ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ТОПЛИВО ТВЕРДОЕ

МЕТОД ФРАКЦИОННОГО АНАЛИЗА

ГОСТ 4790—80
(СТ СЭВ 3828—82)

Издание официальное

Цена 10 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.33 : 543.06 : 006.354 Группа А19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОСТ 4790—80*

(СТ СЭВ 3828—82)

ТОПЛИВО ТВЕРДОЕ

Метод фракционного анализа

Solid mineral fuel.
Method of fractional analysis

Взамен
ГОСТ 4790—75

ОКСТУ 0320, 0393

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 июля 1980 г. № 3924 срок действия установлен

с 01.07.81

Проверен в 1983 г. Постановлением Госстандарта от 16.08.83 № 3795 срок действия продлен

до 01.01.90

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает метод фракционного анализа бурых и каменных углей, антрацита, горючих сланцев и продуктов их обогащения.

Сущность метода заключается в расслоении исследуемого топлива на фракции в жидкостях различной плотности, определении выходов и показателей качества полученных фракций.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3828—82.

Пояснения к терминам, применяемым в стандарте, приведены в обязательном приложении 4.

1. МЕТОД ОТБОРА ПРОБ

1.1. Для фракционного анализа отбирают пробы в соответствии с ГОСТ 10742—71 или ГОСТ 9815—75.

1.2. В зависимости от размера кусков масса проб для фракционного анализа должна соответствовать указанной в табл. 1.

Таблица 1

Размер кусков, мм, не более	Масса пробы для фракционного анализа, кг, не менее
100(150)	50
50	25
25	13

Издание официальное Перепечатка воспрещена

* *Переиздание (декабрь 1984 г.) с Изменением № 1, утвержденным в августе 1983 г. (ИУС 12—83)*

© Издательство стандартов, 1985

Продолжение табл. 1

Размер кусков, мм, не более	Масса пробы для фракционного анализа, кг, не менее
13	6
6	3
3	2
1	0,5

Примечание. Для фракционного анализа топлива с размером кусков, не указанных в таблице, массу пробы определяют по ближайшему большему размеру.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2. АППАРАТУРА, МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТИВЫ

2.1. Центрифуга электрическая лабораторного стаканчикового типа с регулируемой частотой вращения от 600 до 2000 об/мин и пробирками вместимостью не менее 200 см^3.

Выпариватель хлористого цинка электрический.

Воронка металлическая со стоком в канализацию и решеткой размером 400×400 мм для установки промывного бачка.

Баки вместимостью 45—50 дм^3 и высотой не менее 600 мм для промывки и расслоения проб в хлористом цинке.

Бачки с сетчатым дном (размер отверстий 1 (0,5) мм), свободно входящие в бак с жидкостью.

Бачки эмалированные вместимостью 5—7 дм^3 и высотой не менее 300 мм для расслоения проб в органических жидкостях.

Бачки с сетчатым дном (размер отверстий 1 (0,5) мм), свободно входящие в бачок с органичеокой жидкостью.

Воронка для сбора промывных вод от обесшламливания топлива.

Ведра.

Черпаки сетчатые для снятия всплывших частей проб.

Баки для приготовления растворов.

Противни размером 650×350×80, 300×200×50, 400×300×80 мм для просушки фракций.

Банки для проб.

Делители желобчатые по ГОСТ 10742—71.

Шкаф сушильный электрический со стеллажом и отверстиями для естественной вентиляции, обеспечивающий необходимую очистку воздуха с температурой нагрева (105±5)°С.

Шкаф вытяжной.

Стеллажи для проб.

Денсиметры по ГОСТ 18481—81.

Весы с наибольшим пределом взвешивания 100 и 2 кг.

Набор гирь.

Цинк хлористый по ГОСТ 4529—78.
Углерод четыреххлористый по ГОСТ 20288—74.
Бромоформ.
Бензол по ГОСТ 5955—75.
Спирт гидролизный этиловый.
Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805—76.
Бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности (уайт-спирит) по ГОСТ 3134—78.
Перхлорэтилен.
(Измененная редакция, Изм. № 1).

3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Из пробы, отобранной в соответствии с п. 1.1, предварительно отсевают по ГОСТ 2093—82 куски размером более 100 (150) мм, а затем рассевают на классы, подлежащие расслоению, и, при необходимости, сокращают до массы, указанной в п. 1.2.

3.1.1. Сокращение проб топлива производят порционным методом или для топлива крупностью 25 мм и менее с помощью рифленого делителя.

При порционном методе сокращения совком или лопатой шириной не менее 1,5 размера максимального куска топлива последовательно отбирают по периметру основания пробы, насыпанной на ровную площадку, порции в сокращенную пробу и в отходы. Количество порций в сокращенной пробе должно быть не менее 32.

Пример. Имеется проба класса 13—100 мм, массой 160 кг. По табл. 1 для фракционного анализа этого класса необходима проба массой не менее 50 кг. Пробу можно сократить в три раза ($160 : 50 \approx 3$), для этого первую порцию помещают в сокращенную пробу, вторую и третью порции — в отходы, четвертую порцию — снова в сокращенную пробу и так далее до завершения сокращения.

3.2. При проведении фракционного анализа топлива с нижним пределом крупности 1 (0,5) мм и максимальной крупностью более 25 мм пробу предварительно рассевают на сите с размером отверстий не более 25 мм.

3.3. Пробу топлива с размером кусков более 1 (0,5) мм перед расслоением обесшламливают или (после предварительного подсушивания) обеспыливают.

3.4. Сушку производят на воздухе или в сушильном шкафу. Для этого пробу насыпают на противень слоем не более двукратного размера максимального размера куска, а для топлива с размером кусков менее 3 мм толщина слоя должна быть не более 10 мм. При подсушке в шкафу противень устанавливают в предварительно нагретый сушильный шкаф и подсушивают при температуре не более (40±5)°С (медленная подсушка) или не более

(105±5)°С (ускоренная подсушка) до равновесия массовой доли влаги в пробе с атмосферной влажностью.

