

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра обогащения полезных ископаемых

**НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ:
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕПРОДУКТОВ**

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Направление комплексного использования минерального сырья»
для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»,
образовательная программа «Обогащение полезных ископаемых»,
всех форм обучения

Составитель Г. Л. Евменова

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 20 от 09.02.2015

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 (130400.65)
Протокол № 11 от 09.02.2015

Электронная копия
хранится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2015

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	1
Лабораторная работа №1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УГЛЕПРОДУКТОВ	1
Лабораторная работа №2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ШЛАМОВ МЕТОДОМ МОКРОГО РАССЕВА	5
Лабораторная работа №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ ШЛАМОВ	7
Лабораторная работа №4. ВЛИЯНИЕ АДСОРБЕНТОВ ВЛАГИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕПРОДУКТОВ	10
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	12
Приложение	13

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий лабораторный практикум «Направление комплексного использования минерального сырья: изучение физических свойств углепродуктов» предназначен для ознакомления с основными методами определения свойств углепродуктов и приобретения студентами определенных навыков ведения исследовательской работы.

Общие требования

Прежде чем приступить к выполнению лабораторных работ, необходимо пройти инструктаж по технике безопасности, ознакомиться с порядком проведения конкретной лабораторной работы и рабочим местом, получить необходимые материалы и лабораторный инвентарь у учебного мастера или инженера. Лабораторная работа выполняется группой студентов, состоящей из 3-4 человек.

По окончании лабораторной работы необходимо убрать свое рабочее место и сдать лабораторный инвентарь и приступить к обработке и оформлению результатов работы. Отчет должен быть представлен преподавателю для проверки каждым студентом на листах формата А4, шрифт Times New Roman, размер – 14 пт, интервал полуторный, параметры страницы – верхнее 1,5 см; нижнее 2 см, слева 3 см, справа 1 см, вставка номера страницы, размером 10 пт, справа в верхнем углу листа. Образец титульного листа приведен на с. 13.

Студент полностью завершил лабораторный практикум, если выполнил лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой, представил все отчеты, объяснил полученные результаты и ответил на контрольные вопросы.

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УГЛЕПРОДУКТОВ

Цель работы. Освоить методику определения плотности углепродуктов.

Общие сведения

Угольные предприятия являются основными загрязнителями окружающей среды: воды, земли и воздуха. В первую оче-

редь это касается шламовых вод, которые сбрасываются с шахт, разрезов и обогатительных фабрик в наружные отстойники и гидроотвалы. При этом часть добытого угля теряется в виде тонкодисперсных шламов, которые не могут быть использованы в качестве товарного угля. Поэтому очистка шламовых вод позволяет решить три задачи: экологическую, ресурсосберегающую и проблему водопотребления за счет замены речной воды в производстве на очищенную оборотную воду.

Одним из перспективных направлений при очистке вод углеобогащения является применение полимерных флокулянтов. При этом основное внимание уделяется процессу агрегации частиц в зависимости от их гранулометрического состава и физико-химических свойств поверхности частиц.

Оборудование и материалы: сухие продукты углеобогащения; пикнометры с притертыми крышками, вместимостью 50 мл – 2 шт.; воронка стеклянная; водяная баня; набор сит; размером 0,5; 0,315 и 0,16 мм; механический встряхиватель; технические и аналитические весы с разновесами; ступка для измельчения; емкости для сыпучих продуктов – 3 шт.; лодочки – 6 шт.; шпатель; муфельная печь; сушильный шкаф; противень или клеенка; линейка деревянная; палочка стеклянная.

Определение плотности шламов, пыли, мелкого угля производится с помощью пикнометра или мерной колбы, согласно ГОСТу 2160-82.

