



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Горные машины»

**ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА
ГОРНЫХ ПОРОД**

Лабораторный практикум

**Минск
БНТУ**
2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Горные машины»

ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА ГОРНЫХ ПОРОД

*Лабораторный практикум
для студентов специальностей
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»
и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства»*

Минск
БНТУ
2012

УДК 622.331(075.6)
ББК 33.35я7
Д57

Составители :

*Н. И. Березовский, И. Е. Рухля,
П. В. Цыбуленко, А. В. Нагорский*

Рецензенты :

А. А. Головач, Н. Н. Поликарпова

Добыча и переработка горных пород : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и Д57 оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства» / сост. : Н. И. Березовский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012. – 27 с.

ISBN 978-985-525-978-8.

В издании приведены описания лабораторных работ, изложены теоретический материал и основные правила по технике безопасности, а также методика выполнения лабораторных работ и обработка полученных экспериментальных данных.

Лабораторный практикум предназначен для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства», а также может быть полезен для аспирантов и научных сотрудников.

УДК 622.331(075.6)
ББК 33.35я7

ISBN 978-985-525-978-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ.....	6
Лабораторная работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРУПНОСТИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ СИТОВОГО АНАЛИЗА.....	9
Лабораторная работа № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРОХОЧЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА.....	11
Лабораторная работа № 4 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ (ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ) ТОРФА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКОЙ.....	15
Лабораторная работа № 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ПРИ ПРЕССОВАНИИ.....	19
Лабораторная работа № 6 ОБЕЗВОЖИВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОРГАНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛЕ ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ.....	22
Литература.....	26

В в е д е н и е

Горнодобывающая отрасль ставит перед собой задачи эффективного использования и сбережения природных ресурсов, создания более совершенной техники и нахождения резервов повышения ее эффективности в процессе эксплуатации.

Основные направления развития горной техники включают: разработку концептуально новых современных высокоэффективных технологий и прогрессивного оборудования для их реализации; обновление и совершенствование структуры парка горных машин и горноперерабатывающего оборудования.

Дисциплина «Добыча и переработка горных пород» является важным профильным курсом при подготовке горных инженеров-механиков. Программа предусматривает выполнение лабораторных работ по экспериментальному определению ряда величин, входящих в основные теоретические зависимости, используемые при расчетах. В настоящем пособии приводится описание лабораторных установок и оборудования, которые используются при выполнении лабораторных работ, а также порядок выполнения работ и методика обработки опытных данных. Большинство применяемых установок, средств измерений и регистрации опытных данных создано сотрудниками кафедры «Горные машины».

Развитие современного торфяного производства во многом определяется уровнем знаний о природе, составе и свойствах торфа. Прогресс в области механизации и автоматизации торфяного производства, создание новых и совершенствование существующих технологических процессов добычи и переработки торфа, расширение сфер его использования опирается на фундаментальные исследования общетехнических, физико-химических и физико-механических свойств торфа и торфяных месторождений.

Выполняя лабораторные работы, студенты получают навыки в постановке и проведении экспериментальных исследований, связанных с определением физических и химических свойств торфа, что способствует лучшему усвоению теоретического курса.

Проведение эксперимента – залог успеха и гарантия правильности полученных результатов. Поэтому студенты должны заранее изучить приведенные в каждой работе теоретические положения, ознакомиться с приборами, методикой выполнения лабораторной работы и правилами техники безопасности.

После ответов на контрольные вопросы студенты приступают к выполнению лабораторной работы. Выполнив ее, составляют отчет, в котором приводятся название работы и ее номер, цель работы, схема установки, расчетные формулы, таблица измеренных и расчетных величин. Законченный отчет должен быть подписан студентом и преподавателем, принявшим его.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: определить гранулометрический (фракционный) состав сыпучих материалов; построить график зависимости выходов отдельных классов от диаметров отверстий.

Теоретические сведения

Любой материал представляет собой смесь зерен различной крупности. Соотношение массовых содержаний зерен различной крупности, входящих в состав данного сыпучего материала, называется его *гранулометрическим (фракционным) составом*.

Определение гранулометрического состава заключается в разделении пробы материала на классы, ограниченные узкими пределами крупности.