Если по пробам определяют технологические свойства топлива, на результаты определения которых сказывается влияние повышенной температуры, топливо должно подвергаться медленной подсушке.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.5. Обеспыливание производят отсевом частиц топлива с размером зерен менее 1 (0,5) мм.

3.6. Обесшламливание проводят в бачке с сетчатым дном, промывая пробу водой над воронкой или погружая несколько раз бачок в бак, заполненный водой. Отмытый шлам отстаивают (при этом допускается применять флокулянты), собирают и сушат до сыпучего состояния, а затем подвергают контрольной сушке, как указано в п. 3.4.

3.7. Шламы тщательно собирают, взвешивают и с помощью делителя выделяют пробу.

3.8. При необходимости расслоения топлива с размером зерен менее 1 (0,5) мм массу, отделенную в соответствии с п. 3.1 с помощью делителя, сокращают в соответствии с п. 1.2 и подсушивают, как указано в п. 3.4.

3.9. Подготовка тяжелых жидкостей.

3.9.1. Для расслоения топлива с размером зерен менее 1 (0,5) мм готовят органические жидкости плотностью 1300—2600 кг/см^3, а для топлива с размером кусков более 1 (0,5) мм раствор хлористого цинка плотностью 1100—2000 кг/м^3 и органические жидкости плотностью 2000—2600 кг/м^3.

3.9.2. Расслоение проб бурого угля производят в тяжелых жидкостях плотностью от 1200 до 2000 кг/м^3, горючих сланцев — от 1100 до 2100 кг/м^3, каменных углей — от 1300 до 2600 кг/м^3, антрацитов — от 1500 до 2600 кг/м^3 с интервалом плотности 100 кг/м^3.

При расслоении горючих сланцев и антрацита допускается применять растворы хлористого цинка плотностью не более 2100 кг/м^3.

При кристаллизации хлористого цинка расслоение допускается производить в растворе, подогретом до температуры 30—35°С.

Расслоение каменных углей и антрацитов допускается производить в жидкостях двух и более плотностей с последующим определением полного фракционного состава расчетным путем (см. рекомендуемое приложение 1).

Допускается производить фракционный анализ не по всем указанным плотностям, а также в жидкостях с интервалом плотности 50 кг/м^3.

3.9.3. Объем концентрированной жидкости ($V_к$), необходимый для получения заданного объема раствора, в м³ вычисляют по формуле

$$V_к = V_ж \frac{\rho_ж - \rho_р}{\rho_к - \rho_р},$$

где $V_ж$ — требуемый объем раствора, м³;

$\rho_к$ — плотность концентрированной жидкости, кг/м³;

$\rho_р$ — плотность растворителя, кг/м³;

$\rho_ж$ — требуемая плотность жидкости, кг/м³.

3.9.4. Примерный состав тяжелых жидкостей плотностью до 2100 кг/м³ определяют по табл. 2.

Таблица 2

Плотность жидкости, кг/м³	Массовая доля хлористого цинка в водном растворе, %	Объемная доля бромоформа в растворе бромоформ уайт-спирит, %	Объемная доля бромоформа в растворе бромоформ-четыреххлористый углерод, %
1200	22,0	19,0	—
1300	31,0	24,0	—
1400	39,0	29,0	—
1500	46,0	33,0	—
1600	52,0	38,0	—
1700	58,0	42,0	8,0
1800	62,0	47,0	22,0
1900	67,0	51,0	32,0
2000	72,0	56,0	42,0
2100	78,0	61,0	49,0
2200	—	66,0	55,0
2300	—	71,0	61,0
2400	—	76,0	67,0
2500	—	81,0	72,0
2600	—	86,0	77,0

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.9.5. Плотность жидкости проверяют денсиметром или взвешиванием жидкости в пикнометре или в стеклянном цилиндре вместимостью 100 см³ на технических весах. Отсчет по шкале денсиметра производят после того, как установится уровень жидкости.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

4.1. Расслоение топлива с размером кусков более 1 (0,5) мм производят в статических условиях, а мелких классов с размером зерен менее 1 (0,5) мм — в центробежном поле.

4.2. Расслоение каменных углей, антрацита и горючих сланцев с размером кусков более 1 (0,5) мм.

4.2.1. Расслоение производят, начиная с жидкости наименьшей или наибольшей плотности. При наличии в пробе размокаемой породы или преимущественном содержании тяжелых фракций пробу расслаивают, начиная с жидкости наибольшей плотности.

4.2.2. Перед каждой операцией расслоения проверяют плотность жидкости в соответствии с п. 3.9.5.

4.2.3. Пробу топлива частями не более 7 кг — для классов с размером кусков 25 мм и более, 5 кг — для классов с размером кусков от 3 до 25 мм, 2 кг — для классов с нижним пределом крупности 1 (0,5) мм помещают в бачок с сетчатым дном, который опускают в бак с жидкостью соответствующей плотности. Содержимое бачка тщательно перемешивают мешалкой или движением бачка с сетчатым дном в вертикальном направлении и дают отстояться пробам с размером кусков 25 мм и более в течение 1—2 мин, с размером кусков от 3 до 25 мм — в течение 2—3 мин, с размером кусков 1—3 мм — в течение 3—5 мин.

При расслоении в органических жидкостях топлива с нижним пределом крупности более 1 (0,5) мм, а также в хлористом цинке класса с размером кусков 1—3 мм пробы загружают частями массой не более 1 кг.

4.2.4. Всплывшую на поверхность жидкости фракцию тщательно снимают черпаком и переносят во второй бачок с сетчатым дном, который ставят в наклонном положении над запасным баком для освобождения от оставшейся тяжелой жидкости.

4.2.5. После отделения жидкости бачок с всплывшей фракцией устанавливают на воронку под струю воды для промывки. После отделения воды промытую фракцию переносят на противень для подсушивания, как указано в п. 3.4. Для промывки фракций может быть использована горячая вода.

4.2.6. Бачок с потонувшей частью пробы приподнимают и ставят в наклонном положении над тем же баком, из которого он вынут до полного стока остатков тяжелой жидкости. Затем бачок переносят в следующий бак с жидкостью другой плотности и производят в нем расслоение в том же порядке.

