МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Кафедра Охраны труда и окружающей
среды

«Физико-химические процессы рециклинга и регенерации твердых отходов»

Методические указания по выполнению практических работ

Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Профиль подготовки «Производственная безопасность»,
Форма обучения - очная, очно-заочная

Тула 2018

Разработал А.Ф.Симанкин, канд. техн. наук, профессор

Рассмотрено на заседании кафедры АОТиОС
Протокол №___от_____2018 г.

Зав. кафедрой ОТиОС, д.т.н., проф.
В.М.Панарин

Нормоконтролер,
ответственный за стандартизацию
на кафедре

Содержание

Лабораторно-практическая работа №1. Определение класса опасности смешанных отходов

1. Цель и задачи работы. Целью работы является ознакомление с методами определения класса опасности состава твердых отходов по критериям опасности для окружающей природной среды.

2. Задачи работы:

- ознакомиться с нормативными показателями класса опасности для окружающей природной среды
- определить класс опасности для окружающей природной среды твердых отходов сложного состава

3. Общая часть

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды может быть выполнено расчетным и эмпирическим методами.

3.1. Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды расчетным методом

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании показателя (К), характеризующего степень опасности отхода при его воздействии на ОПС, рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход (далее компоненты отхода), для ОПС ($К_i$).

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывается как соотношение концентраций компонентов отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности для ОПС (W_i); коэффициентом степени опасности компонента отхода для ОПС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействий на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается как мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

N п/п	ПЕРВИЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПАСНОСТИ КОМПОНЕНТА ОТХОДА	СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ КОМПОНЕНТА ОТХОДА ДЛЯ ОПС ПО КАЖДОМУ КОМПОНЕНТУ ОТХОДА			
		1	2	3	4
1.	ПДКп <*> (ОДК <**>), мг/кг	< 1	1 - 10	10.1 - 100	> 100
2.	Класс опасности в почве	1	2	3	не установ.
3.	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	< 0,01	0,01 - 0,1	0,11 - 1	> 1
4.	Класс опасности в воде хозяйственно - питьевого использования	1	2	3	4
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	< 0,001	0,001 - 0,1	0,011 - 0,1	> 0,1
6.	Класс опасности в воде рыбохозяйствен-ного использования	1	2	3	4
7.	ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м^3	< 0,01	0,01 - 0,1	0,11 - 1	> 1
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9.	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	< 0,01	0,01 - 1	1,1 - 10	> 10
10.	Lg (S, мг/л / ПДКв, мг/л) <***>	> 5	5 - 2	1.9 - 1	< 1
11.	Lg (Снас, мг/м^3 / ПДКр.з)	> 5	5 - 2	1.9 - 1	< 1
12.	Lg (Снас, мг/м^3 / ПДКс.с. или ПДКм.р.)	> 7	7 - 3.9	3,8 - 1,6	< 1,6
13.	lg Kow (октанол / вода)	> 4	4 - 2	1,9 - 0	< 0
14.	LD50, мг/кг	< 15	15 - 150	151 - 5000	> 5000
15.	LC50, мг/м^3	< 500	500 - 5000	5001 - 50000	> 50000
16.	LC50 $_{водн.}$, мг/л / 96 ч	< 1	1 - 5	5,1 - 100	> 100

17.	БД = $БПК_5$ / ХПК 100%	< 0,1	0,01 - 1,0	1,0 - 10	> 10
18.	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продук-тов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Нет накопления
	БАЛЛ	1	2	3	4

<*> Используемые сокращения приведены в Приложении 1.

<**> В случаях отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках.

<***> Если S = бесконечности, то lg (S / ПДК) = 1, если S = 0, то lg (S / ПДК) = 0.

В перечень показателей, используемых для расчета W_i, включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путем деления числа установленных показателей (n) на 12 (N - количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС).

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения:

ДИАПАЗОНЫ изменения показателя информационного обеспечения (n / N)	БАЛЛ
< 0,5 (n < 6)	1
0,5 - 0,7 (n = 6 - 8)	2
0,71 - 0,9 (n = 9 - 10)	3
> 0,9 (n > 11)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4 / Z_i; & \text{Для } 1 < Z_i < 2 \\ Z_i; & \text{Для } 2 < Z_i < 4 \\ 2 + 4 / (6 - Z_i), \text{ где} & \text{Для } 4 < Z_i < 5 \end{cases}$$

$$Z_i = 4 X_i / 3 - 1 / 3.$$

Коэффициенты (W_i) для наиболее распространенных компонентов опасных отходов приведены в Приложении 2.

Показатель степени опасности компонента отхода для ОПС K_i рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i / W_i, \text{ где}$$

C_i - концентрация i-го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

W_i - коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС (мг/кг).

$$K = K_1 + K_2 + ... + K_n, \text{ где}$$

K - показатель степени опасности отхода для ОПС;

K_1, K_2, ... K_n - показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i), равным 1E6.

Компоненты отходов природного органического происхождения, состоящие из таких соединений как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), то есть веществ, встречающихся в живой природе, относятся к классу практически неопасных компонентов

со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i),равным 1Е6.

Для остальных компонентов отходов показатель степени опасности для ОПС рассчитывается по вышеустановленному порядку (пункты 7 - 12).

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

КЛАСС ОПАСНОСТИ ОТХОДА	СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ ОТХОДА ДЛЯ ОПС (K)
I	1E6 >= K > 1E4
II	1E4 >= K > 1E3
III	1E3 >= K > 1E2
IV	1E2 >= K > 10
V	K <= 10

Пример расчета

Например, имеется отход следующего состава

Компонент	Сод., %	C_i (мг/кг)
Медь	0.10	1000
Нефтепродукты	15.00	150000
Вода	84.75	847500
Цинк	0.05	500
Железо металлическое	0.10	1000

Для расчета класса опасности используем данные по ПДК для ряда веществ и табличные данные «Критериев…» Приложение 2 (для меди, цинка).

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред.

Первичные показатели опасности компонента: Медь /Прил.2,"Критерии"/

N п/п	Наименование первичного показателя опасности компонента отхода	Значение показателя опасности по данному компоненту отхода	Балл	Использованная литература, № по перечню
1.	ПДКп (ОДК*), мг/кг	3.000000	2	[1]
2.	Класс опасности в почве	2	2	[2]
3.	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	1.000000	3	[6]
4.	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	3	3	[6]
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0.00100	2	[12]

6.	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	3	3	[12]
7.	ПДКс.с. (ПДКм.р.,ОБУВ), мг/м3	0.002000	1	[10]
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	2	2	[10]
9.	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	0.500	2	[45]
10.	Lg(S, мг/л/ПДКв,мг.л)**	6.00	1	-
11.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКр.з)	-	-	-
12.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКс.с. или ПДКм.р.)	-	-	-
13.	lg K_{ow}(октанол/вода)	-	-	-
14.	LD_{50}, мг/кг	-	-	-
15.	LC_{50}, мг/м3	-	-	-
16.	$LC_{50}^{водн}$, мг/л/96ч	-	-	-
17.	БД=$БПК_5$/ХПК 100%	-	-	-
18.	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	-	-	-
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	-	-	-
20.	Информационное обеспечение	0.8	3	-