Порядок выполнения работы

1. Пикнометр объемом 50 см^3 хорошо вымывается и высушивается до постоянной массы p . Затем он заполняется дистиллированной водой до отметки, выдерживается 30 минут в термостате при температуре $(20 \pm 0,1) \text{ }^\circ\text{C}$. Доводят мениск воды до метки, вытирают насухо, закрывают крышкой и определяют массу пикнометра с водой (масса p_1). Выполняют два определения, расхождение между которыми не должно превышать 0,01 г.

2. Отливают из пикнометра воду, оставляя 1/3 объема.

3. От высушенной в сушильном шкафу до постоянной массы представительной пробы (крупностью менее 0,2 мм) отбирают навеску примерно 25 % объема пикнометра (около 14 г).

4. С помощью шпателя и воронки заполняют пикнометр, подготовленный для испытания, навеской, закрывают крышкой и взвешивают (масса p_2).

5. После этого пикнометр в течение 1 часа выдерживают на кипящей водяной бане для удаления пузырьков воздуха. Затем пикнометр доливают дистиллированной водой до уровня метки и помещают в термостат на 30 минут при температуре $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$. Вынимают пикнометр, с помощью фильтровальной бумаги удаляют капли раствора с внутренних стенок шейки, вытирают насухо, закрывают крышкой и взвешивают (масса p_3).

6. Определение плотности пробы производят параллельно в двух пикнометрах.

Обработка и оформление результатов эксперимента. Результаты измерений и вычислений записывают в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты опытов

Наименование показателя	p	p_1	p_2	p_3	δ	ρ
Значение показателя, г/см ³						

Истинная плотность (ρ , г/см³) определяется по формуле

$$\rho = \frac{(p_2 - p) \delta}{(p_1 - p) - (p_3 - p_2)},$$

где p – масса пустого пикнометра, г; p_1 – масса пикнометра с водой, г; p_2 – масса пикнометра с навеской, г; p_3 – масса пикнометра с водой и навеской, г; δ – плотность воды, при температуре определения ($\delta^{20} = 0,9982$ г/см³, $\delta^{23} = 0,9975$ г/см³, $\delta^{27} = 0,9965$ г/см³).

Вычисление результатов производят до третьего десятичного знака, окончательные результаты округляют до второго знака.

За конечный результат принимают среднее арифметическое результатов двух определений, если расхождения не превышают допустимого (2 %).

Контрольные вопросы

1. Дать определение истинной и кажущейся плотностям.
2. Дать определение насыпной плотности, и от каких фак-

торов она зависит?

3. Дать определение истинной и кажущейся плотностям.

4. Чем отличается действительная плотность углей от кажущейся плотности?

5. Дать определение насыпной плотности, и от каких факторов она зависит?

6. Дать определение плотности органической массы, и от каких факторов она зависит?

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ШЛАМА МЕТОДОМ МОКРОГО РАССЕВА

Гранулометрический состав исходного материала определяется методом ситового анализа на ситах размером меньше 0,5 мм.

Порядок выполнения работы

Для отбора пробы предварительно производится перемешивание углепродуктов по методу кольца и конуса на листе, установленном на лабораторном столе. Материал сначала рассыпается в виде кольца, которому затем придают форму конуса, сыпая руду небольшими порциями в центр кольца. Затем конус развертывают в диск равномерной толщины и разделяют с помощью делителя на 4 равных сектора. Углепродукт из двух любых противоположных секторов подвергается дальнейшему сокращению аналогичным методом. Таким образом, проба сокращается, например, до 300 г и взвешивается с точностью до 0,1 г.

Отходы флотации.

Навеску помещают на сито 0,5 и рассеивают на механическом встряхивателе 10 минут. По истечении времени надрешетный и подрешетный продукты взвешивают.

Оставшийся на верхнем сите материал подвергается мокрому просеиванию ручным способом (см. ниже).

Определяется зольность исходного материала и по классам крупности.