Гранулометрический состав материала определяют следующими способами:

- ситовым – рассев на ситах на классы крупности для материалов крупнее 0,04 мм (ситовой способ делится на два вида: сухой и мокрый);
- седиментационным (седиментация – оседание твердых частиц, взвешенных в жидкости или газе, происходящее под влиянием силы тяжести) – разделение материала на классы крупности по скоростям падения частиц в жидкой среде для материалов крупностью до 5–50 мкм;
- микроскопическим – измерение частиц под микроскопом и классификация их на группы в узких границах определенных размеров для материалов крупностью менее 50 мкм.

В данной работе для определения гранулометрического состава материала используется ситовой анализ. Для этого проба сыпучего материала анализируется путем ее просеивания сквозь набор сит с различными размерами отверстий. Набор сит составляется по правилу: от сит с большими отверстиями последовательно к ситам с меньшими отверстиями. Результатом ситового анализа является распределение пробы материала по классам крупности в виде остатков на каждом сите.

Материал, лежащий на сите, называется *надрешетным продуктом*, прошедший через сито – *подрешетным*. Надрешетный продукт обозначают со знаком «плюс», подрешетный – со знаком «минус». Материал, прошедший через сито с отверстиями l_1 и оставшийся на нижестоящем сите с отверстиями l_2 , причем $l_2 < l_1$, представляет собой класс. Крупность класса, например, для случая $l_1 = 2$ мм и $l_2 = 1$ мм, обозначают следующими способами: класс – 2 + 1 мм или класс 1 – 2 мм.

Выходы отдельных классов также называют *фракциями*.

Средний диаметр (размер) фракции равен полусумме верхней и нижней границы класса.

Средневзвешенный диаметр частиц пробы материала определяется по формуле

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_1 m_1 + d_2 m_2 + \dots + d_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n},$$

где d_i ($i = 1, n$) – средние диаметры частиц пробы материала, мм;

m_i ($i = 1, n$) – масса каждого класса (фракции), г или %.

Порядок выполнения работы

1. Взять пробу сыпучего материала и произвести ее рассев с помощью набора сит, предварительно взвесив каждое сито и поддон.
2. Определить массу каждого полученного класса материала.
3. Вычислить процентный выход каждого класса.
4. Найти по вышеприведенной формуле средневзвешенный диаметр частиц пробы материала.
5. Результаты анализа занести в таблицу.
6. Построить график зависимости выходов отдельных классов от диаметров отверстий.

Результаты измерений и расчетов

Границы класса, мм	Средний диаметр класса, мм	Выход класса		Примечание
		г	%	

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема опытной установки.
3. Расчетные формулы.
4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Выводы.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРУПНОСТИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ СИТОВОГО АНАЛИЗА

Цель работы: построить характеристики крупности заданного сыпучего материала с помощью ситового анализа.

Теоретические сведения

Характеристиками крупности называют табличное или графическое изображение гранулометрического состава сыпучего материала. Характеристики крупности делятся на частные, графически показывающие выход отдельных классов, и суммарные (кумулятивные), графически показывающие суммарный выход классов. Зависимость суммарного выхода от диаметра класса (фракции) носит название *суммарной характеристики крупности*.

Характеристики крупности строят в прямоугольной системе координат. При построении частной характеристики по оси абсцисс откладывают размер отверстий сит, а по оси ординат – выходы соответствующих классов в процентах. Следует заметить, что ординаты, определяющие выходы отдельных классов, строят на большем, меньшем или среднем диаметре, ограничивающем данный класс (чаще используют средний диаметр класса). Полученные точки соединяют ломаной линией, которая и характеризует выход отдельных классов сыпучего материала.

Частная характеристика крупности может быть представлена в виде гистограммы (столбиковой диаграммы). Для этого строят ряд прямоугольников, высота которых пропорциональна выходам классов, а основанием служит интервал их крупности.

Суммарные характеристики крупности графически представляют в виде суммарного выхода по плюсу или суммарного выхода по минусу.

Суммарным выходом по плюсу называют полный остаток материала в процентах от массы взятой пробы на данном сите.

Суммарным выходом по минусу называют выход материала, выраженный в процентах от массы взятой пробы и прошедший через данное сито.