Первичные показатели опасности компонента: Цинк /Прил.2 "Критерии"/

N п/п	Наименование первичного показателя опасности компонента отхода	Значение показателя опасности по данному компоненту отхода	Балл	Использованная литература, № по перечню
1.	ПДКп (ОДК*), мг/кг	23.000000	3	[1]
2.	Класс опасности в почве	1	1	[2]
3.	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	1.000000	3	[6]
4.	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	3	3	[6]
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0.01000	2	[12]
6.	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	3	3	[12]
7.	ПДКс.с. (ПДКм.р.,ОБУВ), мг/м3	0.005000	1	[10]
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	3	3	[10]

9.	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	3.000	3	[14]
10.	Lg(S, мг/л/ПДКв,мг.л)**	5.48	1	-
11.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКр.з)	-	-	-
12.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКс.с. или ПДКм.р.)	-	-	-
13.	lg K_{ow}(октанол/вода)	-	-	-
14.	LD_{50}, мг/кг	-	-	-
15.	LC_{50}, мг/м3	-	-	-
16.	$LC_{50}^{водн}$, мг/л/96ч	-	-	-
17.	БД=$БПК_5$/ХПК 100%	-	-	-
18.	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	-	-	-
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	-	-	-
20.	Информационное обеспечение	0.8	3	-

Первичные показатели опасности компонента: Нефтепродукты

N п/п	Наименование первичного показателя опасности компонента отхода	Значение показателя опасности по данному компоненту отхода	Балл	Использованная литература, № по перечню
1.	ПДКп (ОДК*), мг/кг	1000.000000	4	[12]
2.	Класс опасности в почве	-	-	-
3.	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	0.300000	3	[6]
4.	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	4	4	[6]
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0.05000	3	[12]
6.	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	3	3	[12]
7.	ПДКс.с. (ПДКм.р.,ОБУВ), мг/м3	0.050000	2	[11]
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	-	-	-
9.	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	-	-	-
10.	Lg(S, мг/л/ПДКв,мг.л)**	-	-	-
11.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКр.з)	-	-	-
12.	Lg($C_{нас}$, мг/м^3/ПДКс.с. или ПДКм.р.)	-	-	-
13.	lg K_{ow}(октанол/вода)	-	-	-
14.	LD_{50}, мг/кг	28350.00	4	[36]
15.	LC_{50}, мг/м3	-	-	-
16.	$LC_{50}^{водн}$, мг/л/96ч	-	-	-
17.	БД=$БПК_5$/ХПК 100%	-	-	-
18.	Персистентность (трансформация в	-	-	-

	окружающей природной среде)			
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	-	-	-
20.	Информационное обеспечение	0.6	2	-

В соответствии с "Критериями..." компонент: Железо метал. /п.13,"Критерии/ практически не опасен, принимаем относительный параметр опасности компонента X=4, коэффициент степени опасности W=1000000.

В соответствии с "Критериями..." компонент: Вода /п.13,"Критерии"/ практически не опасен, принимаем относительный параметр опасности компонента X=4, коэффициент степени опасности W=1000000.

Показатель Ki степени опасности компонента отхода для ОПС рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i / W_i,$$

где C_i — концентрация i-того компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

W_i — коэффициент степени опасности i-того компонента опасного отхода — условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативных воздействий на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается как мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред.

Результаты расчетов сведем в таблицу

Компонент	Сод., %	Ci(мг/кг)	n	Xi	Zi	lgWi	Wi (мг/кг)	Ki
Медь /Прил.2,"Критерии"/	0.10	1000	10	2.170000	2.560000	2.560000	358.900	2.786
Нефтепродукты	15.00	150000	7	3.125000	3.833333	3.833333	6812.921	22.017
Вода /п.13,"Критерии"/	84.75	847500	-	4.000000	0.000000	6.000000	1000000.000	0.848
Цинк /Прил.2 "Критерии"/	0.05	500	10	2.250000	2.670000	2.670000	463.400	1.079
Железо метал./п.13,"Критерии/	0.10	1000	7	4.000000	0.000000	6.000000	1000000.000	0.001

Суммарный % 100.00

Показатель K степени опасности отхода для окружающей природной среды (далее — ОПС) рассчитывают по следующей формуле:

$$K = K_1 + K_2 + \ldots\ldots\ldots + K_n,$$

где K — показатель степени опасности отхода для ОПС;

K_1, K_2, K_n — показатели степени опасности отдельных компонентов опасного отхода для ОПС.

n — количество установленных первичных показателей опасности компонента отхода.

Показатель К степени опасности отхода: 26.731

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей:

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (К)
I	$10^6 >= K > 10^4$
II	$10^4 >= K > 10^3$
III	$10^3 >= K > 10^2$
IV	$10^2 >= K > 10$
V	K <= 10

Значение К, равное 26,731 находится в пределах 10 – 100, т.е. класс опасности отхода: "IV"

4. Выполнение работы

1. Из данных отчета по практике выбрать два вида отходов основного производства (например, доменное производство, гальванопроизводство, осадки очистных сооружений и т.п.), установить химический состав отходов в массовых долях.
2. Собрать данные по предельно допустимым концентрациям в воздухе, воде, почве по веществам (элементам) и установить число баллов
3. Рассчитать класс опасности отходов
4. Получить задание у преподавателя по учебно-тренировочным расчетам класса опасности отходов сложного состава

Приложение 1

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ПДКп (мг/кг)	предельно - допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	ориентировочно - допустимая концентрация
ПДКв (мг/л)	предельно - допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно - питьевого и культурно - бытового водопользования
ОДУ	ориентировочно - допустимый уровень
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДКр.х. (мг/л)	предельно - допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДКс.с. (мг/м^3)	предельно - допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДКм.р. (мг/м^3)	предельно - допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДКр.з. (мг/м^3)	предельно - допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	максимально допустимое содержание
МДУ	максимально допустимый уровень
S (мг/л)	растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 град. С
$C_{нас}$ (мг/м^3)	насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 град. С и нормальном давлении
K_{ow}	коэффициент распределения в системе октанол / вода при 20 град. С
LD50 (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
$LD_{кожи}$ 50 (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC50 (мг/м^3)	средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	биологическая диссимиляция

Приложение 2

КОЭФФИЦИЕНТЫ W
ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

НАИМЕНОВАНИЕ КОМПОНЕНТА	Xi	Zi	lgWi	Wi
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)-пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(n)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфтатат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлор-этан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
N-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	1000
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Лабораторно-практическая работа №2. Исследование возможности деструкции отходов в процессе хранения

1. Цель работы. Изучение методики расчета условий нарушения равновесия вещества отходов в процессе их образования и хранения

2. Задачи работы.

Ознакомиться с методами расчета равновесия в искусственных минералах, образующихся в шлаках металлургии.

Определить качественные характеристики и направление реакций смещения равновесия.