4.2.7. При расслоении пробы, начиная с жидкости большей плотности, всплывшие фракции после полного стока тяжелой жидкости переносят черпаком в жидкость меньшей плотности, а потонувшие фракции являются готовыми продуктами, которые после отстаивания, как указано в п. 4.2.6, и промывки переносят на противни.

4.2.8. Все полученные в процессе расслоения фракции подсушивают в соответствии с п. 3.4 и взвешивают.

Пробы, расслоенные в бромоформе, промывают бензолом и сушат в вытяжном шкафу.

Пробы, расслоенные в хлористом цинке, допускается подсушивать на воздухе.

При расслоении пробы по частям одинаковые фракции собирают на одни и те же противни.

4.3. Расслоение каменных углей, антрацита и горючих сланцев с размером зерен менее 1 (0,5) мм.

4.3.1. Фракционный анализ топлива с размером зерен менее 1 (0,5) мм производят в соответствии с пп. 3.9.1 и 3.9.2 методом центрифугирования.

4.3.2. Из подготовленного топлива по пп. 3.1 и 3.4 с помощью делителя выделяют пробу топлива массой 80—240 г, которую поровну распределяют в четыре пробирки центрифуги. В пробирки с пробой заливают жидкость наименьшей плотности в количестве не менее объема твердого и тщательно перемешивают. Затем пробирки взвешивают отдельно на лабораторных весах, доливают жидкость так, чтобы пробирки имели одинаковую массу и были заполнены не более чем на $^2/_3$ объема.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.3.3. После уравновешивания пробирки помещают в гильзы держателя центрифуги и производят центрифугирование углей:

крупностью 0—1 (0—0,5) мм — в течение 10 мин при частоте вращения 2000 об/мин;

крупностью от 0,1 до 1 мм — в течение 5 мин при частоте вращения 600 об/мин;

крупностью менее 0,1 мм — в течение 5 мин при частоте вращения 1000 об/мин.

Пуск и остановка центрифуги должны быть плавными.

4.3.4. Всплывшую фракцию сначала вычерпывают ложечкой, не допуская перемешивания ее с потонувшей фракцией, а затем вместе с жидкостью осторожно сливают на бумажный фильтр, на котором предварительно записывают его массу, номер пробы, класс, плотность жидкости. Налипшие на стенках пробирки частицы осторожно счищают кисточкой, фильтрат отфильтровывают в колбу.

4.3.5. Оставшийся на фильтре материал вместе с фильтром переносят на противень для подсушивания, затем взвешивают.

Для ускорения процесса сушки пробы, расслоенные в бромоформе, промывают бензолом, гидролизным этиловым или изопропиловым спиртом.

4.3.6. Потонувшую фракцию разрыхляют в пробирке, после испарения жидкости наливают жидкость большей плотности и процесс расслоения повторяют. Таким же способом расслаивают про-

бу угля последовательно во всех жидкостях установленной плотности.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.3.7. Фракцию, потонувшую в жидкости наибольшей плотности, переносят на фильтр, сушат до состояния, указанного в п. 3.4, и взвешивают.

4.3.7а. Расслоение топлива крупностью зерен до 1 (0,5) мм допускается производить одновременно в жидкостях, имеющих различные плотности. В этом случае пробу, подготовленную в соответствии с п. 4.3.2, делят на столько частей, сколько принято использовать жидкостей с различной плотностью для расслоения. В каждую пробирку помещают часть пробы и заполняют жидкостью соответствующей плотности.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

4.3.8. В случае сокращения исследуемой пробы массу сокращенной пробы умножают на коэффициент сокращения (φ), который вычисляют по формуле

$$\varphi = \frac{m_t}{m_r},$$

где m_t — масса пробы до сокращения, кг;

m_r — масса пробы после сокращения, кг.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

4.3.9. Выход фракций в процентах вычисляют по формуле

$$\gamma_i = \frac{m_i \cdot 100}{\Sigma_1^n m_i},$$

где m_i — масса данной фракции, кг;

$\Sigma_1^n m_i$ — сумма масс фракций, кг.

При фракционном анализе бурых углей массу фракций, полученных при расслоении, в подсушенном состоянии, умножают на коэффициент (K), вычисленный по формуле

$$K = \frac{100 - W_{t_2}^r}{100 - W_{t_1}^r},$$

где $W_{t_2}^r$ — массовая доля общей влаги в рабочем состоянии топлива в подсушенной фракции, %;

$W_{t_1}^r$ — массовая доля общей влаги в рабочем состоянии топлива в исходной пробе, %.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

4.4. Выход отдельных фракций вычисляют с точностью до второго десятичного знака, а результаты округляют до первого десятичного знака.

4.5. При необходимости определения показателей качества после подсушки и определения массы отдельных фракций топлива от них выделяют часть, которую обрабатывают по ГОСТ 10742—71 для определения зольности (A^d), а для горючих сланцев — удельной теплоты сгорания (Q_i^r), массовой доли общей серы (S_i^r), массовой доли общей влаги в рабочем состоянии топлива (W_t^r) и других показателей.

Определение зольности — по ГОСТ 11022—75 или ГОСТ 11055—78, массовой доли общей серы — по ГОСТ 8606—72, удельной теплоты сгорания — по ГОСТ 147—74, массовой доли общей влаги в рабочем состоянии топлива — по ГОСТ 11014—81 или СТ СЭВ 751—77.

4.4, 4.5. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

4.5а. Если расслоение топлива крупностью до 1 (0,5) мм производилось одновременно в жидкостях с различными плотностями, то выход и показатели качества фракций в принятых диапазонах плотностей жидкости определяются расчетным путем.

Пример. Расслоение проводилось одновременно в жидкостях, имеющих плотность 1300, 1400, 1500 и 1800 кг/м³.

Результаты расслоения приведены в табл. 3.