Порядок выполнения работы

1. Взять пробу сыпучего материала и произвести ее рассев с помощью набора сит.
2. Определить массу каждого полученного класса материала.
3. Вычислить процентный выход каждого класса.
4. Результаты анализа занести в таблицу.
5. Определить суммарные выходы по плюсу и минусу и занести в таблицу.
6. Построить следующие графики: частную характеристику крупности в виде зависимости выхода отдельных классов от среднего диаметра класса; зависимость суммарного выхода по плюсу и минусу также от среднего диаметра класса.

Таблица

Результаты измерений и расчетов

Границы класса, мм	Средний диаметр класса, мм	Выход класса		Суммарный выход, %	
		г	%	по плюсу	по минусу

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема опытной установки.
3. Таблица результатов измерений и расчетов.
4. Выводы.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРОХОЧЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА

Цель работы: определить экспериментальным путем зависимость эффективности грохочения фрезерного торфа от продолжительности отсева и удельной загрузки горизонтального сита; построить график зависимости эффективности грохочения от времени отсева и удельной загрузки сита.

Теоретические сведения

Фрезерный торф, поступающий на брикетные заводы, имеет размеры кусков до 50 мм, тогда как для технологического процесса наибольший размер частиц не должен превышать 8 мм. Поэтому при подготовке фрезерного торфа к брикетированию осуществляется грохочение, т. е. разделение торфа на два класса, из которых нижний, так называемый *подрешетный продукт*, с классом крупности до 8 мм поступает в сушильное отделение. Верхний класс, или *надрешетный продукт*, крупнее 8 мм, направляется в топку для получения тепла для технологических целей или на дробление с последующим грохочением. Таким образом осуществляется работа подготовительного отделения брикетного завода по принципу «не дробить ничего лишнего».

Одним из основных показателей работы грохотов является эффективность грохочения, которая выражается отношением массы подрешетного продукта к массе нижнего класса в исходном материале и определяется по формуле

$$E = \frac{C}{\frac{Q \cdot \alpha}{100}} \cdot 100 = \frac{C}{Q \cdot \alpha} \cdot 10^4, \%, \quad (1)$$

где C – масса подрешетного продукта;

Q – масса исходного материала;

α – содержание нижнего класса в исходном материале, %.

Содержание нижнего класса α в исходном материале определяется как отношение массы подрешетного продукта C к массе исход-

ного материала Q при продолжительности отсева 600 с, выраженное в %, т. е.

$$\bar{\sigma} = \frac{C}{Q} 100 \%. \quad (2)$$

Во всех случаях грохочения сыпучего материала, в том числе и торфа, наблюдается закономерная зависимость эффективности грохочения от продолжительности отсева.

Высота слоя материала на сите при данных его размерах и скорости продвижения по нему материала определяется удельной загрузкой грохота по исходному материалу

$$q = \frac{Q}{S}, \quad (3)$$

где S – площадь сита, м^2 .

Чем выше загрузка, тем больше высота слоя и ниже эффективность грохочения, так как нижнему классу труднее проникнуть к ситам через более толстый слой материала. Для достижения той же эффективности при больших загрузках необходимо увеличить продолжительность грохочения при той же высоте слоя материала на сите.

Описание установки

Работа выполняется на вибрационной установке для отсева материала (рис. 1).

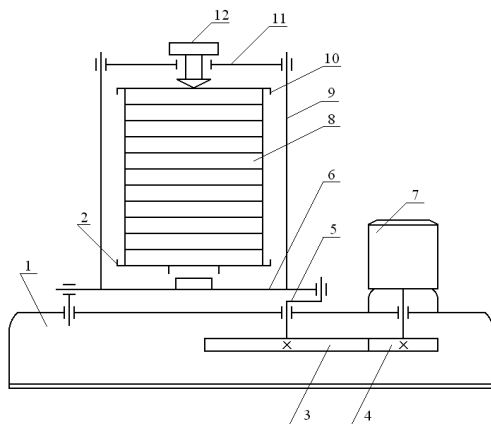


Рис. 1. Схема вибрационной установки

Установка состоит из следующих составных частей: литого корпуса 1, опорного диска 2, зубчатой цилиндрической передачи 3 и 4, привода эксцентрика 5, шатуна 6, электродвигателя 7, набора сит 8, опорных стоек 9, прижимного диска 10, упорного винта 12 и траверсы 11.

Горизонтально расположенный шатун получает колебательные движения от кривошипа и передает их на установленные на опорном диске сита.