Определить количественные характеристики процесса смещения равновесия: константы равновесия, температуру кристаллизации, значения изобарного потенциала и др.

3. Общие сведения

Для выявления возможности протекания тех или иных химических реакций в веществе отхода привлекается различный аппарат, в том числе и термохимические реакции. Основные принципы термохимических реакций были изложены еще в XIX веке российским академиком Гессом: тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния веществ и не зависит от промежуточных стадий процесса.

Пример: раствор Na_2SO_4 можно получить за счет химической реакции $NaOH + H_2SO_4$ двумя путями:

1. $NaOH + H_2SO_4 = NaHSO_4 + H_2O + Q_1$

2. $NaOH + H_2SO_4 = NaHSO_4 + H_2O + Q_{2/1}$

$NaOH + NaHSO_4 = Na_2SO4 + H_2O + Q_{2/2}$

$Q_1 = 131{,}4$ кДж; $Q_{2/1} = 61{,}7$ кДж; $Q_{2/2} = 69{,}7$ кДж, отсюда следует, что сумма $Q_{2/1} + Q_{2/2} = 131{,}4$ кДж.

Самопроизвольное протекание изобарно-изотермического процесса определяется двумя факторами: энтальпийным, связанным с уменьшением энтальпии системы (ΔH), и энтропийным $T\Delta S$, обусловленным увеличением беспорядка в системе вследствие роста ее энтропии. Разность этих термодинамических факторов является функцией состояния системы, называемой изобарно-изотермическим потенциалом или свободной энергией Гиббса (G, кДж).

Изобарно-изотермический потенциал или свободная энергия при постоянном давлении (энергия Гиббса) связаны с энтальпией, энтропией и температурой соотношением:

$$DG = DH - TDS \quad , \quad (1)$$

где H – энтальпия,

S- энтропия,

T – температура процесса.

Стандартная свободная энергия ΔF^o – это энергия, которая необходима для реакции от столкновения (соударения) частиц,

приведенная к стандартным выбранным параметрам: p = 1 атм, t = 25° C = 298 K.

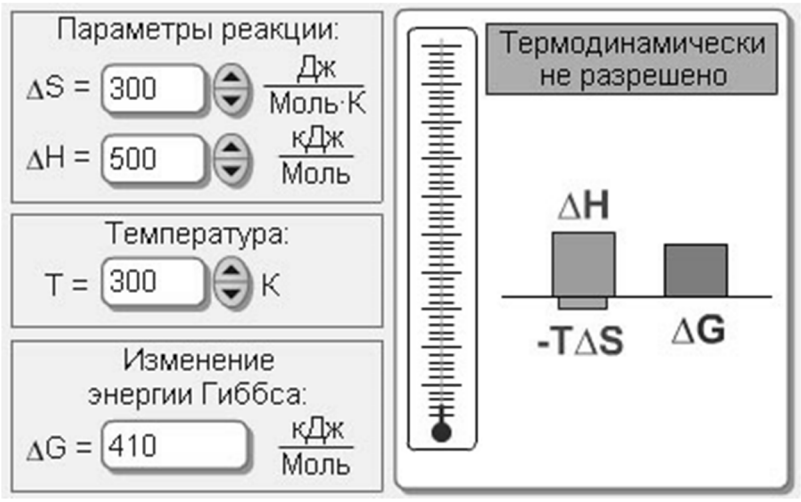


Рис. 1. Модель - Энергия Гиббса.

При ΔG < 0 реакция термодинамически разрешена и система стремится к достижению условия ΔG = 0, при котором наступает равновесное состояние обратимого процесса; ΔG > 0 указывает на то, что процесс термодинамически запрещен (рис. 2).

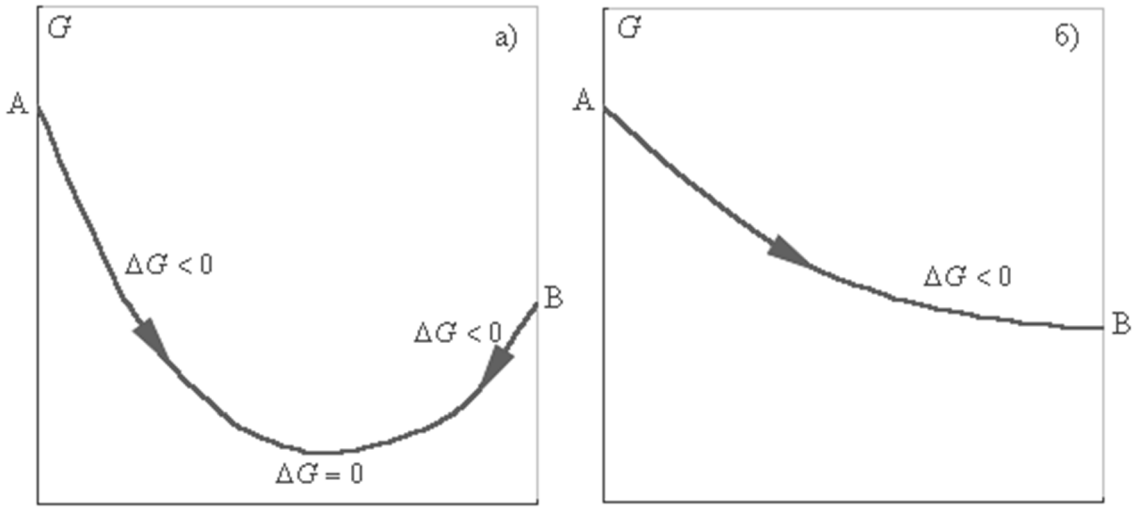


Рис. 2
Изменение энергии Гиббса:
а – обратимый процесс; б – необратимый процесс.

Записав уравнение (1) в виде ΔH = ΔG + TΔS, получим, что энтальпия реакции включает свободную энергию Гиббса и «несвободную» энергию ΔS · T. Энергия Гиббса, представляющая собой убыль изобарного (P = const) потенциала, равна максимальной

полезной работе. Уменьшаясь с течением химического процесса, ΔG достигает минимума в момент равновесия (ΔG = 0). Второе слагаемое ΔS · T (энтропийный фактор) представляет ту часть энергии системы, которая при данной температуре не может быть превращена в работу. Эта связанная энергия способна лишь рассеиваться в окружающую среду в виде тепла (рост хаотичности системы).

Итак, в химических процессах одновременно изменяются энергетический запас системы (энтальпийный фактор) и степень ее беспорядка (энтропийный фактор, не совершающая работу энергия).

Анализ уравнения (1) позволяет установить, какой из факторов, составляющих энергию Гиббса, ответственен за направление протекания химической реакции, энтальпийный (ΔH) или энтропийный (ΔS · T).