Таблица 3

Плотность жидкости, кг/м³	Выход фракции, %		Зольность фракции, %	
	всплывшей	потонувшей	всплывшей	потонувшей
1300	7,5	—	2,6	—
1400	42,4	—	5,2	—
1500	58,3	—	7,6	—
1800	78,4	21,6	13,8	75,8

Расчет показателей фракций: выход фракции плотностью 1300—1400 кг/м³ вычисляют по уравнению

$$\gamma = 42,4 - 7,5 = 34,9\%;$$

зольность фракции плотностью 1300—1400 кг/м³ вычисляют по уравнению

$$A^d = \frac{42,4 \times 5,2 - 7,5 \times 2,6}{42,4 - 7,5} = 5,8\%.$$

Аналогично рассчитывают показатели фракций других плотностей.

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

4.6. Результаты расслоения и показатели качества отдельных фракций заносят в акт. Форма акта приведена в обязательном приложении 2.

4.7. При необходимости результаты фракционного анализа могут быть представлены графически в виде кривых обогатимости, приведенных в рекомендуемом приложении 3.

4.8. Расхождения между массой пробы, подготовленной в соответствии с п. 3.1 для фракционного анализа и суммой масс всех полученных фракций, шлама (пыли) не должны превышать 2%. В противном случае анализ повторяют, используя другую пробу.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Помещение, в котором проводят работы с тяжелыми жидкостями, должно быть освещено в соответствии с действующими санитарными нормами, защищено от атмосферных осадков и открытого огня, оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, снабжено чистой проточной водой и иметь слив отходов.

5.2. Сосуды с жидкостями для производства фракционного анализа должно быть постоянно закрыты и иметь надписи или бирки с названием хранящейся в них жидкости. В помещении, где проводят расслоение, должна быть вывешена инструкция о правилах обращения с применяемыми жидкостями.

5.3. При работе с тяжелыми жидкостями необходимо соблюдать следующие требования:

не оставлять жидкости в открытой посуде; хранить органические жидкости разрешается в посуде с плотно притертыми пробками в вытяжном шкафу или в отдельном помещении с приточно-вытяжной вентиляцией;

все разливы тяжелой жидкости должны быть немедленно убраны: во время работ, связанных с применением тяжелых жидкостей, необходимо надевать резиновые сапоги, перчатки, прорезиненный фартук и защитные очки. Готовить большое количество жидкостей и переливать их в емкости необходимо в респираторе и защитных очках: при попадании тяжелых жидкостей на тело пораженное место необходимо промыть теплой водой и 2%-ным раствором соды;

готовить смеси, а также все операции по расслоению топлива в органических жидкостях необходимо производить в вытяжном шкафу;

температура горячей воды для промывки фракций должна быть не выше 60° С

(Измененная редакция, Изм. № 1).

5.4. Баки заполняют тяжелыми жидкостями не более чем на $^2/_3$ объема.

5.5. Расслоение в растворе хлористого цинка, полученного при выпаривании, допускается только после охлаждения его до температуры 30—35°С.

5.6. Запрещается:

брать без резиновых перчаток топливо, смоченное тяжелыми жидкостями;

допускать разбрызгивание струи воды при промывке топлива, смоченного раствором хлористого цинка;

принимать пищу и курить в помещении, где работают с тяжелыми жидкостями;

использовать неисправные аппараты, приборы и инвентарь.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

РАСЧЕТ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА КАМЕННЫХ УГЛЕЙ И АНТРАЦИТА ПО ДАННЫМ РАССЛОЕНИЯ В ДВУХ И БОЛЕЕ ТЯЖЕЛЫХ ЖИДКОСТЯХ

1. Расчет фракционного состава каменных углей и антрацита по минимальному объему исходных данных основан на использовании уравнений материального баланса и зависимости между зольностью и плотностью угля.

2. Исходной информацией для расчета фракционного состава угля требуемой степени дробности являются данные фракционных анализов: плотности тяжелых жидкостей, в которых производилось расслоение ϱ_v, выхода фракций, полученных при расслоении пробы угля γ_v, зольности этих фракций A_v^d, массовые доли серы S_v^d, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные расслоения угля в тяжелых жидкостях

Плотность фракции, кг/м³	Выход, %	Зольность, %	Массовая доля серы, %
Менее ϱ_1	γ_1	A_1^d	S_1^d
От ϱ_{v-1} до ϱ_v	γ_v	A_v^d	S_v^d
Более ϱ_{l-1}	γ_l	A_l^d	S_l^d
Итого	$R_{исх}$	$A_{исх}^d$	$S_{исх}^d$

Индекс v обозначает принадлежность рассматриваемого показателя к данным расслоения угля в тяжелых жидкостях и изменяется от 1 до l, где l — число фракций, полученных при расслоении пробы угля.

Рекомендуется расслаивать пробу угля в трех жидкостях. При этом минимальную плотность тяжелой жидкости рекомендуется принимать равной минимальной требуемой плотности.

При увеличении числа тяжелых жидкостей опытного расслоения точность расчета повышается.

3. Задают требуемые граничные значения плотностей фракций:

$$\rho_1, \ldots, \rho_j, \ldots, \rho_{n-1}.$$

Индекс j обозначает принадлежность рассматриваемого показателя к расчетным данным и изменяется от 1 до n, где n — число требуемых фракций.

4. Вычисляют зольность всплывших фракций

$$A^d_{vo} = \frac{\sum\limits_{v=1}^{\bar{v}} A^d_v \gamma_v}{\sum\limits_{v=1}^{\bar{v}} \gamma_v} + \frac{\gamma_{v+1}}{\sum\limits_{v=1}^{\bar{v}+1} \gamma_v} \cdot \frac{\rho_{v+1}}{\rho_{vo}} \cdot \frac{\rho_{vo}-\rho_{\bar{v}}}{\rho_{v+1}-\rho_v} \cdot \left(A^d_{v+1} - \frac{\sum\limits_{v=1}^{\bar{v}} A^d_v \gamma_v}{\sum\limits_{v=1}^{\bar{v}} \gamma_v} \right), \qquad (1)$$

где ρ_{vo} — наибольшая из требуемых плотностей, которая меньше первой заданной плотности опытного расслоения. Если первая плотность опытного расслоения совпадает с первой требуемой, то ρ_{vo} — наибольшая в ряду требуемых плотностей, которая меньше второй заданной плотности;

$\bar{v}$ — индекс принятой в соответствии с указанным выше условием плотности опытного расслоения.

