницы снижается настолько, что ее дальнейшее использование становится экономически не целесообразно.

Флотация – один из методов повышения качества золы-уноса ТЭС, который основан на различии способности минералов удерживаться на межфазовой поверхности, обусловленный различием в удельных поверхностных энергиях (рис. 3). Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы минералов избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц [18].

Лучше всего флотацией разделяются зёрна размером 0,10...0,04 мм. Более мелкие частицы разделяются хуже, а частицы мельче 5 мкм ухудшают флотацию более крупных частиц. Способ выделения полых микросфер за счет флотации заключается в том, что зола-уноса ТЭС при попадании в воду разделяется по плотности, микросферы всплывают и попадают на периферию золоотвала, откуда могут собираться для использования. Однако, как показали исследования, качество выделенной таким образом микросферы низкое по двум причинам. В такой микросфере содержится до 5 % примесей в виде частиц несгоревшего кокса, сама микросфера зачастую дефективная, т. к. имеет микротрещины, сколы и другие дефекты. Во-вторых, в относительно крупных фракциях микросферы более 0,3 мм до 30 % сфер имеют вплавленные частицы кокса. Однако разработан способ, в котором предлагается флотационное разделение золы ТЭС осуществлять в воде при избыточном давлении не менее 1,5 атм., полученную микросферу сушат, удаляют из нее фракции более 0,3 мм. Такое осуществление способа обеспечивает удаление из микросферы примесей (они под давлением насыщаются водой и тонут), бракованных сфер (через трещины они насыщаются водой и также тонут) и сфер с вплавленными частицами кокса, т. к. исследования показали, что 98 % таких сфер имеют фракцию более 0,3 мм [16].

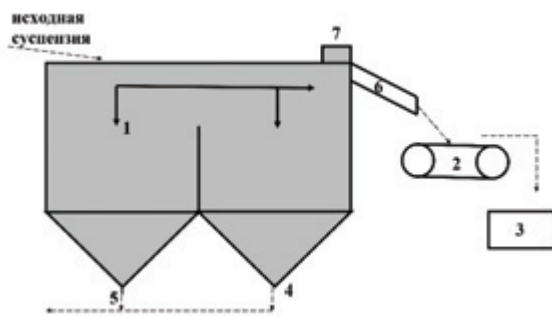


Рисунок 3 – Схема действия и внешний вид установки для повышения качества золы-уноса ТЭС методом флотации: 1 – пирамидальные емкости; 2 – ленточный вакуум-фильтр; 3 – сушилка; 4 – выходные отверстия с вентилями; 5 – отработанная суспензия; 6 – порог для ограничения уровня суспензии; 7 – скреб для съема всплывших микросфер.

Электромагнитная сепарация основана на способности различных минералов по-разному притягиваться магнитом [19]. Частицы золы с различными магнитными свойствами движутся по разным траекториям и собираются в различные приемники (рис. 4).

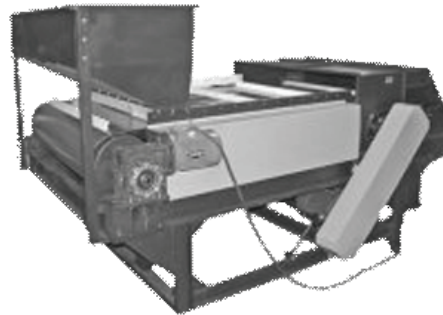
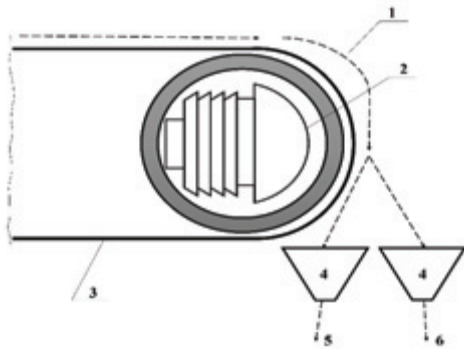


Рисунок 4 – Схема действия и внешний вид электромагнитного сепаратора: 1 – разделяемая навеска золы-уноса ТЭС; 2 – электромагнитная система; 3 – конвейер; 4 – воронки; 5 – магнитные частицы золы-уноса; 6 – немагнитные частицы золы-уноса.