Угольные шламы

Материал подвергается мокрому просеиванию ручным способом. Для этого сито 0,5 с материалом осторожно помещают в емкость с водой. Мягким движением сито встряхивают до полно-

го смачивания материала, а затем слабой струйкой промывают его на сите. Промывку ведут до тех пор, пока из-под сита не будет выходить чистая вода. Опрокинув сито, смывают весь надрешетный продукт в сосуд-сборник. После осаждения частиц воду сливают, а надрешетный продукт высушивают при температуре 105 °С и взвешивают. Оставшийся подрешетный продукт последовательно пропускают через, меньшие по размеру отверстий, сита.

Массу нижнего класса определяют по разнице между исходной массой продукта и массой полученных классов крупности.

Определяют зольность исходного материала и зольность каждого класса крупности.

Обработка и оформление результатов ситового анализа

По результатам взвешивания каждого класса определяют их выход с точностью до 0,1 %:

$$\gamma_i = \frac{Q_i}{Q_{\text{исх}}} \cdot 100,$$

где γ_i – выход класса, %; Q_i – суммарная масса класса (сухой и мокрый рассев), г; $Q_{\text{исх}}$ – масса исходной пробы, г.

Подсчитывается сумма выходов и корректируется до 100 % за счет выходов классов с наибольшим выходом. Результаты заносятся в табл. 2.

Таблица 2

Результаты ситового анализа пробы

Крупность класса, мм	Масса класса, Q_i , г	Выход класса, γ_i , %	Зольность, A^d , %
Всего	300	100	

Контрольные вопросы

1. Характеристика шламов углеобогащения.
2. Перечислить методы определения гранулометрического состава шламов.
3. Дать определение непрерывному, разовому и мокрому рассевам.

4. Изложить методику проведения ситового анализа методом мокрого отсева.
5. Назвать недостатки этого метода

Лабораторная работа № 3 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЕПРОДУКТОВ**

Цель работы: получить представление о минеральной составляющей угля и изучить метод определения зольности.

Теоретические положения

Рядовые (необогащенные) угли содержат в определенных количествах минеральные примеси. Удаление минеральных примесей – основная задача технологии обогащения углей.

Минеральные примеси – балласт, так как снижают теплоту сгорания, требуют дополнительных затрат на транспортировку к потребителю и на золоудаление после сжигания. Исключение составляют минеральные примеси некоторых углей, содержащих редкие элементы (германий, рений, галлий и др.) или полезные для технологии компоненты, например, соединения железа, кальция и магния в углях, используемых для коксования и последующей выплавки чугуна.

При полном сгорании горючих веществ угля в условиях высокой температуры и избытка воздуха несгоревшие минеральные примеси, содержащиеся в угле, образуют остаток, называемый золой. Она имеет вид сыпучей массы или сплавленных кусков в виде шлака. Чем больше минеральных примесей, тем больше золы. Остаток, определяемый согласно ГОСТ 11022-90, называется зольностью (A^d) и качественно характеризует уголь. *Зольность* – основной показатель качества, определяющий его потребительскую и товарную ценность, есть отношение (в процентах) массы неорганического остатка (золы), получаемый после полного сгорания угля, к единице массы исследованной пробы угля. Зольность косвенно характеризует содержание в угле минеральных примесей.

Концентрат коксующих углей имеет зольность 7–9 %. Зольность отходов обычно более 65 %. Зольность промпродукта составляет 30–35 %.

Оборудование и материалы: три вида продуктов углеобогащения, крупностью 0–5 мм; технические весы с разновесами; ступка для измельчения; емкости для сыпучих продуктов 3 шт.; лодочки 6 шт.; мерная ложка для сыпучих продуктов; шпатель; муфельная печь; сито с размером ячеек 0,2 мм; сушильный шкаф; противень или клеенка; линейка деревянная; палочка стеклянная.