Рассев производится на одном сите с размером отверстий 5 мм. Набор сит собирается таким образом, чтобы в самом низу на поддоне было сито с размером отверстий 5 мм, куда помещается навеска торфа. Все оставшиеся сита устанавливаются сверху, закрываются крышкой, прижимным диском и фиксируются упорным винтом 12 и траверсой 11.

Порядок выполнения работы

1. Определить влажность исследуемого образца фрезерного торфа.
2. Отобрать образец фрезерного торфа массой 1,5–2 кг.
3. Взвесить сито с размером отверстий 5 мм, установить на нижний поддон и засыпать пробу торфа массой 0,1 кг.
4. Собрать все оставшиеся сита и зафиксировать упорным винтом 12.

5. Произвести рассев торфа последовательно: 10, 20, 30, 60 и 120 с. После каждого отсева взвесить сито с торфом.
6. Опыт повторить с пробами 0,2 и 0,3 кг.
7. Произвести рассев пробы 0,1 кг 600 с.
8. Результаты отсева занести в таблицу.

Таблица

Результаты измерений и расчетов

Продолжительность грохочения τ , с	Масса сита с торфом, кг			Масса надрешетного продукта, кг			Масса подрешетного продукта C , кг			Эффективность грохочения E , %		
	опыт			опыт			опыт			опыт		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Обработка опытных данных.

1. Рассчитать содержание нижнего класса в исходном торфе по формуле (2).
2. Рассчитать эффективность грохочения в зависимости от продолжительности отсева по формуле (1).
3. Рассчитать удельную загрузку сита по исходному торфу по формуле (3).
4. Построить графики зависимости эффективности грохочения от времени отсева и удельной загрузки торфа при $\tau = 30$ с.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема экспериментальной установки.
3. Расчетные формулы.
4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Выводы.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ (ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ) ТОРФА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКОЙ

Цель работы: ознакомиться с устройством и работой молотковой дробилки; определить степень измельчения торфа с колосниковой решеткой и без нее; построить графики зависимости суммарного выхода по плюсу от размера частиц для работы дробилки с колосниковой решеткой и без нее.

Теоретические сведения

Фрезерный торф, поступающий на брикетные заводы, представляет собой полидисперсную систему. Размеры слагающих торф частиц колеблются до 50 мм.

Для технологии торфобрикетного производства и получения высококачественных брикетов большое значение имеет размер частиц брикетируемого торфа.

Научно-обоснованный и экспериментально подтвержденный ответ на вопрос о влиянии размера частиц брикетируемого материала на прочность брикетов дает молекулярная теория прилипания твердых тел, примененная к процессу брикетирования торфа. Согласно этой теории, силы молекулярного прилипания, определяющие прочность связей частиц в брикете, обратно пропорциональны размерам частиц. Прочность брикетов должна быть тем больше, чем тоньше измельчен брикетируемый торф.

Дробление торфа высокой степени разложения приводит также к снижению коэффициента трения брикета о стенки матрицы и удельных затрат на прессование.

Процесс снижает влагоразность торфяных частиц и положительно сказывается на работе сушильных установок брикетных заводов.

Наиболее широко для дробления торфа используются молотковые дробилки, где вращающийся ротор с шарнирно подвешенными молотками при движении по отбойной гребенке и колосниковой решетке разрушает частицы торфа.

Исходя из основного принципа работы подготовительного отделения «не дробить ничего лишнего» измельчению подвергается отсев после грохочения. Торф относится к трудно грохотимым материалам, что приводит к забиванию просеивающей поверхности волокнистыми и другими включениями. Поэтому часто прибегают к дроблению всего поступающего торфа, что облегчает последующее его грохочение. Однако в этом случае возможно забивание колосниковой решетки дробилки древесными и другими включениями торфа. В этом случае дробление всего материала осуществляется без колосниковой решетки, что приводит к снижению степени измельчения.

Конкретное решение о последовательности выполнения операций дробления (с колосниковой решеткой или без нее) и грохочения зависит от качественной характеристики торфяной залежи фракционного состава фрезерного торфа.

Эффективность дробления торфа можно характеризовать степенью измельчения, которая показывает во сколько раз уменьшился размер частиц при их разрушении:

$$j = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}},$$

где $D_{\text{ср}}$ – средний размер фракции до дробления, мм;

$d_{\text{ср}}$ – средний размер фракции после дробления, мм.