- Если ΔH < 0 и ΔS > 0, то всегда ΔG < 0 и реакция возможна при любой температуре.
- Если ΔH > 0 и ΔS < 0, то всегда ΔG > 0, и реакция с поглощением теплоты и уменьшением энтропии невозможна ни при каких условиях.
- В остальных случаях (ΔH < 0, ΔS < 0 и ΔH > 0, ΔS > 0) знак ΔG зависит от соотношения ΔH и TΔS. Реакция возможна, если она сопровождается уменьшением изобарного потенциала; при комнатной температуре, когда значение T невелико, значение TΔS также невелико, и обычно изменение энтальпии больше TΔS. Поэтому большинство реакций, протекающих при комнатной температуре, экзотермичны. Чем выше температура, тем больше TΔS, и даже эндотермические реакции становятся осуществляемыми.

Проиллюстрируем эти четыре случая соответствующими реакциями:

1	$\Delta H < 0$ $\Delta S > 0$ $\Delta G < 0$	$C_2H_5–O–C_2H_5 + 6O_2 = 4CO_2 + 5H_2O$ (реакция возможна при любой температуре)
2	$\Delta H > 0$ $\Delta S < 0$ $\Delta G > 0$	реакция невозможна
3	$\Delta H < 0$ $\Delta S < 0$ $\Delta G > 0, \Delta G < 0$	$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ (возможна при низкой температуре)
4	$\Delta H > 0$ $\Delta S > 0$ $\Delta G > 0, \Delta G < 0$	$N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$ (возможна при высокой температуре).

Для оценки знака ΔG реакции важно знать величины ΔH и ΔS наиболее типичных процессов. ΔH образования сложных веществ и ΔH реакции лежат в пределах 80–800 кДж·моль$^{-1}$. Энтальпия реакции

сгорания $\Delta H^o_{сгор}$ всегда отрицательна и составляет тысячи кДж·моль$^{-1}$. Энтальпии фазовых переходов обычно меньше энтальпий образования и химической реакции $\Delta H_{пар}$ – десятки кДж·моль$^{-1}$, $\Delta H_{крист}$ и $\Delta H_{плавл}$ равны 5–25 кДж·моль$^{-1}$.

Зависимость ΔH от температуры выражается соотношением $\Delta H_T = \Delta H^o + \Delta C_p \cdot \Delta T$, где ΔC_p – изменение теплоемкости системы. Если в интервале температур 298 К – Т реагенты не претерпевают фазовых превращений, то $\Delta C_p = 0$, и для расчетов можно пользоваться значениями ΔH^o.

Энтропия индивидуальных веществ всегда больше нуля и составляет от десятков до сотен Дж·моль$^{-1}$К$^{-1}$ (табл. 4.1). Знак ΔG определяет направление реального процесса. Однако для оценки осуществимости процесса обычно пользуются значениями стандартной энергии Гиббса ΔG^o. Величина ΔG^o не может использоваться в качестве критерия вероятности в эндотермических процессах со значительным возрастанием энтропии (фазовые переходы, реакции термического разложения с образованием газообразных веществ и др.). Такие процессы могут быть осуществлены за счет энтропийного фактора при условии $T \geq \frac{\Delta H^o}{\Delta S^o}$.

Для твердых растворов, которые образуются, например, при получении черных металлов, термохимические реакции могут быть использованы для выявления возможных направлений реакции (привлекаемые термины: теплоты образования, стандартная теплота образования, устойчивость продуктов реакции относительно реагентов и наоборот и др.).

Преимуществом приближенных методов расчета равновесия является малая трудоемкость по сравнению с точными расчетами и большая доступность в практической работе.

По закону сохранения массы и вещества известно понятие константы скорости реакции:

$$A + B = C + D \qquad (2)$$

$$K = [C]^c \cdot [D]^d / [A]^a \cdot [B]^b \qquad (3)$$

Допустим, исследователь предполагает, что, либо в домне, либо на поверхности отвала может идти следующая реакция:

$$MnO + CaCO_3 = CaO + MnCO$$

В этом случае либо рассчитывается константа, либо термохимическая реакция пишется в виде суммы стандартных теплот образования:

$$\Sigma F°_{продуктов} - \Sigma F°_{исходных\ веществ} = \Delta F°_{реакции} \qquad (4)$$

Равновесие достигается тогда, когда изменение свободной энергии реакции равно нулю. Если в реакции участвуют только чистые твердые вещества, то эти вещества обладают активностью, равной 1. Тогда

$A_{крист}$ « $B_{крист}$.

$DF_{реак} = DF^0_{реак} + RTln(a_в / a_а) = DF^0_{реак} + RTln1/1 = DF_{реак}$ (5)

Исследуя любую реакцию можно выяснить, являются ли предложенные реагенты устойчивым веществом, если твердые вещества находятся в стандартном состоянии. Если $DF°_{реакции}$ отрицательна, т.е. если происходит выделение энергии, то продукты устойчивы относительно реагентов, если $DF°_{реакции}$ положительна, то устойчивы реагенты.

При $DF°_{реакции} > 0$ реакция маловероятна.

В соответствии с законом действующих масс для произвольной реакции

a A + b B = c C + d D

уравнение скорости прямой реакции можно записать:

$$u_1 = k_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b, \qquad (6)$$

а для скорости обратной реакции:

$$u_2 = k_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d. \qquad (7)$$

По мере протекания реакции слева направо концентрации веществ A и B будут уменьшаться и скорость прямой реакции будет падать. С другой стороны, по мере накопления продуктов реакции C и D скорость реакции справа налево будет расти. Наступает момент, когда скорости υ_1 и υ_2 становятся одинаковыми, концентрации всех веществ остаются неизменными, следовательно,

$$k_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = k_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d,$$

Откуда $$K_c = \frac{k_1}{k_2} = C_C^c \cdot C_D^d / C_A^a \cdot C_B^b. \qquad (8)$$

Постоянная величина K_c, равная отношению констант скоростей прямой и обратной реакций, количественно описывает состояние равновесия через равновесные концентрации исходных веществ и продуктов их взаимодействия (в степени их стехиометрических коэффициентов) и называется константой равновесия. Константа равновесия является постоянной только для данной температуры, т.е.

$K_c = f(T)$. Константу равновесия химической реакции принято выражать отношением, в числителе которого стоит произведение равновесных молярных концентраций продуктов реакции, а в знаменателе – произведение концентраций исходных веществ.

Если компоненты реакции представляют собой смесь идеальных газов, то константа равновесия (K_p) выражается через парциальные давления компонентов:

$$K_p = P_C^c \cdot P_D^d / P_A^a \cdot P_B^b. \qquad (9)$$

Для перехода от K_p к K_c воспользуемся уравнением состояния $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$.

Поскольку $C = \frac{n}{V}$, то $P = C \cdot R \cdot T$. (10)

Тогда $K_p = K_c \times (R \times T)^{(c+d)-(a+b)}$. (11)

Из уравнения следует, что $K_p = K_c$ при условии, если реакция идет без изменения числа моль в газовой фазе, т.е. когда (c + d) = (a + b).