5. Вычисляют выход всплывших фракций по плотности ρ_{vo}

$$\gamma_{vo} = \frac{A^d_{vo-\bar{v}} \sum\limits_{v=1}^{\bar{v}} \gamma_v - \sum\limits_{v=1}^{v} A^d_v \gamma_v}{A^d_{vo-\bar{v}} - A^d_{vo}}, \qquad (2)$$

где A^d_{vo-v} — зольность фракции плотностью ρ_{vo}–$\rho_{\bar{v}}$

$$A^d_{vo-\bar{v}} = A^d_{vo} + \frac{(A^d_{v+1}-A^d_{vo})(\rho_v+\rho_{v+1})(\rho_v-\rho_o)}{(\rho_v+\rho_{v+1}-\rho_{vo}-\rho_o)(\rho_{vo}+\rho_v)}, \qquad (3)$$

где ρ_o — условная плотность органической массы угля (см. табл. 2).

6. Вычисляют выход фракции плотностью ρ_{vo}—$\rho_{\bar{v}}$.

$$\gamma_{vo-\bar{v}} = \sum_{v=1}^{\bar{v}} \gamma_v - \gamma_{vo}. \qquad (4)$$

7. Расчет по пп. 4, 5, 6 продолжают до тех пор, пока ρ_{ov} не станет равным $\rho_{j=1}$. При этом после каждого этапа расчета полученные результаты принимают в качестве исходных для последующего расчета.

Таблица 2

Марка угля	Условная плотность органической массы углей ρ_o, кг/м³	
	Донецкого бассейна	Кузнецкого бассейна
Д	1320	—
Г	1280	1280
Ж	1290	1280

Продолжение табл. 2

Марка угля	Условная плотность органической массы углей ρ_0, кг/м³	
	Донецкого бассейна	Кузнецкого бассейна
К	1310	1300
ОС	1330	1340
Т	1360	1340
ГЖ	—	1280
КЖ	—	1280
СС	—	1340
$К_2$	—	1310
А	1550	—

Примечание. Когда ϱ_{vo} станет равным $\varrho_{j=1}$, зольность фракции $j=2$ вычисляется по уравнению

$$A^d_{j=2}=\frac{A^d_{vo}\gamma_{vo}-A^d_{j=1}\ \gamma_{j=1}}{\gamma_{vo}-\gamma_{j=1}}. \qquad (5)$$

8. Зольности требуемых фракций плотностью более $\varrho_{\overline{v}}$ до последней фракции опытного расслоения вычисляют по уравнениям (6), (7):

$$A^d_j=A^d_{v-1}+\frac{(A^d_v-A^d_{v-1})\ (\rho_{v-1}+\rho_v)\ (\rho_j-\rho_{v-2})}{(\rho_v-\rho_{v-2})\ (\rho_{j-1}+\rho_j)}, \qquad (6)$$

$$A^d_{j+1}=A^d_{v-1}+\frac{(A^d_v-A^d_{v-1})\ (\rho_j+\rho_{j+1}-\rho_{v-2}-\rho_{v-1})\ (\rho_{v-1}+\rho_v)}{(\rho_v-\rho_{v-2})\ (\rho_l+\rho_{j+1})}, \qquad (7)$$

где $j=2-(v-1)-\kappa$;

κ — число фракций опытного расслоения плотностью менее $\varrho_{\overline{v}}$, которые соответствуют требуемым.

9. Зольность искомых фракций плотностью ϱ_{l-1} вычисляют по уравнениям:

$$A^d_j=A^d_{j-1}+\frac{(A^d_v-A^d_{j-1})\ (\rho_{v-1}+\rho_\mu)\ (\rho_j-\rho_{j-2})}{(\rho_{v-1}+\rho_\mu-\rho_{i-2}-\rho_{j-1})\ (\rho_{j-1}+\rho_j)}, \qquad (8)$$

$$A^d_{j+1}=94-\frac{(94-A^d_v)\ (\rho_\mu-\rho_j)\ (\rho_{v-1}+\rho_\mu)}{(\rho_\mu-\rho_{v-1})\ (\rho_j+\rho_\mu)}, \qquad (9)$$

где $j=2(l-1)-\kappa$

$\varrho\mu=2800$ кг/м³ — плотность минеральной части угля.

10. Выход фракций, указанных в пп. 8 и 9, вычисляют по уравнениям:

$$\gamma_j=\frac{A^d_{j+1}-A^d_v}{A^d_{j+1}-A^d_j}\cdot\gamma_v; \qquad (10)$$

$$\gamma_{j+1}=\gamma_v-\gamma_j, \qquad (11)$$

где $j=2(v-1)-\kappa$.

11. Массовую долю серы всплывших фракций при плотности ρ_{vo}, если $\rho_{v=1} \neq \rho_{j=1}$ вычисляют по уравнению

$$S^{d}_{vo} = S^{d}_{v+1} + K_{vo}\left(\frac{\rho_v + \rho_{v+1}}{2} - \frac{\rho_0 + \rho_{vo}}{2}\right), \qquad (12)$$

где

$$K_{vo} = \frac{2 \cdot (S^{d}_{v} - S^{d}_{v+1})}{(\rho_{v+1} - \rho_{vo}) + \frac{\gamma_{vo}}{\gamma_v}(\rho_v - \rho_o)}. \qquad (13)$$

12. Массовую долю серы фракций плотностью от ρ_{vo} до ρ_v вычисляют по уравнению

$$S^{d}_{j} = S^{d}_{v+1} + K_{vo}\left(\frac{\rho_v + \rho_{v+1}}{2} - \frac{\rho_{vo} + \rho_v}{2}\right). \qquad (14)$$

