

УДК 622.74.622.7

С.А. Эпштейн, В.А. Барковская, Е.Г. Горлов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОДОУГОЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Семинар № 19

В последние годы, в связи с развитием технологий сжигания и технологической переработки сложных композиционных суспензий на основе ископаемого угля, отходов углеобогащения, воды и тяжелых нефтепродуктов важной становится прогнозная экспрессная оценка технологических свойств и состава природного и техногенного минерального сырья.

Достоверность оценки обогатимости и свойств минерального сырья в значительной степени зависит от полноты изучения его вещественного состава и точности определения его технологически значимых параметров. К таким параметрам относятся минеральный и химический состав сырья, текстурно-структурные и морфометрические характеристики, физические, физико-химические и поверхностные свойства. При этом следует отметить, что текстурно-структурные и морфометрические параметры - это наиболее динамичный показатель, изменяющийся в широких пределах в технологическом процессе переработки минерального сырья. В работах [1-3], посвященных технологическим процессам создания композиционных топлив на основе природного угольного сырья, показано, что для успешной эксплуатации котлоагрегатов, водоугольные топлива (ВУТ) должны иметь определенный гранулометрический состав. Гранулометрический состав ВУТ, в свою очередь, определяет такие эксплуатационные свойства как стабильность топлива, его реологические свойства и эффективность сжигания. В связи с этим, контроль гранулометриче-

ского состава ВУТ является одной из важных задач промышленного контроля качества топлива.

Задачи аналитического контроля состава ВУТ в промышленности решаются с привлечением седиментационных методов, либо методов лазерной дифракции. Для композиционных топлив на основе суспензий определение дисперсности проводят с использованием дорогостоящих импортных приборов (лазерные седиментографы), однако даже в этом случае полученные данные не всегда корректны из-за активной агломерации частиц угля. Дисперсность эмульсионных топлив в настоящий момент определяют в основном по косвенным характеристикам (вязкость, стабильность и т.п.), методы прямого контроля практически не применяются.

Разработанный в МГТУ и ИГИ экспресс-метод основан на прямой визуализации изображения, формирующегося при микроскопическом наблюдении, и его дальнейшей компьютерной обработке. Метод укомплектован отечественной оптической техникой и программным обеспечением российской фирмы «Системы для микроскопии и анализа» IMAGESCOPE 1.0. Для приготовления препарата отбирают несколько порций топлива (по 1 см³) из разных сегментов представительной пробы и переносят в узкую специальную кювету объемом 50 мл.

Добавляют в кювету 30 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают суспензию.

