

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ СИТОВЫМ МЕТОДОМ**

◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ СИТОВЫМ МЕТОДОМ**

Лабораторная работа
по курсу «Котельные установки и парогенераторы»
для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий»



Тамбов
Издательство ТГТУ
2007

УДК 662.62
ББК 352я73-5
О-624

Рекомендовано ученым советом энергетического факультета

Рецензент

Доктор технических наук, профессор
В.Ф. Першин

Составители:

*Н.П. Жуков, А.С. Чех, И.В. Рогов,
А.А. Балашов, Е.В. Кариб*

О-624 Определение гранулометрического состава твердых топлив
ситовым методом : лабораторная работа / сост. : Н.П. Жуков,
А.С. Чех, И.В. Рогов, А.А. Балашов, Е.В. Кариб. – Тамбов : Изд-во
Тамб. гос. техн. ун-та. – 2007. – 12 с. – 100 экз.

Даны методические указания и порядок выполнения лабораторной работы, включая подробное описание лабораторной установки, методики проведения опытов и обработки опытных данных, список рекомендуемой литературы.

Предназначена для студентов очной и заочной форм обучения специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий».

УДК 662.62
ББК 352я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет» (ТГТУ), 2007

Учебное издание

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА
ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ СИТОВЫМ МЕТОДОМ**

Лабораторная работа

Составители:

ЖУКОВ Николай Павлович,
ЧЕХ Алексей Сергеевич,
РОГОВ Иван Владимирович,
БАЛАШОВ Алексей Александрович,
КАРИБ Екатерина Викторовна

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 26.12.2007
Формат 60 × 84 / 16. 0,7 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 845.

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Цель работы: определение гранулометрического состава твердых топлив ситовым методом.

Основы теории

Каменные и бурые угли занимают основное место в мировых запасах топливных ресурсов и используются в основном в качестве энергетического топлива. В последние десятилетия созданы и проходят проверку в промышленных условиях новые перспективные технологические схемы и процессы, позволяющие на основе углей производить продукцию различного назначения.

Методами механических испытаний углей определяются такие показатели качества твердого топлива, как гранулометрический состав, обогатимость, содержание минеральных примесей (породы) в топливе с кусками размером 6...25 мм и более, содержание мелочи, механическая прочность и пр. Под твердым топливом понимаются: антрацит, каменные и бурые угли, горючие сланцы, торф, а также продукты их обработки.

Гранулометрический состав твердого топлива необходимо знать для определения класса крупности сортируемого топлива при использовании в различных конструкциях топочных устройств и технологии сжигания топлив.

Гранулометрический состав твердого топлива определяется методом ситового анализа, порядок проведения которого установлен в ГОСТ 2093–82. Гранулометрический состав – это количественная характеристика топлива по размеру кусков, которую на электростанциях определяют главным образом рассевом проб на контрольных ситах (ситовый анализ).

Сущность метода заключается в расसेве пробы на контрольных ситах или грохотах, взвешивании полученного материала при расसेве и вычислении выходов отдельных классов крупности.

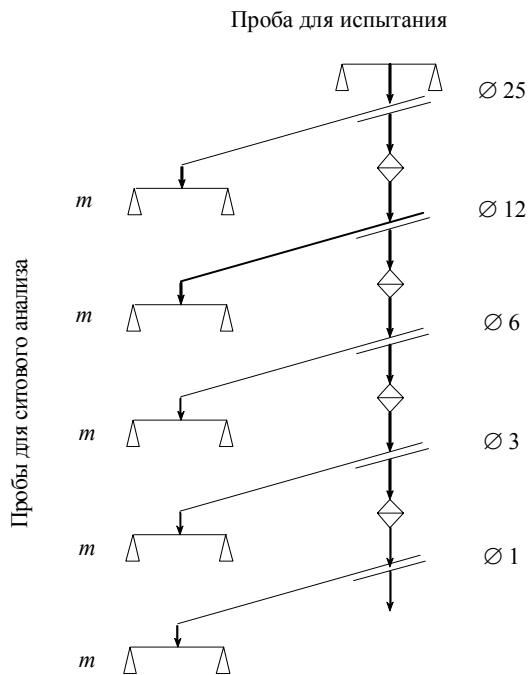
Ситовому анализу подвергаются пробы, отобранные в соответствии с ГОСТ 10742–71, а также эксплуатационные пробы, отобранные в соответствии с ГОСТ 16094–78. В пробу для ситового анализа отбирается не менее 30 порций, равномерно распределенных по всей партии.