Порядок проведения работы

Из лабораторных проб продуктов углеобогащения приготавливают аналитические пробы для анализа. Пробы подсушивают, для чего их высыпают на противень слоем не более 5 мм и помещают в предварительно нагретый до 150–160 °С сушильный шкаф на 15 минут и охлаждают на воздухе. (Аналитическую пробу готовит для занятий инженер кафедры). После чего студенты пробу сокращают. Для этого всю пробу высыпают на противень и перемешивают два раза на конус, который затем надавливанием сверху сплющивают. После этого усеченный конус делят на четыре равные части, расчерчивая крестообразно палочкой или шпателем на слое материала. Из любых двух противоположных четвертей отбирают по две мерные ложки каждого углепродукта. Поочередно измельчают их в ступке до частиц размером не более 0,2 мм, пропустив измельченный продукт через сито. Из подрешетного продукта отбирают по 2 параллельных навески массой 1 г в предварительно взвешенные лодочки и легким постукиванием добиваются равномерного распределения слоя материала по дну лодочки. Все взвешивания производят с погрешностью не более 0,01 г.

Применяемые лодочки должны быть пронумерованы, прокалены до постоянной массы, и храниться в эксикаторе с осушающим веществом.

Студенты записывают номера лодочек, свои фамилии, дату выполнения работы и отдают лодочки с углепродуктами инженеру кафедры, который ведет озоление. Для этого лодочки с навесками помещают в холодную муфельную печь. Для озоления начальную температуру муфельной печи повышают в течение 30 мин до 500 °С и в течение следующих 30–60 мин до 800–830 °С. По достижении указанной температуры прокаливают в закрытой муфельной печи образовавшийся зольный остаток в течение 1,5 часов. Лодочки с зольным остатком вынимают из

муфельной печи, охлаждают на воздухе до комнатной температуры. Студенты на последующей лабораторной работе взвешивают лодочки с зольным остатком.

Обработка и оформление результатов эксперимента. Все результаты измерений и расчетов заносят в таблицу.

Результаты определения зольности продуктов

№ опыта	Масса пустой лодочки, г	Масса лодочки с навеской, г	Масса лодочки после сжигания, г	Зольность продукта, A^d , %
...

Зольность аналитической пробы испытуемых углепродуктов (A^d , %) вычисляют по формуле

$$A^d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100,$$

где m_1 – масса прокаленной лодочки, г; m_2 – масса лодочки с навеской, г; m_3 – масса лодочки с остатком после прокаливания навески, г.

Вычисление результатов производят до второго десятичного знака, окончательные результаты округляют до первого знака. За результат определения принимают среднее арифметическое результатов двух определений, если расхождения не превышают допускаемые.

Контрольные вопросы

1. Из каких петрографических составляющих складывается каменный уголь?
2. Какие основные признаки литотипов угля?
3. Дать характеристику органической и неорганической частям угля.
4. Как изменяется содержание углерода в угле в зависимости от степени метаморфизма?
5. Какие физические свойства характерны для каменных углей?
6. Какие известны показатели коксующести каменных углей?
7. Дать определения продуктам обогащения.
8. Дать определение зольности.
9. Что представляют собой минеральные составляющие угля?
10. Назвать виды золы.
11. Как влияет содержание минеральных примесей в угле на его качество.

Работа №4
ВЛИЯНИЕ АДСОРБЕНТОВ ВЛАГИ
НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕПРОДУКТОВ

Цель работы: Знакомство с адсорбентом влаги и изучение его влияния на сыпучесть и сушку угольных шламов.

Введение

В настоящее время активно развиваются безотходные технологии переработки и комплексного использования углей, в частности переработка наружных отстойников шахт и углеобогачительных фабрик. В наружных отстойниках Кузбасса имеется до 30 млн. тонн угольных шламов влажностью до 50 %, которые можно использовать для получения дополнительного товарного углепродукта, например брикетов. К числу основных факторов, влияющих на процесс получения качественных угольных брикетов, относится влажность исходного сырья. Повышение содержания влаги отрицательно влияет на прочность брикетов, особенно если она достигает 20 % и более.