Если реакция (2) протекает самопроизвольно при постоянных P и T или V и T, то значения Δ G и Δ F этой реакции можно получить из уравнений:

$$\Delta F_p = 2{,}303 \times R \times T \times \left(\lg \frac{C_C^c \times C_D^d}{C_A^a \times C_B^b} - \lg K_C \right), \quad (12)$$

где C_A, C_B, C_C, C_D – неравновесные концентрации исходных веществ и продуктов реакции.

$$\Delta G = 2{,}303 \times R \times T \times \left(\lg \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b} - \lg K_P \right), \quad (13)$$

где P_A, P_B, P_C, P_D – парциальные давления исходных веществ и продуктов реакции.

Два последних уравнения называются уравнениями изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Это соотношение позволяет рассчитать значения Δ G и Δ F реакции, определить ее направление при различных концентрациях исходных веществ.

Необходимо отметить, что для газовых систем, как и для растворов, при участии в реакции твердых тел (т.е. для гетерогенных систем) концентрация твердой фазы не входит в выражение для константы равновесия, поскольку эта концентрация практически постоянна. Так, для реакции

2 CO (г) = CO 2 (г) + C (т)

константа равновесия записывается в виде

$$K_p = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}^2}. \quad (14)$$

Зависимость константы равновесия от температуры (для температуры T_2 относительно температуры T_1) выражается следующим уравнением Вант-Гоффа:

$$\lg \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \frac{\Delta H^0 \times (T_2 - T_1)}{2{,}303 \times R \times T_1 \times T_2}, \quad (15)$$

где Δ H_0 – тепловой эффект реакции.

Для эндотермической реакции (реакция идет с поглощением тепла) константа равновесия увеличивается с повышением температуры, система как бы сопротивляется нагреванию.

Если реакции идут в гетерогенной системе с участием газовой фазы и твердого вещества, то в константу равновесия вводится парциальное давление газовых компонентов:

Например, $K = [FeCO_3]/[FeO] \cdot p\,(CO_2)$

для реакции $FeO + CO_2 = FeCO_3$

$DF°_{Feco3} - DF°_{Feo} - DF°_{CO2} = DF°_{реакции}$

(-161,06) – (-58,4) –(-94,26) = - 8,4 ккал,

- $DF°_{реакции} = \Delta G = - RTlnK$,
- R = 0,001987 ккал/град (1,987 ккал/град),
- $- 8400 = - 1,987 \cdot 298 \cdot 2,303 lgK = 1,364\ lgK$,
- $lg\ K = 6,1$
- парциальное давление, необходимое для реакции $P_{CO2} = 10^{-6,1}$атм. (0,008%).

Если значение R дается в Дж, то R = 8,314 Дж.

Парциальное давление CO_2 в атмосфере $P_{атм} = 10^{-3,3}$ атм. (0,05%), следовательно, соединение FeO по отношению к сидериту неустойчиво. В естественных условиях будет происходить формирование сидерита.

Выполнение работы

- Определить направление реакции $CaO + SiO_2 = CaSiO_3$ при атмосферном давлении и стандартной температуре 25 ^{0}C
- Определить направление реакции $2CaO + SiO_2 = Ca_2SiO_4$ при атмосферном давлении и стандартной температуре 25 ^{0}C
- Определить направление реакции $FeSiO_3 = FeO + SiO_2$ при стандартных условиях
- Определить значение стандартной теплоты образования реакции $2CaO + Al_2O_3 + SiO_2 = Ca_2Al_2\ Si_2O_9$ при стандартной температуре 25 ^{0}C и атмосферном давлении
- Определить константу равновесия реакции $CaO + SiO_2 = CaSiO_3$ при атмосферном давлении и температуре 25^{o}C
- Построить график изменения константы равновесия предыдущей реакции от температуры 1550^{o}C до 800^{o}C.
- Определить устойчивость соединения Fe_2SiO_4 при стандартных условиях

Список литературы

1.Учебная книга по химии

2. Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст. Растворы, минералы, равновесия. – М.: «МИР», 1968. – 368 с.

3. А.Н. Крестовников, Л.М. Владимиров, Б.С. Гуляницкий, А.Я. Фишер. Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций (ускоренные методы). ГНТИ лит. по черн. и цв. металл., М. 1963, Металлургиздат – 416 с.

Приложение 1

Формула	Состояние, описание	$\Delta H^o_{обр}$, ккал	$S^o_{обр}$, кал/град	$\Delta F^o_{обр}$. ккал
Al_2O_3	Крист.	- 399,09	12,186	- 376,77
$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	Крист.			- 884,5
$Al_2O_3 \cdot SiO_2$	Крист.	- 39,3	22,3	
V_2O_5	Крист.			- 344,0
V_2O_4	Крист.			- 318,0
$Fe_{0,95}O$	Крист.	- 63,7	12,9	- 58,4
Fe_2O_3	Гематит	- 196,5	21,5	- 177,1
Fe_3O_4	Магнетит	- 267,0	35,0	- 242,4
$FeCO_3$	Сидерит	- 178,70	22,2	- 161,06
$FeSiO_3$	Тверд.	- 276	20,9	- 257
Fe_2SiO_4	Тверд.	- 343,7	35,4	- 319,8
$CaO \cdot Fe_2O_3$	Тверд.	- 398	34,7	
$2CaO \cdot Fe_2O_3$	Тверд.	- 7,4	45,1	
CaO	Кубич.Тв.	- 151,2	9,5	- 144,4
$CaCO_3$	Арагонит	- 288,45	21,2	- 269,53
$CaSiO_3$	Волластонит	- 377,4	20,9	- 357,4
$CaSiO_3$	β-модиф.	- 378,6	19,6	- 358,2
Ca_2SiO_4	γ-модиф.	- 538,0	37,6	- 512,7
$3CaO \cdot 2SiO_2$	Тверд.	- 47,52	50,4	
$3CaO \cdot SiO_2$	Тверд. β-модиф.	- 30,2	30,5	
$CaO \cdot 2Al_2O_3$	Тверд.	- 1,0	42,5	
$CaO \cdot Al_2O_3$	Тверд.	- 3,69	27,3	
$3CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$	диопсид	- 57,0		
SiO_2	кварц	- 205,4	10,0	- 192,4
SiO_2	Кристобалит	- 205,0	10,19	- 192,1
SiO_2	Тридимит	- 204,8	10,36	- 191,9
SiO_2	Стекловатый	- 202,5	11,2	- 190,9
MgO	Крист.	- 143,84	6,4	- 136,13
$MgCO_3$	Крист.	- 266	15,7	- 246
MnO	Крист.	- 92,0	14,4	- 86,8
Mn_2O_3	Крист.	- 232,1	22,1	- 212,3
$MnCO_3$	Крист.	- 212	23,8	- 194,3
$MnSiO_3$	Крист.	- 302,5	21,3	- 283,3
MoO_2	Крист.			- 120,0
MoO_3	Крист.	- 180,33	18,68	- 161,95
MoS_2	Крист.	- 55,5	15,1	- 53,8
Cr_2O_3	Крист.	- 269,7	19,4	- 250,2
ZnO	Крист.			- 76,88
$ZnSiO_3$	Крист.	- 294,6	21,4	- 274,8

Лабораторно-практическая работа №3. Определение физико-технических характеристик ВМР: определение влажности отходов, размокаемости массы отходов.