Средний размер фракции определяется по результатам ситового анализа

$$D_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}, \text{ мм},$$

где d_i – размер фракции как среднее значение размеров отверстий рядом лежащих сит;

p_i – выход отдельной фракции, %.

Описание установки

Дробление торфа проводится в малой молотковой дробилке, схема которой представлена на рис. 1.

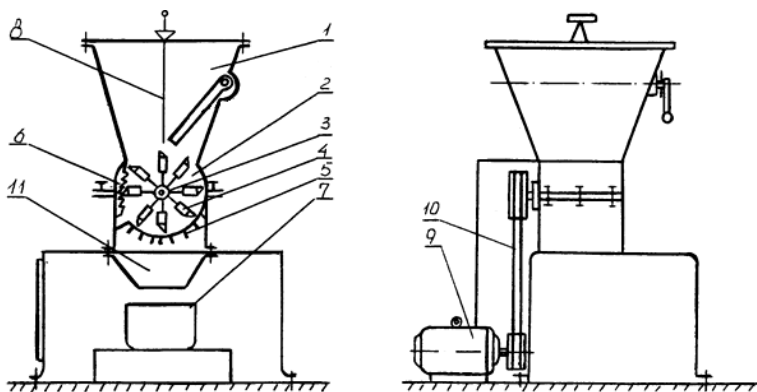


Рис. 1. Схема малой молотковой дробилки

Торф для переработки подается в загрузочную воронку 1, откуда под собственным весом поступает в камеру дробления 2. Для предотвращения зависания торфа в загрузочной воронке служит шомполпобудитель 8. В камере дробления вращается ротор 3 с шарнирно подвешенными молотками 4. Дробление торфа начинается в том месте камеры, где молотки проходят мимо отбойных гребенок 6, и заканчивается на колосниковой решетке 5. Максимальная крупность раздробленных частиц определяется расстоянием между колосниками. Для получения различной крупности частиц используются решетки с разными расстояниями между колосниками. Переработанный торф через колосниковую решетку и направляющую воронку 11 поступает в пробоотборные банки 7. Привод ротора осуществляется от электродвигателя 9 посредством клиноременной передачи 10.

Порядок выполнения работы

1. Определить влажность фрезерного торфа.
2. Ознакомиться с устройством молотковой дробилки и ее работой.
3. Отобрать образец торфа массой 1,5–2 кг.
4. Поместить навеску фрезерного торфа массой 0,1–0,2 кг на верхнее сито вибрационной установки (см. лабораторную ра-

- боту № 1) с полным набором сит, расположенным по мере уменьшения отверстий сверху вниз.
5. Произвести в течение 2 минут рассев торфа и определить выход фракций, %.
 6. Результаты измерений занести в таблицу.
 7. Поместить навеску торфа массой 0,1–0,2 кг из отобранного образца в молотковую дробилку с колосниковой решеткой при закрытой шиберной заслонке.
 8. Включить привод дробилки и открыть шиберную заслонку.
 9. После измельчения фрезерного торфа произвести его рассев на вибрационной установке и определить выход каждой фракции, %.
 10. Результаты измерений занести в таблицу.
 11. Убрать из молотковой дробилки колосниковую решетку.
 12. Произвести дробление навески торфа массой 0,1–0,2 кг из ранее отобранного образца фрезерного торфа, произвести его рассев и определить выход каждой фракции, %.
 13. Результаты измерений занести в таблицу.
 14. Рассчитать суммарные выходы частиц по плюсу, %.

Таблица

Результаты измерений и расчетов

Тип торфа

Степень разложения.....

Влажность.....

Крайние размеры фракций, мм	Средний размер фракции, мм	До дробления выход фракции <i>p</i> , %	После дробления			
			с решеткой		без решетки	
			выход фракции <i>p</i> , %	суммарный выход по плюсу <i>P</i> , %	выход фракции <i>p</i> , %	суммарный выход по плюсу <i>P</i> , %
15–10						
10–7						
7–5						
5–3						
3–2						
2–1						
1–0,5						
0,5–0,25						
< 0,25						

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема экспериментальной установки.
3. Расчетные формулы.
4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Выводы.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ПРИ ПРЕССОВАНИИ

Цель работы: определить зависимость коэффициента уплотнения фрезерного торфа верхового и низинного типов от давления прессования; построить график зависимости коэффициента уплотнения фрезерного торфа от давления прессования.