13. Массовую долю серы фракций плотностью от ρ_{vo} до ρ_{v+1}, когда $S^{d}_{v=1} = \rho_{j=1}$ вычисляют по уравнению

$$S^{d}_{j} = S^{d}_{v+2} + K_{vo}\left(\frac{\rho_{v+1} + \rho_{v+2}}{2} - \frac{\rho_{j+1} + \rho_{j+2}}{2}\right), \qquad (15)$$

где

$$K_{vo} = \frac{2(S^{d}_{v+1} - S^{d}_{v+2})}{(\rho_{v+2} - \rho_{vo}) + \frac{\gamma_{vo} - \gamma_v}{\gamma_v + \gamma_{v+1} - \gamma_{vo}} \cdot (\rho_{v+1} - \rho_v)}. \qquad (16)$$

14. Массовую долю серы фракции плотностью от ρ_v до ρ_{vo} вычисляют по уравнению

$$S^{d}_{j=2} = \frac{S^{d}_{v+1}\,\gamma_{v+1} - S^{d}_{j+1}\,\gamma_{j+1}}{\gamma_j}. \qquad (17)$$

15. Массовую долю серы в требуемых фракциях плотностью не более ρ_v вычисляют по уравнениям:

$$S^{d}_{j} = S^{d}_{v-1} + \frac{S^{d}_{v} - S^{d}_{v-1}}{\rho_v - \rho_{v-2}}(\rho_j - \rho_{v-2}), \qquad (18)$$

$$S^{d}_{j=1} = S^{d}_{j} + \frac{\gamma_v}{\gamma_{j+1}}(S^{d}_{v} - S^{d}_{j}), \qquad (19)$$

где $j = 2(v-1) - \kappa$.

Алгоритм и программа расчета фракционного состава угля на ЭВМ находятся в госфонде алгоритмов и программ ВТИЦентр (номер П003057).

Пример. Даны результаты расслоения угля марки Г Донецкого бассейна в трех тяжелых жидкостях, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Плотность, кг/м³	Выход, %	Зольность, %	Массовая доля серы, %
Менее 1300	37,3	2,7	1,40
1300—1500	19,9	10,43	2,38
1500—1800	8,1	30,21	3,61
Более 1800	34,7	72,61	2,47
Итого:	100,0	30,73	2,15

Требуется рассчитать фракционный состав угля при следующих граничных значениях плотностей фракции: 1300, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000 кг/м³.

1. Зольность всплывших фракций плотностью менее 1400 кг/м³ вычисляют по уравнению (1).

$$A^{d}_{<1400}=\frac{2,7\times37,3+10,43\times19,9}{37,3+19,9}+\frac{8,1}{37,3+19,9+8,1}\times\frac{1800}{1400}\times$$

$$\times\frac{1400-1500}{1800-1500}\times\left(30,21-\frac{2,7\times37,3+10,43\times19,9}{37,3+19,9}\right)=4,07\%.$$

2. Зольность фракции плотностью 1400—1500 кг/м³ вычисляют по уравнению (3).

$$A^{d}_{1400-1500}=4,07+\frac{(30,21-4,07)\times(1500+1800)\times(1500-1800)}{(1500+1800-1400-1280)\times(1400+1500)}=14,62\%.$$

3. Выход всплывших фракций плотностью менее 1400 кг/м³ вычисляют по уравнению (2).

$$\gamma_{<1400}=\frac{14,62(37,3+19,9)-(2,7\times37,3+10,43\times19,9)}{14,62-4,07}=50,05\%.$$

4. Выход фракции плотностью 1400—1500 кг/м³ вычисляют по уравнению (4).

$$\gamma_{1400-1500}=37,3+19,9-50,05=7,15\%.$$

5. Так как при следующем шаге расчета

$$\rho_{vo}=\rho_{j=1}=1300\ \text{кг/м}^3,$$

то принимаем заданные величины

$$A^{d}_{j=1}=A^{d}_{v=1}=2,70\%;\qquad \gamma_{j=1}=\gamma_{v=1}=37,3\%.$$

6. Выход фракции плотностью 1300—1400 кг/м³ вычисляют по уравнению (11).

$$\gamma_{1300-1400}=50,05-37,3=12,75\%.$$

7. Зольность фракции плотностью 1300—1400 кг/м³ вычисляют по уравнению (5).

$$A^{d}_{1300-1400}=\frac{4,07\times50,05-2,70\times37,3}{12,75}=8,08\%.$$

8. Зольность фракции плотностью 1500—1600 кг/м³ вычисляют по уравнению (6).

$$A^{d}_{1500-1600}=14,62+\frac{(30,21-14,62)\times(1500+1800)\times(1600-1400)}{(1800-1400)\times(1500+1600)}=22,92\%.$$

9. Зольность фракции плотностью 1600—1800 кг/м³ вычисляют по уравнению (7).

$$A^{d}_{1600-1800}=14,62+\frac{(30,21-14,62)\times(1600+1800-1400-1500)\times(1500+1800)}{(1800-1400)\times(1600+1800)}=$$
$$=33,53\%.$$

10. Зольность фракции плотностью 1800—2000 кг/м³ вычисляют по уравнению (8).

$$A^{d}_{1800-2000}=33,53+\frac{(72,61-33,53)\times(1800+2800)\times(2000-1600)}{(1800+2800-1600-1800)\times(1800+2000)}=49,30\%.$$

11. Зольность фракции плотностью более 2000 кг/м³ вычисляют по уравнению (9).

$$A^{d}_{>2\,000}=94-\frac{(94-72,61)\times(2800-2000)\times(1800+2800)}{(2800-1800)\times(2000+2800)}=77,6\%.$$

12. Выход фракций соответствующих плотностей вычисляют по уравнениям (10) и (11).

$$\gamma_{1500-1600}=\frac{33,53-30,21}{33,53-22,92}\times8,1=2,54\%;$$

$$\gamma_{1600-1800}=8,1-2,54=5,56\%;$$

$$\gamma_{1800-2000}=\frac{77,60-72,61}{77,60-49,30}\times34,7=6,12\%;$$

$$\gamma_{>2000}=34,7-6,12=28,58\%.$$

13. Коэффициент K_{vo} вычисляют по уравнению (16)

$$K_{vo}=\frac{2(2,38-3,61)}{(1800-1400)+\frac{50,05-37,3}{37,3+19,9-50,5}(1500-1300)}=-0,00325.$$