1. Цель и задачи работы. Целью работы является ознакомление с методами определения влажности и размокаемости массы отходов.
2. Задачи работы:

- ознакомиться с методами определения влажности землеподобной массы отходов;
- научиться операциям выполнения лабораторных исследований влажности материала;
- определить способность материала к размоканию;
- исследовать характер, форму, последовательность размокания;
- выполнить необходимые расчеты по заданию преподавателя.

3. Общие сведения.

Под влажностью отходов – вторичных материальных ресурсов (ВМР) понимают содержание в них того или иного количества воды. Различают весовую и объемную влажность. Весовой влажностью массы W называют отношение массы воды, содержащейся в отходах W_w, к массе отходов G_S, высушенных при температуре 100 – 105^0 С до постоянной массы, выраженное в в процентах. Под объемной влажностью понимают отношение объема воды, заключенной в отходах, к объему всех отходов, выраженное в в процентах.

Естественной влажностью массы отходов называют количество свободной и поверхностно связанной воды, содержащейся в порах и на поверхности отходов в условиях свободного воздействия атмосферы.

4. Способы определения влажности.

Влажность отходов может быть определена прямым и косвенными методами. Прямые методы заключаются в отгоне массы воды из материала в замкнутой системе с улавливанием воды. Косвенные методы осуществляются весовым, пикнометрическим, расчетным способами. Прямые методы требуют специальной аппаратуры, косвенные методы достаточно просты и надежны.

Определение влажности весовым способом.

Оборудование и материалы: весы аналитические, бюксы, анализируемое вещество, эксикатор, шпатели или ложечки, сушильный шкаф-термостат с регулируемой температурой.

Весы аналитические типа ВЛА 2-го класса точности, определяющие массу вещества с точностью до 0,01 г.

Особые требования

Ручку аррет ира следует поворачивать плавно и без рывков.

После взвешивания ничего не оставлять на чашках весов!

Эксикатор.

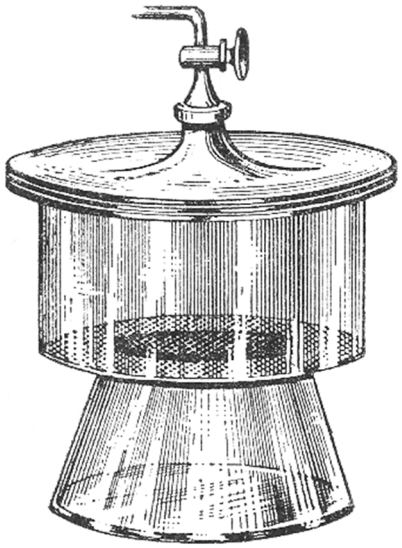


Рис. 1. Эксикатор с краном

Особые требования

Перед помещением проб кран открывается, после помещения проб и выравнивания температур кран закрывается. Крышку эксикатора открывают и закрывают вращением по часовой стрелке, придерживая одной рукой корпус эксикатора

Пробы до взвешивания и после взвешивания должны находиться в эксикаторе.

Сушильный шкаф (рис. 2). Для определения влажности материала обычно используется интервал температур в 105-110^{0}С. Для обеспечения и поддержания температуры на шкафу имеется ручка регулятора температуры. В корпусе прибора имеется специальное гнездо для термометра.

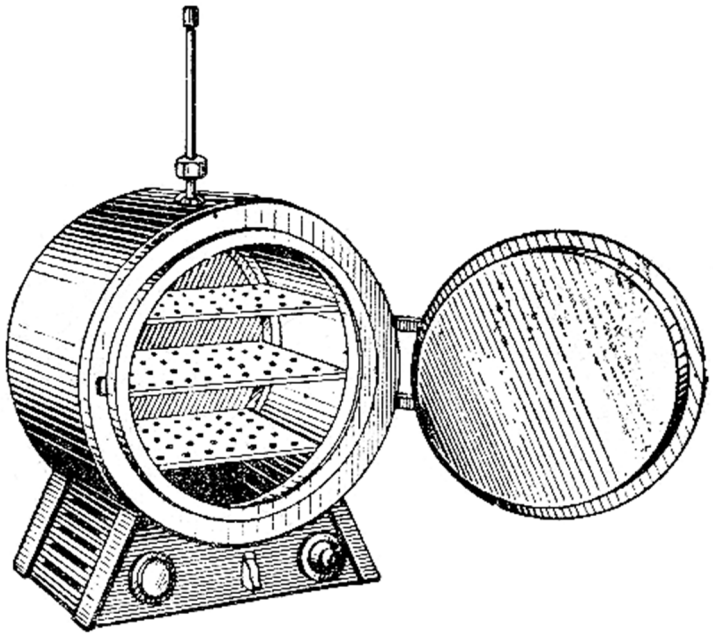


Рис. 2. Сушильный шкаф с терморегулятором

Порядок работы по определению влажности материала.

1. Взвесить бюкс с крышкой (g_0);
2. Подсушить материал отходов на воздухе, собрать

высушенный материал в конус и отквартовать его следующим образом. Конус материала пластиной разделить на две равные половины и затем снова разделить на две половины поперечным движением пластины. Взять материал из двух четвертей, противоположных друг другу, смешать и сделать конус. Снова выполнить квартование конуса, уменьшая пробу до той поры пока ее примерный вес не дойдет до 15 г при взвешивании на технических весах и 5 г при взвешивании на аналитических;

3. Взять пробу исследуемых отходов примерно в 10 г, поместить в бюкс и закрыть крышкой;

4. Бюкс с пробой взвесить (g_1), поставить в сушильный шкаф, открыть крышку, постепенно (в течение 1-2 ч) поднять температуру до 100-105^0 С и выдержать образец в шкафу при этой температуре в течение 5-6 ч.;

5. Закрыть в сушильном шкафу бюкс с высушенными отходами крышкой, перенести в эксикатор, на дне которого насыпан хлористый кальций или другое вещество, поглощающее пары воды, и дать остыть в течение 30-40 мин.;

6. Взвесить охлажденный бюкс с материалом, затем поставить в сушильный шкаф для дополнительного высушивания в течение 2 ч при температуре 100-105^0 С.;

7. Повторять операции, указанные в пп. 5 и 6, до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями станет не более 0,02 г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бюкса с пробой (g_2);

8. Вычислить влажность материала по формуле

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2 - g_0} 100\%, \qquad (1)$$

где g_1 – масса бюкса с крышкой и пробой до высушивания, г;

g_2 – то же, после высушивания до постоянной массы, г;

g_0 – масса бюкса с крышкой без грунта, г.5

9. Все взвешивания производить на технических весах с точностью до 0,01 г. Результаты вычисления выражать с точностью до 0,1.

10. Для каждого образца произвести не менее двух определений влажности и взять среднее арифметическое из результатов этих определений;

11. Данные анализа и вычислений занести в журнал в виде таблицы.