Одним из перспективных направлений в настоящее время является применение реагентов-адсорбентов влаги, например, *Alcosorb A* фирмы «Ciba», для доведения влажной угольной мелочи до транспортабельного состояния за счет десорбции воды с поверхности частиц. Кроме того, определенное влияние этот адсорбент может оказывать на процесс сушки.

Оборудование и материалы: угольная мелочь, сушильный шкаф, весы аналитические, весы технические, емкости для сушки – 6 штук, термометр до 150 °С, пипетка (10 мл) – 1 штука, палочка стеклянная для перемешивания, линейка.

Порядок проведения работы

1. Для проведения опытов взвесить 200 г исходного материала. Навеску поместить в эксикатор и смочить водой из расчета 30÷40 % влажности (задается преподавателем), тщательно перемешать и оставить на 30 минут.

2. По истечению 30 минут из приготовленной смеси отобрать: шесть проб массой 20 г, в предварительно взвешенные емкости.

3. Затем в три емкости добавить заданное преподавателем количество *Alkosorb A* (10÷50 % от массы навески) и тщательно перемешать.

4. Записать общую массу каждой пробы в таблицу и поместить шесть проб в, предварительно нагретый до 105 °С, сушильный шкаф.

5. Через 10 минут две навески (одну без адсорбента, другую с адсорбентом) вынуть из сушильного шкафа, охладить до комнатной температуры, взвесить, записав значение массы в таблицу. Еще через 10 минут то же самое повторить со второй парой образцов и далее через 10 минут с оставшейся парой навесок.

6. Провести контрольное просушивание последней пары навесок продолжительностью 10 минут. Если за это время масса образца без адсорбента оставалась постоянной, опыт окончен.

7. В оставшуюся в эксикаторе смесь добавить 10÷20 % от массы *Alkosorb A* (рекомендация преподавателя) перемешать и оставить на 10 минут. Визуально отметить изменения, произошедшие с влажной угольной мелочью.

Обработка и оформление результатов работы

Выполнить расчет по определению количества воды, необходимого для получения угольных шламов, заданной влажности. Результаты измерений и расчетные данные занести в таблицу, расположенную ниже.

Сушка угольной мелочи

№ опыта	Масса навески, г	Исходная влажность, %	Масса воды, г	Масса <i>Alkosorb A</i> , г	Общая масса, г	Время сушки, с	Масса навески после сушки, г

На основании анализа полученных данных сделать выводы о влиянии адсорбента влаги *Alkosorb A* на сыпучесть, термическую сушку угольной мелочи.

Контрольные вопросы

1. Назначение адсорбента *Alkosorb A*
2. Дать определение влажности угля.
3. Какие виды влаги известны для полезных ископаемых?
4. Как влияет влага на использование продуктов обогащения?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление качеством: учеб. пособие / Г. Л. Евменова, Т. Е. Вахонина; КузГТУ. – Кемерово, 2013.
<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90955&type=utchposob:common>
2. Евменова, Г. Л. Диверсификация угольной продукции: учеб. пособие / Г. Л. Евменова, Е. И. Моисеева; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2002. – 106 с.
3. Моисеева, Е. И. Управление качеством угольной продукции: учеб. пособие / Е. И. Моисеева, Г. Л. Евменова; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2000. – 100 с.
4. Авдохин, В. М. Обогащение углей. Т. 1. Процессы и машины: учебник для вузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2012. – 424 с.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра обогащения полезных ископаемых

Лабораторная работа № _____
по дисциплине
**«НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»**

Выполнил:
студент гр.
ФИО _____
(роспись)

Преподаватель:
ФИО _____
(роспись)

Кемерово _____

Составитель
Галина Львовна Евменова

НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ:
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕПРОДУКТОВ

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Направление комплексного использования минерального сырья»
для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»,
образовательная программа «Обогащение полезных ископаемых»,
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 09.02.2015. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 15 экз. Заказ

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.