14. Массовая доля серы во фракции плотностью менее 1300 кг/м³

$$S^{d}_{<1300}=S^{d}_{v=1}=1,40\%.$$

15. Массовую долю серы во фракции плотностью 1400—1500 кг/м³ вычисляют по уравнению (15).

$$S^{d}_{1400-1500}=3,61+(-0,00325)\times\frac{1800-1400}{2}=2,96\%.$$

16. Массовую долю серы во фракции 1300—1400 кг/м³ вычисляют из уравнения (17).

$$S^{d}_{1300-1400}=\frac{2,38\times19,9-2,96-7\times15}{12,75}=2,05\%.$$

17. Массовую долю серы в остальных фракциях вычисляют соответственно по уравнениям (18) и (19).

$$S^{d}_{1500-1600}=2,96+\frac{3,61-2,96}{1800-1400}\times(1600-1400)=3,28\%;$$

$$S^{d}_{1600-1800}=3,28+\frac{8,1}{5,56}\times(3,61-3,28)=3,76\%;$$

$$S^{d}_{1800-2000}=3,61+\frac{2,47-3,61}{2800-1500}\times(2000-1500)=3,17\%;$$

$$S^{d}_{>2000}=3,17+\frac{34,7}{28,58}\times(2,47-3,17)=2,32\%.$$

Результаты вычислений приведены в табл. 4.

Таблица 4

Плотность, кг/м³	Выход, %	Зольность, %	Содержание серы, %
Менее 1300	37,3	2,70	1,40
1300—1400	12,75	8,08	2,05
1400—1500	7,15	14,62	2,96
1500—1600	2,54	22,92	3,28
1600—1800	5,56	33,53	3,76
1800—2000	6,12	49,30	3,17
Более 2000	28,58	77,60	2,32
Итого:	100,00	30,73	2,15

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

ФОРМА АКТА

(заполнено для образца)
Производственное объединение _____ предприятие _____

АКТ

Фракционного анализа класса 13—25 мм, пласта _____ , произведенного «_____»_____198 г.
Эксплуатационная проба № 5 от «_____»_____198 г.
Зольность (A^c) — 19,0%.
Масса пробы для фракционного анализа — 16,690 кг.

Плотность фракций, кг/см³	Выход фракций γ		Зольность фракций* A^d	γ×A^d	Общий выход фракций, %			
					всплывших		потонувших	
	кг	%			сверху γ	A^d	снизу γ	A^d
До 1300	—	—	—	—	—	—	100,0	18,93
От 1300 до 1400	9,070	56,0	2,63	147,3	56,0	2,63	44,0	39,66
» 1400 » 1500	2,525	15,6	9,27	144,6	71,6	4,08	28,4	56,35
» 1500 » 1600	0,915	5,7	19,21	109,5	77,3	5,19	22,7	65,68
» 1600 » 1800	0,445	2,7	28,75	77,6	80,0	5,99	20,0	70,68
» 1800 » 2000	0,520	3,2	40,93	130,9	83,2	7,33	16,8	76,35
Свыше 2000	0,950	5,9	68,50	404,1	89,1	11,38	10,9	80,64
	1,765	10,9	80,64	878,5	100,0	18,93	—	—
Итого:	16,190	100,0	18,93	1892,5				
Шлам:	0,500		22,50					
Всего:	16,690		19,05					

* При исследовании горючих сланцев указывают удельную теплоту сгорания (Q_i^r).

При заполнении акта необходимо руководствоваться следующим:

а) массу каждой фракции и шлама в граммах заносят в графу 2 и вычисляют их общую массу. В графу 3 заносят выходы фракций в процентах от класса. В графу 4 заносят зольность (A^d) каждой фракции и шлама и по данным граф 3 и 4 вычисляют средневзвешенную зольность (A^d) для класса. Для

удобства расчета пользуются данными графы 5, где отражены произведения данных граф 3 и 4;

б) суммарный выход всплывших (графа 6) и потонувших (графа 8) фракций вычисляют по данным графы 3, суммируя их сверху вниз для всплывших фракций и снизу вверх для потонувших фракций;

в) суммарную зольность всплывших фракций (графа 7) вычисляют делением суммы произведений $\gamma \times A^d$ (графа 5) на суммарный выход фракций (графа 6) следующим образом: суммарная зольность трех первых фракций (менее 1300, 1300—1400, 1400—1500):

$$\frac{147,3+144,6+109,5}{77,3}=5,19\%;$$

г) суммарную зольность потонувших фракций (графа 9) вычисляют по данным граф 5 и 8 следующим образом: суммарная зольность потонувших фракций в жидкости плотностью 1300 кг/м³

$$\frac{1892,5-147,3}{44,0}=39,66\%.$$

Суммарная зольность потонувших фракций в жидкостях плотностью 1400 кг/м³ и более:

$$\frac{1892,5-(147,3+144,6)}{28,4}=56,35\%.$$

Аналогичным образом вычисляют суммарную зольность остальных фракций.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

КРИВЫЕ ОБОГАТИМОСТИ

Кривые обогатимости (см. чертеж) строят на основании данных акта (см. обязательное приложение 2) следующим образом:

а) строят квадрат с длиной сторон 200 мм, разбивают тонкой сеткой на 10 равных частей. На оси ординат откладывают в масштабе через каждые 10% (сверху вниз) выход всплывших фракций, а на оси абсцисс — через каждые 10% зольность фракций. На правой вертикальной стороне квадрата в том же масштабе откладывают выход потонувших фракций через каждые 10% снизу вверх. На верхней горизонтальной оси справа налево откладывают значения плотностей через каждые 100 кг/м³;

б) кривую всплывших фракций (β), показывающую зависимость между выходом всплывших фракций и их зольностью, строят по данным граф 6 и 7 таблицы приложения 2. На оси ординат откладывают сверху вниз суммарные выходы всплывших фракций (графа 6), из полученных точек проводят параллельно оси абсцисс линии выходов фракций. На этих линиях откладывают последовательно суммарную зольность (A^d) всплывших фракций (графа 7). Полученные точки соединяют плавной кривой;

в) кривую потонувших фракций (Θ), показывающую зависимость между выходом потонувших фракций и их зольностью, строят по данным граф 8 и 9.