Магнитные частицы, включающие соединения железа, отклоняются влево, в сторону магнита, в то время как чистые зерна частицы золы-уноса, не обладающие магнитными свойствами, ссыпаются сразу после шкива. Этот способ обогащения эффективен тогда, когда все железистые примеси магнитны. Магнитные сепараторы, применяемые для обогащения золы-уноса ТЭС, имеют различные конструкции. Основной деталью во всех сепараторах служит электромагнитная система, обеспечивающая отбор включений железа в сортируемом материале. Электромагнитные сепараторы позволяют удалять из золы даже слабомагнитные минералы.

Метод пневматической сепарации основан на различии в скоростях падения частиц различного диаметра и плотности в воздушной среде (рис. 5). Падение может быть свободным или стесненным. Материал поступает из бункера в разделительную камеру. Наклонные полки сепаратора обеспечивают пересечение потока материала с сепарационными каналами. Через них отсасывается легкая фракция разделяемых материалов, которая осаждается в циклоне, а тяжелая фракция самотеком разгружается в специальный приемник. Основными факторами, влияющими на качество разделения, являются ширина щели сепарационных каналов и концентрация материала в рабочем объеме сепаратора [8].

Способ электрической сепарации [17], основанный на различной электрической проводимости веществ, реализуется путем обработки потока частиц золы-уноса в высоковольтном электрическом поле (рис. 6).

Сепарацию по электрической проводимости применяют для разделения минеральных смесей, зерна которых значительно различаются по удельному сопротивлению. Поверхностная электрическая

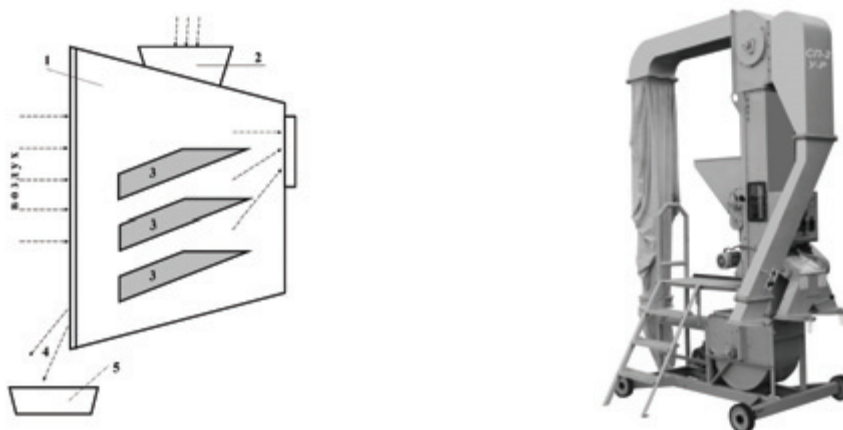


Рисунок 5 – Схема действия и внешний вид поперечно-поточного пневмосепаратора: 1 – разделительная камера; 2 – бункер; 3 – наклонные полки с сепарационными каналами; 4 – тяжелая фракция золы-уноса ТЭС; 5 – приемник.

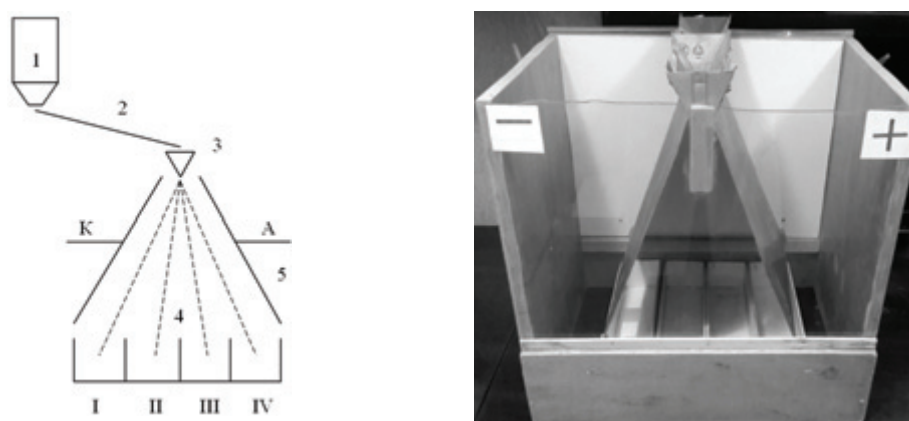


Рисунок 6 – Схема действия и внешний вид камерного электростатического сепаратора свободного падения: 1 – бункер; 2 – наклонная плоскость; 3 – воронка; 4 – приемные контейнеры; 5 – электроды (А – анод, К – катод).