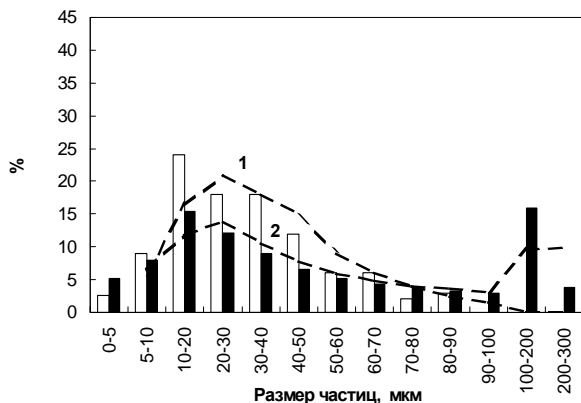


Рис. 1. Гранулометрический состав ВУТ по данным экспресс-анализа

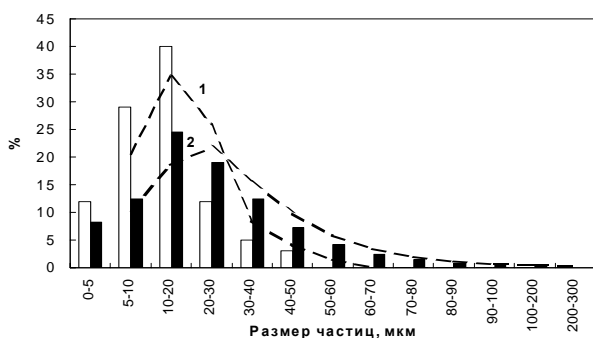
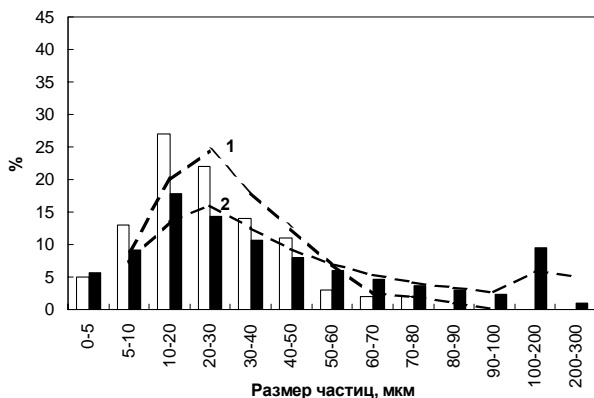
(□, кривая 1) и результатам «Fritsch»-анализа (■, кривая 2)

Рис. 2. Гранулометрический состав ВУТ по данным экспресс-анализа

(□, кривая 1) и результатам «Fritsch»-анализа (■, кривая 2)

Рис. 3. Гранулометрический состав ВУТ по данным экспресс-анализа

(□, кривая 1) и результатам «Fritsch»-анализа (■, кривая 2)



Во время перемешивания отбирают 4-5 объемов суспензии, которую затем разбавляют 30 мл воды. Тщательно перемешивая полученную суспензию, отбирают 1-2 мл пробы и переносят ее в аналитическую чашку Петри или на предметное стекло. Для анализа готовят по 3 препарата из нескольких независимо отобранных общих проб. Определение состоит в последовательных операциях визуализации, редактирования и обработки полученных данных. На основе полученных результатов определяют минимальный (D_{min}), максимальный (D_{max}) и средний размеры частиц (D_{cp}), строят гистограммы распределения частиц по размерам и оценивают статистические параметры (стандартное квадратичное отклонение - СКО, дисперсия-S). Воспроизводимость полученных результатов оценивают по критерию Фишера для 3-4 параллельных проб.

В настоящей работе дан-

ные, полученные при анализе гранулометрического состава ВУТ предлагаемым методом, сопоставлены с результатами других методов.

При анализе проб методом лазерной дифракции использовали прибор «Analysette 22», производимый германской фирмой «Fritsch», с диапазоном измерений по размерам частиц 0,1–600 мкм. Проба в количестве 0,2–1 г диспергированного материала (в виде водной суспензии) вносится в сходящийся лазерный луч, при этом расстояние между измерительной ячейкой и детектором эквивалентно фокусному расстоянию собирающей линзы в обычных случаях применения.

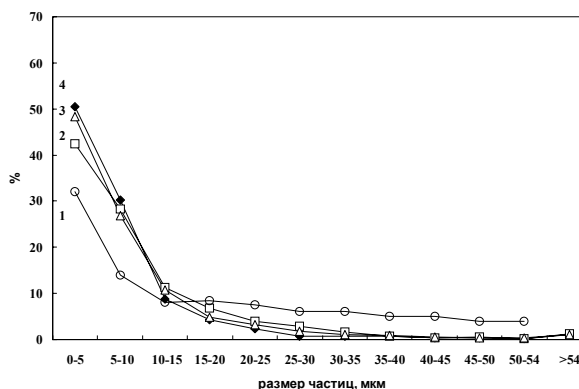
Анализ гранулометрического состава проводили на образцах водоугольного топлива, полученного из каменного угля ш. Инская (Кузбасс). Для анализа были приготовлены 3 пробы топлива. Состав топлива - уголь/вода = 55/45, время диспергирования - 2,5 и 15 мин.

На рис. 1-3 представлены гистограммы распределения угольных частиц по размерам, полученные при экспресс-анализе и по методу «Fritsch». Результаты «Fritsch»-анализа в файле отчета приводят в % об., поэтому соответственные данные экспресс-анализа на рисунках приведены в таких же единицах (пересчитаны по соответствующим площадям).