12. Пример расчета (табл.1)

Таблица 1

Журнал определения влажност и мат ериала весовым способом

№	Масса	Масса бюкса с	Масса бюкса с	Влажность

бюкса	бюкса, г	влажным материалом, г	высушенным материалом, г			материала, %
			I	II	III	
	G_0	G_1	G_2^1	G_2^{11}	G_2^{111}	$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2 - g_0} 100\%$
1	2	3	4	5	6	7
3	85,11	96,21	94,76	94,70	94,70	15,9

Определение влажности пикнометрическим методом.

Влажность отходов может быть определена с использованием прибора пикнометра (рис. 3).

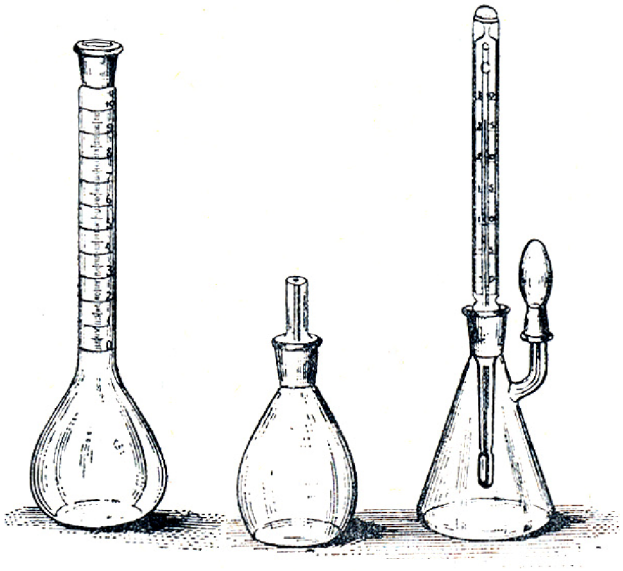


Рис. 3. Пикнометры

Суть метода заключается в том, что влажность материала определяется по отношению массы воды в материале к массе сухого материала. Метод достаточно хорошо просматривается из самого порядка определения.

Порядок определение влажности материала пикнометрическим методом.

1. Поместить анализируемый материал (10-15 г) в предварительно хорошо высушенный и взвешенный пикнометр (масса пикнометра g_0);
2. Взвесить пикнометр с материалом (g_1)
3. В пикнометр налить воды примерно до половины его объема и кипятить на песчаной бане в течение 30 мин для удаления воздуха (время считать от начала кипения);
4. Пикнометр остудить, довести уровень жидкости до мерной черты и определить массу пикнометра с водой и материалом (С);
5. Содержимое пикнометра вылить пикнометр тщательно промыть, налить чистой воды и взвесить (А);
6. Вычислить влажность образца.
7. Данные для расчета влажности образца занести в таблицу (см.

пример, табл. 2).

Таблица 2

Масса пикнометра, г	Масса пикнометра с материалом, г	Масса пикнометра с водой и материалом, г	Масса пикнометра с чистой водой, г	Масса влажного материала, г	Плотность материала, г/см^3	Масса воды в материале, г	Влажность материала, %
g_0	g_1	C	A	$B=g_1-g_0$	γ	$X=\frac{gA+B(g-1)-Cg}{g-1}$	$W=\frac{X}{B-X}100$
31,12	61,12	160,00	150,00	30,00	2,5	13,33	80,0

8. Арифметические подсчеты могут не производиться, если используется номограмма (рис. 4).

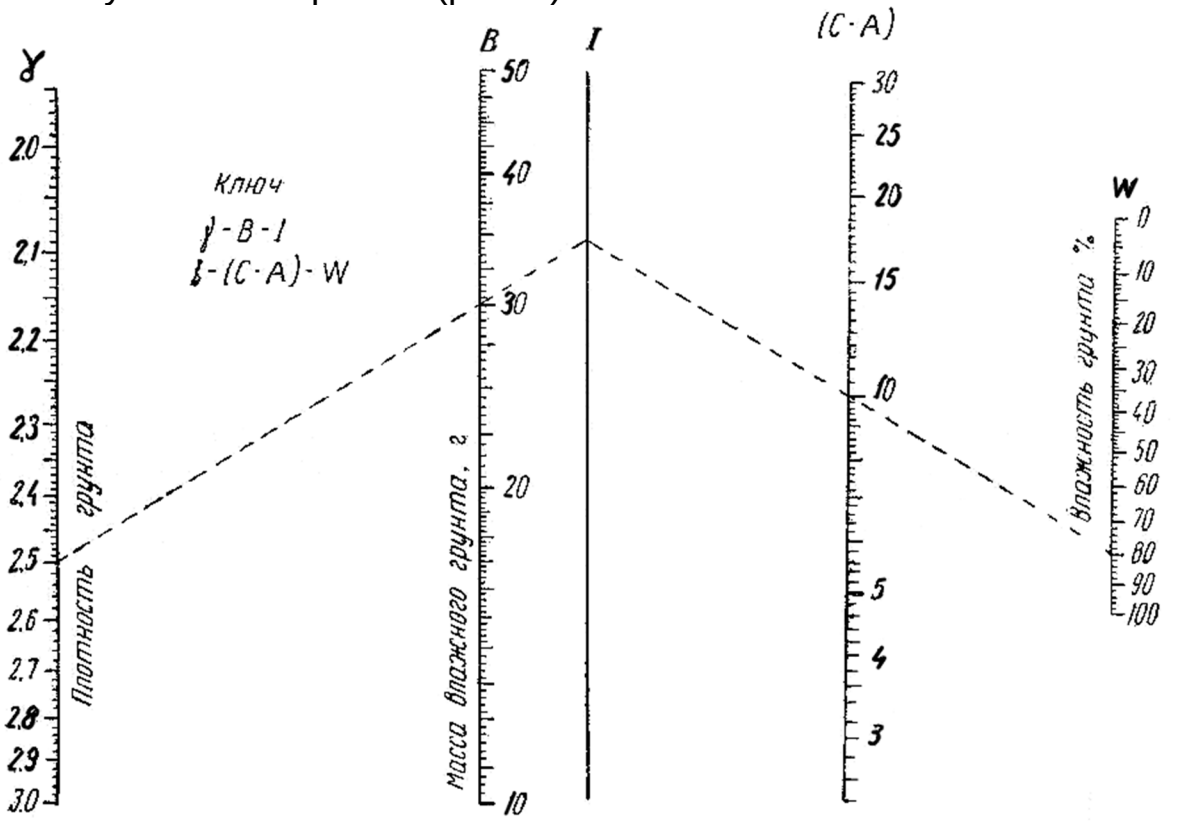


Рис.4. Номограмма для вычисления влажности

По приведенному в табл. 1 примеру γ = 2,5 г/см^3, B = 30,00 г, C – A = 10 г. Соединяя прямой отметку 2,5 шкалы γ с отметкой 30 шкалы B, получаем на пересечении со шкалой I точку. Эту точку соединяем с отметкой 10 шкалы (C – A) и в пересечении со шкалой W получаем

ответ W = 80%.

Определение размокаемости материала.

Под размокаемостью понимают способность материала при впитывании воды терять связность и превращаться в рыхлую массу с полной потерей несущей способности.