Масса порций и масса пробы для ситового анализа в зависимости от максимальных размеров кусков твердого топлива приведены в табл. 1.

Рассев пробы начинается на сите с отверстиями размером, соответствующим максимальному размеру кусков испытуемого материала. Типовая схема ситового анализа твердого топлива показана на рис. 1. Условные обозначения для схемы представлены в табл. 2.

1. Масса порций и пробы для ситового анализа

Максимальный размер кусков, мм	Минимальная масса, кг,	
	порции	пробы
Более 200	60	1800
До 200	40	1200
150	30	900
100	20	600
50	10	300
25	5	150
13	2,6	78
6	1,2	36
Менее 3	0,6	18



**Рис. 1. Схема проведения ситового анализа твердого топлива
крупностью 0...50 мм**

2. Условные обозначения

	Взвешивание
	Деление (сокращение)
	Рассев
<i>m</i>	Определение массы

В процессе испытания допустимое сокращение массы подрешетных продуктов крупностью менее 25 мм. Минимальная масса подрешетных продуктов после их сокращения в зависимости от значения приведена в табл. 3.

3. Минимальная масса подрешетных продуктов после их сокращения

Наибольшая крупность подрешетных продуктов, мм	Масса подрешетного продукта после сокращения, кг, не менее	
	для определения качественных характеристик классов крупности	для определения качественных характеристик классов крупности и для их ситового анализа
25	30	60
13	15	30
6	8	16
3	4	8
1	1	2
0,5	0,5	1
0,2	0,1	0,2

Топливо с массовой долей влаги, препятствующей разделению частиц, перед рассевом сушат на воздухе или в сушильном шкафу при температуре не выше $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$, а каменный уголь и антрацит – не выше $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до видимого отделения частиц топлива друг от друга. Подсушенную пробу топлива перед рассевом охлаждают до комнатной температуры. В каменных углях, подсушенных при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, не допускается определять показатели спекаемости и коксующести.

Сита выбирают в соответствии с основным рядом размера круглых и квадратных отверстий: 300, 200, 100, 50, 25, 13, 6, 3, 1 и 0,063 мм.

Для выделения материала крупностью 50 мм и более допускается применять сита с круглыми отверстиями (ГОСТ 11187–65) с обязательным указанием об этом в акте испытания.

В случае применения сит с круглыми отверстиями размеры зерен материала, выделяемого на них, пересчитываются на размеры зерен, выделяемых на ситах с квадратными отверстиями, путем умножения диаметра круглого отверстия на коэффициент 0,8.

Потери материала в процессе анализа, определяемые как разность между массой пробы, поступившей на испытание, и суммой массы классов, полученных при анализе, должны быть не более 2 % массы пробы, подвергнутой расसेву. В противном случае испытание считается недействительным. При потере материала в пределах указанной нормы ее прибавляют к самому мелкому из полученных классов крупности.

При проведении ситового анализа механизированным и автоматизированным способами массой первичной пробы допускается считать сумму масс полученных классов крупности.

Лабораторная установка и методика проведения опыта

Лабораторная установка для определения гранулометрического состава твердых топлив ситовым методом представлена на рис. 2.

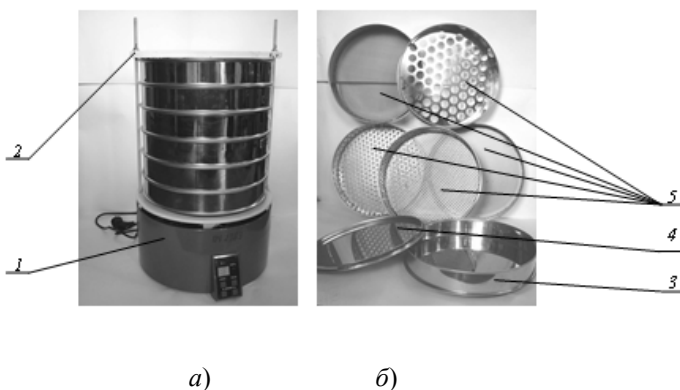


Рис. 2. Грохот Гр30:

1 – вибропривод ВП-30Т; 2 – устройство крепления сит; 3 – поддон для сит;
4 – крышка для сит; 5 – сита

Грохот Гр30 (рис. 2) предназначен для сухого рассева в непрерывном режиме сыпучего материала на ряд классов крупности. Грохот состоит из вибропривода ВП-30Т (1) с таймером; устройства крепления сит (2); поддона для сит (3); крышки для сит (4); сита (5) 300 × 50 мм с ячейками 1, 3, 6, 12, 25 мм.