Теоретические сведения

Фрезерный торф как топливо не может быть использован для коммунально-бытовых целей в небольших городах и в сельской местности, где требуется кусковое топливо. Эта задача успешно решается брикетированием фрезерного торфа. Получаемые торфяные брикеты являются качественным коммунально-бытовым топливом и отличаются более высокой теплотой сгорания и теплоплотностью. За счет значительно большей плотности их экономически целесообразно перевозить на значительные расстояния и уменьшать площади и объемы помещений для хранения.

Торф, поступающий на прессование (сушенка), имеет влажность 16–20 %. При такой влажности в нем отсутствует вода, механически удерживаемая материалом, и остается только вода, находящаяся в прочно связанном состоянии. Свойства такой воды резко отличаются от свойств воды, находящейся в жидком состоянии, и приближаются к свойствам твердого тела. Следовательно, с точки зрения фазового состояния, брикетируемый материал при производстве

торфяных брикетов можно рассматривать как двухфазную систему, состоящую из полидисперсного твердого вещества и газообразной фазы (воздуха). По объему воздух занимает более 80 % всего прессуемого торфа. Поэтому одна из главных задач при брикетировании фрезерного торфа состоит в получении куска, из которого должна быть удалена основная часть воздуха. Эта задача достигается уплотнением торфа при достаточно высоких давлениях, т. е. прессованием, являющимся одной из основных технологических операций производства торфяных брикетов.

Отношение начальной высоты слоя прессуемого торфа H_1 к высоте полученного брикета в сжатом состоянии H_2 называют коэффициентом *уплотнения*, т. е.

$$K_y = \frac{H_1}{H_2}.$$

Описание установки

Приспособление для лабораторного прессования торфяных брикетов и его установка на гидравлическом прессе ПСУ-125 показаны на рис. 1.

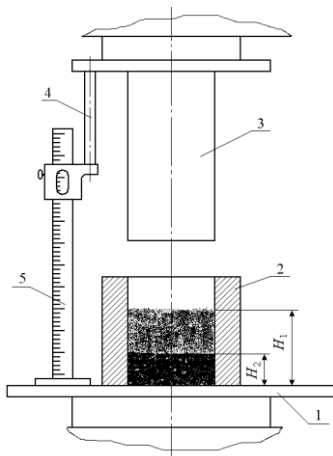


Рис. 1. Схема опытной установки

На нижней опорной плите 1 пресса ПСУ-125 свободно установлена матрица 2. К верхней опорной плите при помощи болтов прикреплен штемпель 3. Эти детали образуют формовочное устройство с неподвижным упором.

Для определения начальной высоты слоя торфа и высоты брикета под давлением используется специальный штангенциркуль 5, работающий во взаимодействии с упором 4. Он обеспечивает точность измерений $\pm 0,05$ мм.

Порядок выполнения работы

1. Отобрать образец фрезерного торфа (сушенки) низинного типа массой 1,5–2 кг.
2. Определить влажность исследуемого образца торфяной сушенки ускоренным методом.
3. Из общего образца отобрать навеску сушенки массой 180 г.
4. По площади поперечного сечения матричного канала определить общее усилие прессования для давлений 40, 60, 80 и 100 МПа.
5. Засыпать навеску сушенки в матрицу 2 и измерить с помощью штангенциркуля 5 высоту слоя H_1 сушенки в матрице.
6. Произвести прессование сушенки при давлении $p = 40$ МПа и измерить высоту брикета H_2 в сжатом состоянии. Опыт повторить трехкратно.
7. Аналогично произвести прессование сушенки при давлениях 60, 80 и 100 МПа.
8. Результаты измерений занести в таблицу.
9. Отобрать образец фрезерного торфа верхового типа массой 1,5–2 кг и повторить опыты таким же образом.

Обработка опытных данных

1. По полученным результатам измерений определить средние значения $H_{1\text{ ср}}$ и $H_{2\text{ ср}}$ для всех давлений прессования и рассчитать коэффициент уплотнения торфа K_y .
2. Построить график зависимости коэффициента уплотнения торфа от давления прессования для низинного и верхового типов.