На оси ординат (правой) откладывают снизу вверх суммарные выходы потонувших фракций (графа 8). На линиях выходов фракций откладывают последовательно суммарную зольность (A^d) потонувших фракций (графа 9). Полученные точки соединяют плавной кривой;

г) для проверки правильности построения кривой потонувших фракций на ней откладывают контрольные точки. Вычисляют зольность (A^c) для условной выбранной контрольной точки по формуле

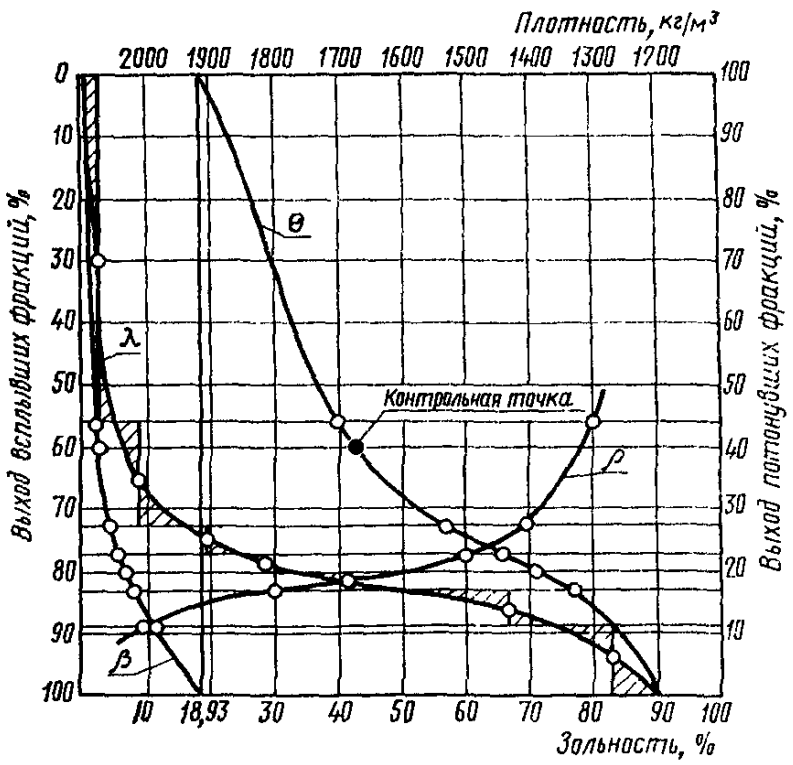
$$A^d = \frac{100 \cdot A^d_и - \gamma \cdot A^d_к}{100 - \gamma},$$

где $A^d_и$ — средневзвешенная зольность исходной пробы без шлама, %, (графа 4);

γ — выход всплывших фракций для выбранной точки, %;

$A^d_к$ — зольность всплывших фракций для выбранной точки, %.

Кривые обогатимости



Для выбранной на чертеже контрольной точки зольности (A^d) составит

$$A^d = \frac{100 \times 18{,}93 - 60 \times 2{,}8}{100 - 60} = 43\%.$$

По расчетным значениям контрольных точек корректируют положение кривой Θ;

д) для построения кривой элементарных фракций (λ), показывающей зависимость между выходом всплывших фракций и зольностью элементарных слоев, на линиях выходов соответствующих фракций откладывают последовательно зольности (A^d) отдельных фракций (графа 4) и из полученных точек проводят в пределах каждой фракции линии, параллельные оси ординат. Через

середины этих линий проводят плавную кривую так, чтобы площади треугольников, отсекаемых кривой в пределах каждой фракции, были равны между собой;

е) конечная и начальная точки кривой должны лежать на прямой, проведенной параллельно оси ординат через точку суммарной зольности (A^d) исходной пробы без шлама (графа 4);

ж) начальные точки кривой β и элементарной кривой λ и конечные точки элементарной кривой λ и кривой Θ должны совпадать. Их находят графически, соблюдая равенство площадей треугольников, отсекаемых отрезками элементарной кривой λ в пределах фракции плотностью менее 1300 и более 2000 кг/м^3;

з) кривую плотностей ϱ, показывающую зависимость между выходом всплывших фракций и их граничной максимальной плотностью, строят по данным граф 1 и 6. На линиях, проведенных параллельно оси абсцисс, по данным графы 6 откладывают последовательно граничные (большие) плотности фракций (графа 1). Полученные точки соединяют плавной кривой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Обязательное

Пояснения к терминам, применяемым в стандарте

Термин	Пояснение
Фракционный анализ	Способ определения фракционного состава топлива путем расслоения пробы в тяжелых жидкостях установленных плотностей
Фракционный состав	Количественная характеристика топлива по содержанию фракций различной плотности
Фракция	Совокупность зерен плотностью, определяемой плотностью жидкостей, применяемых при их расслоении
Выход фракций	Отношение массы топлива данной фракции к сумме масс топлива всех фракций, выраженное в процентах
Всплывшая фракция	Совокупность зерен топлива, имеющих плотность меньше плотности жидкости, используемой для расслоения
Потонувшая фракция	Совокупность зерен топлива, имеющих плотность, равную и больше плотности жидкости, используемой для расслоения
Расслоение пробы	Процесс разделения пробы топлива на фракции путем погружения ее в жидкости различной плотности
Кривые обогатимости	Графическое изображение результатов фракционного анализа

(Введено дополнительно, Изм. № 1).

Редактор *И. В. Виноградская*
Технический редактор *В. И. Тушева*
Корректор *И. Л. Асауленко*

Сдано в наб. 16.11.84 Подп. в печ. 31.01.85 1,5 усл. п. л. 1,5 усл. кр.-отт. 1,50 уч.-изд. л. Тир. 8000 Цена 10 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 9

gost.e-ecolog.ru