Технические характеристики грохота: размер просеивающих поверхностей – диаметр 300 мм; количество просеивающих элементов – не более 5 шт; амплитуда (полуразмах) колебаний – 0,25...1,5 мм; частота колебаний – 1500 кол./мин; мощность электродвигателя – 2 × 0,025 кВт; напряжение питания – 50 Гц, 220 В.

При включении грохота в сеть вибропривод сообщает закрепленным на нем декам винтовые возвратно-поступательные колебания. Частота колебаний равна частоте вращения электродвигателя, а амплитуда колебаний обратно пропорциональна массе дек с твердым топливом.

Материал, подлежащий рассеву, подают на верхнее сито. Частицы материала, подпрыгивают и перемещаются. Части твердого топлива с крупностью менее чем отверстия в просеивающей поверхности, просыпаются на расположенное ниже сито, а более крупные части остаются на прежнем сите. Частицы, прошедшие через нижнее сито, поступают в поддон. Далее частицы твердого топлива разгружают в отдельные емкости по фракциям.

Методика проведения опыта

1. Если твердое топливо влажное, то его сушат в сушильном шкафу при температуре не выше (105 ± 5) °С для каменного угля и антрацита, до видимого отделения частиц друг от друга.
2. Охлаждают подсушенную пробу до комнатной температуры.
3. Измеряют штангенциркулем максимальный размер куска твердого топлива в мм.
4. По табл. 1 определяют минимальную массу пробы в кг.
5. Взвешивают пробу на технических весах.
6. Подбирают размеры отверстий сит, соответствующему максимальному размеру куска испытуемого материала из основного ряда.
7. Высыпают пробу на верхнее сито грохота.

8. Включают вибропривод грохота. Рассев считают законченным, когда в течение одной минуты через сито проходит менее 1 % массы топлива.
9. После просева пробы, взвешивают подрешетный продукт на технических весах.
10. По необходимости сокращают массу подрешетного продукта в соответствии табл. 3.
11. Высыпают сокращенную пробу на следующее сито и включают вибропривод грохота.
12. После просева пробы взвешивают подрешетный продукт на технических весах.
13. Сокращают массу подрешетного продукта, по необходимости, в соответствии табл. 3.
14. Повторяют операции по п. 11 – 13 до конечного сита.
15. Результаты испытаний заносят в табл. 4.
16. Определяют потери материала в процессе опыта, как разность между массой пробы, поступившей на испытание, и суммы классов, полученных по п. 7 – 13, должна быть не более 2 % массы пробы.

4. Результаты ситового анализа по определению характеристик качества классов крупности и отдельных компонентов

Марка топлива _____
 Наименование и вид (сорт) продукта _____
 Размер наибольшего куска в пробе _____ мм
 Число порций, отобранных в пробу _____

Обозначение классов крупности, мм	Масса классов, кг	Выход классов, %	Суммарный выход надрешетного продукта, %	Состав топлива по компонентам		
				наименование компонента	масса, кг	выход, %
—						
—						
Итого						

Обработка опытных данных

1. Суммировать массу классов и записать в графу «Итого» во второй столбец табл. 4.
 2. Подсчитать выход классов в процентах, если принять за 100 % суммарное значение массы класса рассчитанной в первом пункте.
 3. Суммарный выход надрешетного продукта вычислить путем последовательного прибавления значений выхода класса для каждого класса крупности.
 4. Вычислить массу и выход состава топлива по компонентам (по необходимости) для каждого класса крупности и записать значения в шестой столбец табл. 4.
 5. Все результаты расчетов записать в табл. 4. Для наглядного примера в табл. 5 приведены результаты ситового анализа каменного угля.
 6. Результаты ситового анализа представить также в виде графиков, называемых ситовыми характеристиками (кривые гранулометрического состава). Кривую гранулометрического состава построить по данным табл. 4. При построении кривой гранулометрического состава в линейной системе координат на левой оси ординат снизу вверх откладывают в масштабе суммарный выход надрешетных продуктов. На правой оси ординат сверху вниз откладывают суммарный выход подрешетных продуктов, а на оси абсцисс слева направо – значения нижних пределов крупности классов в миллиметрах. Полученные на пересечении координат точки соединяют плавной кривой, которую заканчивают в точке, соответствующей крупности максимального куска топлива. Для наглядности на рис. 3 приведена кривая гранулометрического состава для примера табл. 5.
- С помощью такого графика удобно определять выходы любых классов крупности (т.е. фракционные остатки).