Таблица

Результаты измерений и расчетов

Тип торфа

Степень разложения $R = \dots\dots\dots\%$

Влажность $W = \dots\dots\dots\%$

№ опыта	Давление прессования p , МПа	Начальная высота слоя торфа H_1 , мм				Высота брикета в сжатом состоянии H_2 , мм				Коэффициент уплотнения K_y
		1	2	3	ср.	1	2	3	ср.	
	40									
	60									
	80									
	100									

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема опытной установки.
3. Расчетные формулы.
4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Выводы.

Лабораторная работа № 6

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОРГАНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛЕ ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

Цель работы: изучение механизмов влагоотдачи сыпучих материалов в поле действия центробежных сил; определение зависимости влияния основных параметров центрифугирования (частоты вращения ротора и времени центрифугирования) на изменение влажности материалов.

Теоретические сведения

При центробежном фильтровании происходит частичное разделение жидкой среды и твердой фазы за счет действия центробежных сил. При этом твердая фаза задерживается на роторе, а дисперсионная среда проходит через фильтрующие отверстия. В центрифугах можно обрабатывать разные материалы с размерами частиц

1000 мкм и выше. Процесс центрифугирования осуществляется путем перетекания жидкости через пористую структуру, т. е. происходит процесс механической сушки осадка. Поэтому процесс центробежной фильтрации можно разделить на три периода: образование осадка, его уплотнение, механическая сушка осадка.

При центробежном обезвоживании сложный процесс происходит на второй и третьей стадиях, т. е. при уплотнении осадка и его механической сушке. В результате действия на жидкость центробежных сил и давления она будет вытекать через отверстие в дне цилиндра. Деформация будет больше у пружин, находящихся ближе ко дну цилиндра, так как здесь они воспринимают нагрузку от всех выше расположенных поршней. В фугуемом осадке роль пружин и поршней играет его твердая фаза. Центробежная сила, развивающаяся в твердой фазе, все в меньшей степени передается на жидкую фазу, но зато возрастает давление частиц друг на друга (третья стадия). И наконец, наступает момент, когда центробежная сила, действующая на частицы, полностью уравновешивается на них, чему соответствует окончание деформации пружин модели процесса. При этом частицы образуют наиболее плотную упаковку и обезвоживание продукции в дальнейшем является не эффективным.

Осадок, образующийся на фильтрующем роторе, имеет неодинаковую влажность по толщине слоя. В процессе его образования (первый период) за счет воздействия силового поля происходит уменьшение объема пор массы и выжимания жидкой фазы с них. В процессе сжатия происходит увеличение точек касания между частицами. Через них давление передается от частицы к частице, что приводит к увеличению сил взаимодействия в твердой фазе.

Установка для обезвоживания состоит из электродвигателя, конусного вала, роторов, электронной части.

Вращение с вала электродвигателя на конусный вал ротора передается с помощью полужесткой муфты.

На конусный вал можно установить сменные роторы с различными диаметрами. Электродвигатель установлен на резиновый подпятник, а сверху поддерживается резиновой диафрагмой. Это позволяет приводу с ротором самоустанавливаться в определенной плоскости и гасить вибрацию.

Порядок выполнения работы

А) Влияние частоты вращения ротора на изменение влажности сыпучих материалов.

1. Определяют влажность исследуемого материала (табл. 1).
2. Пробы материала помещаются в предварительно взвешенный патрон с сетчатым дном.
3. Взвешенные патроны помещают в пробирки и вставляют в гнезда ротора центрифуги.
4. Включают центрифугу и в течение постоянного времени (1 минута) производят обезвоживание при различных частотах вращения ротора.
5. По окончании центрифугирования патроны снова взвешивают.
6. Влажность материала после центрифугирования определяют по формуле

$$W_2 = 100 - \frac{M_1}{M_2} (100 - W_1) ,$$

где M_1 – масса до обезвоживания, г;

M_2 – масса после обезвоживания, г;

W_1 – начальная влажность, %.

7. Результаты опытов заносят в табл. 2. Подсчитывают потерю влаги между опытами и общую потерю. По результатам строят зависимость изменений влажности и потери влаги от частоты вращения ротора, подбирают математическую формулу зависимости, определяют коэффициент корреляции, ошибку коэффициента корреляции. Делают вывод.