проводимость минералов в основном зависит от химического состава и структуры минералов. Процесс заключается в создании на зернах минералов электрического заряда, отличающего по значению или знаку, с последующим пропусканием потока заряженных частиц через электростатическое поле. Разделение происходит путем отклонения траекторий движения заряженных частиц от траекторий, характерных для движения незаряженных частиц при отсутствии внешнего электрического поля.

В данном исследовании выбран способ электрической сепарации золы-уноса ТЭС.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментальных исследований использована зола-уноса (ЗУ) Зуевской ТЭС, химический состав которой представлен в табл. 1.

В соответствии с требованиями ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса ТЭС для бетонов» определены показатели потерь при прокаливании (ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности») и остаток на сите № 008 (ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола»). Содержание негоревшего углерода определяется по массе остатка пробы золы после прокаливании в муфельной печи при температуре 815 ± 10 °С, точность взвешивания 0,1 мг. Показатели насыпной плотности золы-уноса определены в соответствии с ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытания».

Таблица 1 – Химический состав золы-уноса Зуевской ТЭС

Содержание оксидов, %										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	ППП
56,60	21,82	15,39	0,75	2,52	1,05	0,09	2,08	0,74	0,03	1,27

Электрическая сепарация золы-уноса осуществлена с помощью камерного электростатического сепаратора свободного падения. Медные пластинчатые электроды подключаются к источнику высокого напряжения; величина напряженности электростатического поля составляет 2,0...3,5 кВ/см, разность потенциалов измеряется киловольтметром электростатическим С-196.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для установления эффективности способа сепарации в высоковольтном электростатическом поле исходную навеску золы массой 1 100 г, предварительно высушенную до постоянной массы, через дозатор по наклонному медному лотку просыпали сквозь электродное пространство электрического сепаратора. Под действием электростатического поля траектория падения частиц отклонялась от вертикальной, в результате чего исходная навеска золы распределялась соответствующим образом в ячейках сепаратора, а также на поверхности электродов (табл. 2). Установлено, что дисперсность частиц золы, характеризуемая величиной остатка навески после просеивания через сито № 008, уменьшается по мере приближения ячейки к электроду. Наиболее крупные частицы сосредоточены в центральных ячейках II и III. Вероятно, это связано с тем, что более крупные частицы имеют меньший поверхностный электрический заряд, в результате кулоновские силы слабы для преодоления силы тяжести и отклонения траектории падения частиц от вертикальной.

Таблица 2 – Свойства электросепарированной золы-уноса ТЭС

Наименование свойства	Показатель свойств пробы золы (электрод, № ячейки)					
	К	I	II	III	IV	A
Количество, г / %, от общей навески	23/2,3	22/2,2	103/10,1	397/38,9	374/36,7	123/12,1
Потери при прокаливании, %	0,89	0,87	0,86	0,73	0,54	0,46
Насыпная плотность, кг/м ³	1086	988	1114	1142	1137	1129
Остаток на сите № 008, %	0,00	1,46	4,62	3,88	1,24	0,00

Процесс сепарирования частиц в установке основан на различных по знаку и величине поверхностных зарядах веществ, входящих в состав золы. Известно [12], что такие материалы как известняк, мрамор, оксид алюминия, доломит, магнезит, известь, ангидрит, гипс, углерод, имеют положительный электрический заряд, в то время как кварц, каолинит, оксиды железа – отрицательный. Установлено, что максимальное содержание несгоревших угольных частиц, определяемое по показателю потерь при прокаливании, после электрического сепарирования сосредоточено в навесках, отобранных с катода и ячеек, близких к катоду. Об этом свидетельствуют также более высокие показатели насыпной плотности навесок золы, близких к зоне анода. Согласно [11] заряд несферических частиц, что характерно для зерен несгоревшего углерода, в 1,4...1,8 раз больше заряда шарообразных частиц (алюмосиликатные сфероиды), имеющих эквивалентную массу. Различие между зарядами частиц правильной и неправильной формы особенно значительно для частиц с размерами менее 200 мкм. Этим объясняется достаточно высокая эффективность сепарирования как тонкодисперсных, так и относительно крупных частиц несгоревшего углерода.