Сопоставительный анализ данных по гранулометрическому составу ВУТ, в зависимости от времени диспергирования (таблица), показывает хорошее согласование основных статистических параметров. Дисперсионное отношение не превышает табличного зна-

чения критерия Фишера (1,39÷1,52), что указывает на то,

Рис. 4. Гранулометрический состав ВУТ по данным экспресс-анализа (кривые 2-4) и седиментации (кривая 1)



что точность обоих методов значимо не различается [4]. Если же анализировать сами гистограммы (рис. 1-3), то общим является тот факт, что численные значения содержания частиц 0-30 мкм при определении «Fritsch»-методом занижены по сравнению с экспресс-методом. Соответственно завышено содержание частиц с размерами более 30-40 мкм. Это связано с агломерацией тонких угольных частиц в водном растворе при интенсивном постоянном перемешивании (стандартная методика «Fritsch»). При выполнении экспресс-анализа угольных суспензий такое явление можно предотвратить двумя способами: во-первых, при приготовлении аналитической пробы в виде тонкого стекла; во-вторых, используя инструменты программного обеспечения IMAGESCOPE 1.0, где при прямой визуализации изображения есть возможность графического разделения агломератов. Это является существенным достоинством метода, т.к. при расчете теплотехнических и гидравлических параметров технологического процесса получения и сжигания ВУТ необходимо знать истинную реакционную поверхность твердой фазы.

Для определения гранулометрического состава суспензии в качестве альтернативного был применен также метод седиментационного анализа. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам позволяет получить непосредственное содержание частиц для любого вы-

Статистические данные по гранулометрическому составу ВУТ

Время диспергирования	Параметры	Экспресс-анализ	Fritsch-метод	Дисперсионное отношение
2 мин	Средний размер частиц, мкм	9,7	10,5	1,51
	СКО	9,4	7,6	
	Дисперсия	87,8	58,2	
	Минимальный размер, мкм	1,6	1,0	
	Максимальный размер, мкм	85	261	
5 мин	Средний размер частиц, мкм	8,5	9,5	1,31
	СКО	7,5	6,6	
	Дисперсия	56,4	43,2	
	Минимальный размер, мкм	1,6	1,0	
	Максимальный размер, мкм	73	212	
15 мин	Средний размер частиц, мкм	5,9	6,9	1,23
	СКО	4,4	4,9	
	Дисперсия	19,3	23,8	
	Минимальный размер, мкм	1,6	1,0	
	Максимальный размер, мкм	46	90	

бранного интервала радиусов.

На рис. 4 показаны дифференциальные кривые распределения угольных частиц по размерам, полученные с использованием экспресс-метода (кривые 2-4) и седиментации в среде спирта (кривая 1). Была исследована проба ВУТ, полученного при однократном диспергировании газового угля ш. Абашевская (пласт 24, Кузбасс). Так же, как и в случае лазерной дифракции, седиментация дает завышенные результаты для частиц с размерами более 20

мкм и, соответственно, более низкие результаты для мелких частиц (менее 15-20 мкм). Причина этого явления также связана с невозможностью при седиментации, предотвратить активную агломерацию мелких фракций угля.

Таким образом, предлагаемый метод определения гранулометрического состава ВУТ, является более точным, т.к. позволяет предотвратить ошибки, связанные с агломерацией угольных частиц в суспензии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кустов В.Ф.* Топливные суспензии. М.-Л.: Из-во АН СССР, 1942.
2. *Иванов В.М., Канторович Б.В.* Топливные эмульсии и суспензии. – М.: Metallurgizdat, 1963.
3. *Климов С.Л., Горлов Е.Г.* Водугольное топливо и перспективы его использования в электро- и теплоэнергетике России. Москва, 2001.
4. *Ахназарова С.А., Кафаров В.В.* Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978.

Коротко об авторах

Эпштейн С.А., Барковская В.А. – Московский государственный горный университет,
Горлов Е.Г. – Институт горючих ископаемых.