Б) Влияние времени центрифугирования на изменение влажности материалов.

Опыт проводят при постоянной частоте вращения ротора. Их последовательность соответствует пункту А. По результатам опытов заполняют табл. 2 и 3, строят зависимости изменения влажности, потери влаги от времени центрифугирования, методом выравнивания подбирают эмпирическую формулу, рассчитывают коэффициент корреляции, делают вывод.

Таблица 1

Данные для определения влажности

№ чашки	Масса чашки, г	Масса чашки с песком, г	Масса навески песка, г	Масса чашки с песком после сушки, г	Масса воды, г	Масса сухого вещества (песка), г	W, %	W, %

Таблица 2

Результаты опытов по влиянию частоты вращения ротора на изменение влажности

№ патрона	Частота вращения ротора	Масса патрона, г	Масса патрона до обезвоживания, г	Масса материала до обезвоживания, г	Масса патрона после обезвоживания, г	Масса материала после обезвоживания, г	Потеря влаги между опытами, г	Общая потеря влаги, г	Конечная влажность W, %	Примечания

Таблица 3

Результаты опытов по влиянию времени центрифугирования на изменение влажности материала

№ патрона	Время центрифугирования, минуты	Масса патрона, г	Масса патрона, г		Масса материала, г		Потеря влаги между опытами, г	Общая потеря влаги, г	Конечная влажность, %	Примечания
			до обезвоживания	после обезвоживания	до обезвоживания	после обезвоживания				

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема опытной установки.
3. Расчетные формулы.

4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Выводы.

Литература

1. Березовский, Н. И. Добыча и переработка горных пород : Осадочные горные породы / Н. И. Березовский, Б. А. Богатов. – Минск : БНТУ, 2005. – 138 с.
2. Никифоров, В. А. Разработка торфяных месторождений и механическая переработка торфа / В. А. Никифоров. – Минск : Вышэйшая школа, 1977. – 180 с.
3. Кислов, Н. В. Машины фрезерного способа добычи торфа: учебное пособие / Н. В. Кислов, В. В. Шавель. – Минск : БПИ, 1984. – 92 с.
4. Горфин, О. С. Технология переработки торфа : учебное пособие для вузов / О. С. Гофрин, В. С. Зайцев. – М. : Недра, 1986. – 248 с.
5. Справочник по торфу / под редакцией А. В. Лазарева. – М. : Недра, 1982. – 760 с.
6. Богатов, Б. А. Технология и комплексная механизация торфяного производства / Б. А. Богатов, В. А. Никифоров. – Минск : Наука и техника, 1988. – 463 с.
7. Булышко, М. Г. Технология торфобрикетного производства / М. Г. Булышко, Е. Е. Петровский. – М. : Недра, 1988. – 312 с.
8. Нормы технологического проектирования калийной и соляной промышленности: в 2 ч. – Минск : Белнефтепром, 1996. – Ч. 2 : Флотационные и галургические обогатительные фабрики / ред. комиссия: М. Ф. Блюм [и др.]. – 233 с.
9. Печковский, В. В. Технология калийных удобрений / В. В. Печковский. – Минск : Вышэйшая школа, 1978. – 301 с.
10. Разумов, К. А. Проектирование обогатительных фабрик / К. А. Разумов. – М. : Недра, 1982. – 387 с.
11. Березовский, Н. И. Горнотранспортные машины и подъемные механизмы : методические указания по курсовому проектированию / Н. И. Березовский, А. В. Нагорский, Д. И. Ширяев. – Минск : БНТУ, 2010. – 40 с.
12. Рухля, И. Е. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых / И. Е. Рухля. – Минск : БНТУ, 2009. – 58 с.

Учебное издание

**ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА
ГОРНЫХ ПОРОД**

*Лабораторный практикум
для студентов специальностей*

*7-36 10 01 «Горные машины и оборудование»
и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства»*

Составители :

БЕРЕЗОВСКИЙ Николай Иванович
РУХЛЯ Иван Емельянович
ЦЫБУЛЕНКО Петр Васильевич
НАГОРСКИЙ Александр Васильевич

Редактор *Т. В. Грищенкова*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 01.11.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 1,57. Уч.-изд. л. 1,23. Тираж 100. Заказ 788.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.