ВЫВОДЫ

Установлено, что дисперсность частиц золы, обработанной в камерном электростатическом сепараторе свободного падения, по показателю величины остатка навески после просеивания через сито № 008 уменьшается по мере приближения ячейки к электроду. При этом пробы, отобранные с катода и ячеек, близких к катоду, содержат наибольшее количество несгоревшего углерода. Более высокая величина остатка на сите № 008 для проб из центральных ячеек свидетельствует о недостаточно высокой напряженности электрического поля, необходимой для отклонения частиц от вертикальной траектории в сторону действия силовых полей электродов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. An innovation method in producing high early strength PFA concrete [Текст] / C. S. Poon, S. C. Kou, L. Lam, Z. S. Lin // Creating with Concrete : International Conf., Dundee, Scotland, UK, 8-10 September 1999 : Proc. / S. C. Kou. – London (England, UK) : Thomas Telford, 1999. – P. 131–138.
2. Lam, L. Degree of hydration and gel/space ratio of high-volume fly ash/cement systems [Текст] / L. Lam, Y. L. Wong, C. S. Poon // Cement and Concrete Research. – 2000. – Vol. 30. – P. 747–756.
3. Poon, C. S. A study on high strength concrete prepared with large volumes of low calcium fly ash [Текст] / C. S. Poon, L. Lam, Y. L. Wong // Cement and Concrete Research. – 2000. – Vol. 30. – P. 447–455.
4. Ажигихин, И. С. Технология лекарств [Текст] / И. С. Ажигихин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1980. – 440 с.
5. Акунов, В. И. О выборе оптимальных типов измельчителей [Текст] / В. И. Акунов // Строительные материалы. – 1962. – Выпуск № 11. – С. 21–22.
6. Баженова, С. И. Получение высококачественного бетона с использованием модификаторов структуры на основе отходов промышленности [Текст] / С. И. Баженова // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.) / Под редакцией Г. Д. Ахметовой. – СПб. : Реноме, 2011. – С. 23–25.
7. Бетоны. Материалы, технологии, оборудование [Текст]. – М. : Стройинформ ; Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 424 с. : ил. – (Серия «Строитель», Выпуск 2).
8. Бобович, Б. Б. Переработка промышленных отходов [Текст] : Учебник для вузов / Б. Б. Бобович. – М. : СП Интермет Инжиниринг, 1999. – 445 с.
9. Инновационные подходы к развитию предприятий, отраслей, комплексов [Текст] : монография. В 2 книгах. Кн. 2 / А. Д. Верховгуров, В. М. Макиенко, А. В. Угляница [и др.]. – Одесса : Куприенко С. В., 2015. – 209 с.
10. Зайченко, Н. М. Бетоны с высоким содержанием золы для массивных железобетонных конструкций [Текст] / Н. М. Зайченко, А. И. Сердюк // Вісник Донбаської національної будівництва і архітектури. – 2013. – Вип. 2013-1(99) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 137–144.
11. Зимон, А. Д. Адгезия пыли и порошков [Текст] / А. Д. Зимон. – М. : Химия, 1976. – 432 с.
12. Олофинский, Н. Ф. Электрические методы обогащения [Текст] / Н. Ф. Олофинский. – [Изд. 3-е, перераб. и доп.]. – М. : Недра, 1970. – 522 с.
13. Рули, А. Форма и характер поверхности зерен кварцевого песка в зависимости от способа помола и их влияние на фракционный способ при воздушной сепарации [Текст] / А. Рули, Х. Тедер // Сборник трудов НИПИ силикатобетона. – Таллин, 1971. – Выпуск № 6. – С. 103–118.
14. Русина, В. В. Минеральные вяжущие вещества на основе многотоннажных промышленных отходов: учебное пособие [Текст] / В. В. Русина. – Братск : ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 224 с.
15. Сиденко, П. М. Измельчение в химической промышленности [Текст] / П. М. Сиденко. – М. : Химия, 1977. – 365 с.
16. Пат. 2013410 Российская Федерация, МПК5 С04В18/10, В03В5/64. Способ получения микросфер из водной суспензии летучей золы тепловых электростанций [Электронный ресурс] / Маркелов В. М., Сонин Б. А., Ершова Г. П., Сидорова Е. А., Яковлева В. И., Павловская Н. С., Жарикова Л. Ю. ; патентообладатель Всесоюзный государственный научно-исследовательский и проектный институт асбестовой промышленности. – № 5006192/33 ; заявл. 09.08.1991 ; опублик. 30.05.1994, Бюл. № 10. – Режим доступа : http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=02013410.
17. Сулейменов, О. А. Электростатическая сепарация, как способ сухой переработки минерального сырья [Электронный ресурс] / О. А. Сулейменов // Научное пространство Европы. – Белгород : [Общество с ограниченной ответственностью «Руснаучника»], 2013. – Режим доступа : http://www.rusnauka.com/11_NPE_2013/Chimia/5_134046.doc.htm.
18. Глембоцкий, В. А. Флотация [Текст] / В. А. Глембоцкий, В. И. Классен. – М. : Недра, 1973. – 384 с.
19. Бергер Г. С. Методы выделения мономинеральных фракций [Текст] / Г. С. Бергер, И. А. Ефимов ; Под ред. М. И. Казанцева. – 2-е изд., перераб. и доп. Г. С. Бергером. – Москва : Госгеолтехиздат, 1963. – 202 с.