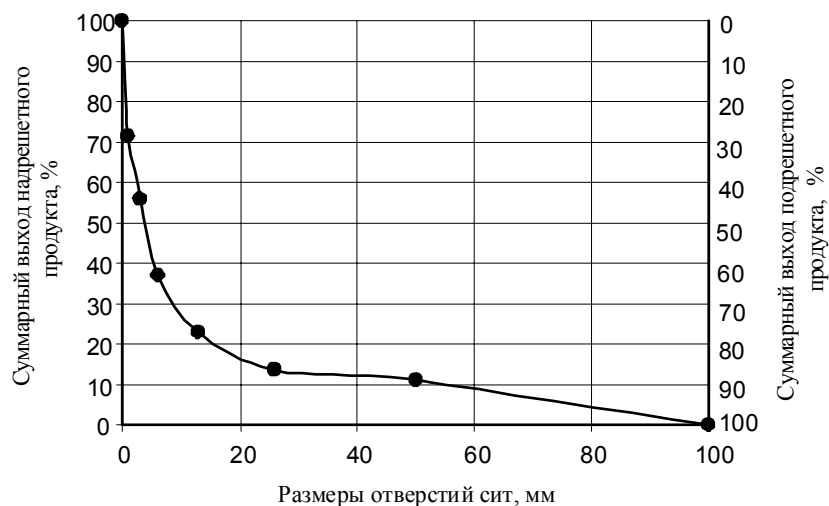


Рис. 3. Кривая гранулометрического состава

7. Определить средний размер куска топлива d_s в миллиметрах по формуле

$$d_s = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \gamma_i}{100},$$

где A_i – среднее арифметическое значение размера отверстий сит, ограничивающих данный класс крупности, мм; γ_i – выход класса крупности, %; n – число классов крупности.

Для табл. 5 имеем пример расчета, представленный в табл. 6.

5. Результаты ситового анализа твердого топлива

Марка топлива

Наименование и вид (сорт) продукта –

Каменный уголь

Размер наибольшего куска в пробе

105 мм

Число порций, отобранных в пробу

40

(заполнено для образца)

Обозначение классов крупности, мм	Масса классов, кг	Выход классов, %	Суммарный выход над-решетного продукта, %	Состав топлива по компонентам		
				Наименование компонента	Масса, кг	Выход, %
50...100	71,1	11,1	11,1	Уголь	60,21	9,4
				Сростки	2,56	0,4
				Порода	8,33	1,3
				Колчедан	–	–
				Итого	71,1	11,1
26...50	17,3	2,7	13,8	Уголь	11,53	1,8
				Сростки	3,21	0,5
				Порода	2,56	0,4
				Колчедан	–	–
				Итого	17,3	2,7
13...5	59,55	9,3	23,1	–	–	–
6...13	89,0	13,9	37,0	–	–	–
3...6	121,7	19,0	56,0	–	–	–
1...3	99,9	15,6	71,6	–	–	–
0...1	182	28,4	100,0	–	–	–
Итого	640,5	100,0	–	–	–	–

6. Пример вычисления среднего размера куска топлива

Класс крупности, мм	A_i , мм	γ_i , %	$A_i \gamma_i$
50...100	75,0	11,1	832,5

26...50	37,5	2,7	101,2
13...5	19,0	9,3	176,7
6...13	9,5	13,9	132,0
3...6	4,5	19,0	85,5
1...3	2,0	15,6	31,2
0...1	0,5	28,4	14,2
Итого		100,0	1373,3

Тогда средний размер куска $d_s = \frac{1373,3}{100} = 13,7$ мм.

Контрольные вопросы

1. Основные технологические характеристики твердого топлива.
2. Что понимают под твердым топливом?
3. В чем заключается метод ситового анализа?
4. Описать схему проведения ситового анализа твердого топлива.
5. Дать определение гранулометрического состава.
6. В каком случае испытание с помощью метода ситового анализа считают недействительным?
7. Как определяют выход любых классов крупности?
8. Как определяют средний размер куска топлива?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белосельский, Б.С. Технология топлива и энергетических масел / Б.С. Белосельский. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 340 с.
2. Марченко, М.Г. Стандартизация и нормирование качества углей / М.Г. Марченко, В.М. Филиппов. – М. : Недра, 1977. – 247 с.