Получено 10.03.2016

В. М. ГУБАР, І. Ю. ПЕТРИК, О. В. ЖИБОЄДОВ
СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗОЛИ-ВИНЕСЕННЯ ТЕС, ЩО
ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ У ВИСОКОЯКІСНИХ БЕТОНАХ
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Розглянуто способи підвищення якості золи-винесення ТЕС, що застосовується у високоякісних бетонах у великій кількості (заміна частини поргладцементу золою-винесення ТЕС складає понад 50 %). Для виділення найбільш реакційної дрібнофракції ($d \sim 5 \text{ мкм}$) існує кілька способів і технологій поліпшення якості золи: ситова класифікація; механічний спосіб (тонкий помел, розмір частинок менше 10 мкм); флотация (відділення микросфер з поверхні золівідстійників); електромагнітна сепарация (видалення феромагнітних частинок); пневматична сепарация у циклонах і електрична сепарация. В

роботі розглянута технологія електричної сепарації золи-винесення Зуївської ТЕС у високовольтному електричному полі.

зола-винесення ТЕС, високоякісні бетони, флотація, магнітна сепарація, електрична сепарація, пневматична сепарація

VICTOR GUBAR, IRINA PETRIK, ALEXANDR ZHIPOEDOV
WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF FLY ASH OF THERMAL POWER
PLANT, USED FOR HIGH PERFORMANCE CONCRETE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

It has been considered the ways to improve the quality of fly ash thermal power plant, which is used in high quality concrete in a large number (replacement part of Portland cement with fly ash of thermal power plants is more than 50 %). To highlight the most reactionary of the fine fraction ($d \sim 5 \mu\text{m}$) there are several ways and technologies to improve the quality of ash: sieve classification; mechanically (fine grinding, particle size less than $10 \mu\text{m}$); flotation (separation of the microspheres from the surface of saltstained); electromagnetic separation (removal of ferromagnetic particles); pneumatic separation in cyclones and electric separation. The paper considers the technology Zuevskaya fly ash thermal power plants electrical separation in high-voltage electric field.

fly ash, high quality concrete, flotation, magnetic separation, electric separation, pneumatic separation

Губарь Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: неруйнівний контроль бетону будівельних конструкцій.

Петрик Ірина Юрївна – асистент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: високоякісні бетони з підвищеним вмістом золи-винесення ТЕС.

Жибоедов Олександр Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорона водних ресурсів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: очищення рідин.

Губарь Виктор Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: неразрушающий контроль бетона строительных конструкций.

Петрик Ирина Юрьевна – ассистент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: высококачественные бетоны с повышенным содержанием золы-уноса ТЭС.

Жибоедов Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка жидкостей.

Gubar Victor – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: nondestructive testing of concrete building structures.

Petrik Irina – assistant, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: high-quality concretes with high content of fly ash of thermal power plants.

Zhiboedov Alexandr – Ph.D. (Eng.), Assistant Professor, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: purification of liquids.