Размокаемость материала зависит от их состава, характера связей между частицами и начальной влажности. Величина размокаемости используется при оценке устойчивости откосов материала, хранимого на складах и подвергающихся воздействию атмосферных осадков. Определение скорости размокания представляет собой испытание на устойчивость грунта под водой.

Показателями размокаемости являются: время, в течение которого образец материала (грунта), помещенный в воду, теряет связность и распадается; характер распада (крупные и мелкие куски, волокна и т.д. Определение размокаемости производится на образцах с нарушенной и ненарушенной структурой в зависимости от целевого назначения работ.

Для определения размокаемости наиболее удачными являются приборы ПР конструкции Д.И. Знаменского – В.И. Хаустова (рис. 5) и прибор конструкции С.И. Синельщикова.

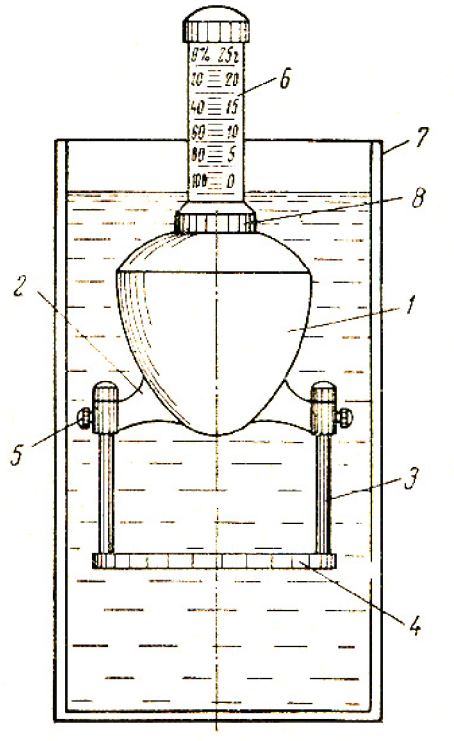


Рис. 5. Прибор ПР для определения размокаемости

Прибор состоит из полого металлического поплавка 1, в нижней части которого укреплены два кронштейна 2; на кронштейнах при помощи ножек 3 подвешена сетка 4 с квадратными отверстиями 1х1 см. Ножки закреплены винтами 5. В верхней части поплавка установлена трубка 6 с двумя шкалами, по которым можно определять величину размокания в процентах и по массе. При пользовании этими шкалами

прибор необходимо тарировать. Для этого надо налить в банку 7 до отметки, нанесенной на боковой поверхности воды естественного химического состава и погрузить прибор в банку. При несовпадении нижнего деления шкалы трубки с мениском воды надо отрегулировать положение трубки 6 с помощью гайки 8.

Для обычных опытов, при которых определяется только время полного размокания, тарировать прибор не нужно.

Порядок определения размокаемости. Оборудование: прибор ПР, секундомер.

1. На сетку прибора 4 поставить образец материала (грунта) с естественной влажностью и ненарушенной структурой размером 2,5 х 2,5 х 2,5 см. Одновременно из исследуемого образца отобрать пробу для определения начальной влажности.
2. Погрузить прибор с образцом в банку с водой и с помощью секундомера определить время, необходимое для распада образца.
3. В процессе опыта следить за характером распада: формой, размером и последовательностью распада структурных особенностей.
4. Момент распада считается достигнутым, когда образец полностью провалится сквозь сетку на дно банки. Если образец не размокнет, дать подробное описание его состояния в воде.

Форма отчетности по работе.

Заполненные таблица 1, 2, описание процесса размокаемости.

Практическая работа №4. Определение пористости массы отходов.

1. Цель и задачи работы. Целью работы является ознакомление с методами определения пористости массы отходов.

2. Задачи работы:

ознакомиться с методами определения пористости землеподобной массы отходов;

научиться операциям выполнения лабораторных исследований пористости материала;

выполнить расчет пористости и коэффициента пористости;

выполнить необходимые расчеты по заданию преподавателя.

3. Общие сведения

Пористость.

Под пористостью понимают наличие в массе отходов мелких пустот. Количественно пористость обычно выражают процентным отношением объема пустот V_n к общему объему V. Эту величину называют пористостью и обозначают через n. Кроме того, пористость массы отходов может характеризоваться отношением объема пустот V_n к объему твердой фазы V_s; эта величина называется коэффициентом пористости, или приведенной пористостью. И выражается обычно в долях единицы.

Величина пористости может быть выражена и по массе (весовая пористость) как отношение массы воды G_w, полностью заполняющей поры, к массе абсолютно сухого вещества G_s.

Для землеподобных (глинистых) отходов способов непосредственного лабораторного определения не существует. Пористость таких грунтов может определяться как для связных грунтов, т.е. по плотности и объемной массе. Для остальных типов отходов пористость может определяться и непосредственно, но обычно вычисляется по тем же формулам, что и пористость связных грунтов.

Формулы для определения пористости

$$n = \left(\frac{g - d}{g}\right)100, \quad (1)$$

с учетом весовой влажности $$n = \left[1 - \frac{D}{g(1+0{,}01W)}\right]100, \quad (2)$$

при выражении через коэффициент пористости $$n = \left(\frac{e}{1+e}\right)100, \quad (3)$$

коэффициент пористости $$e = \frac{g - d}{d}, \quad (4)$$

с учетом весовой влажности $$e = \frac{g(1+0{,}01W)}{D} - 1, \quad (5)$$

при выражении через пористость $$e = \frac{n}{100 - n}, \quad (6)$$

где n – пористость, %;W - весовая влажность, %;g - плотность

массы отходов, г/см^3; d - объемная масса, г/см^3; e - коэффициент пористости,D - объемная масса при влажности W, г/см^3.

Определение пористости и коэффициента пористости ускоряется с помощью номограмм В.А. Приклонского (см. рис.1), составленных применительно к формулам (2) и (5). В целях удобства и большей точности при пользовании составлены две номограммы: одна для значений объемной массы d от 0,75 до 1,50, другая для значений d от 1,50 до 2,25.

Ход определения.

Номограммы построены по следующему принципу. По оси абсцисс отложена плотность массы ВМР. По оси ординат отложена объемная масса твердой фазы ВМР. На пересечении координат, соответствующих значениям g и d, находят пористость по одной системе линий и коэффициент пористости – по другой.

Например, g = 2,40; d =1,00. Из точки, соответствующей d = 1,00, проводим линию, параллельную оси абсцисс; из точки на оси абсцисс, соответствующей значению g – 2,40, отсчитываемому слева-направо, проводим линию, параллельную оси ординат.

Полученная на пересечении этих линий точка лежит между линиями системы n, отвечающими значениям пористости 58 и 59%. Интерполируя, находим для данной точки значение n = 58,3%.

Для определения коэффициента пористости поступаем аналогично, но значение отсчитывает справа-налево. Полученная на пересечении этих линий точка лежит на линии системы n, соответствующей значению e = 1,40.Таким образом, искомые значения пористости и коэффициент пористости будут n = 58,3%; e = 1,40.

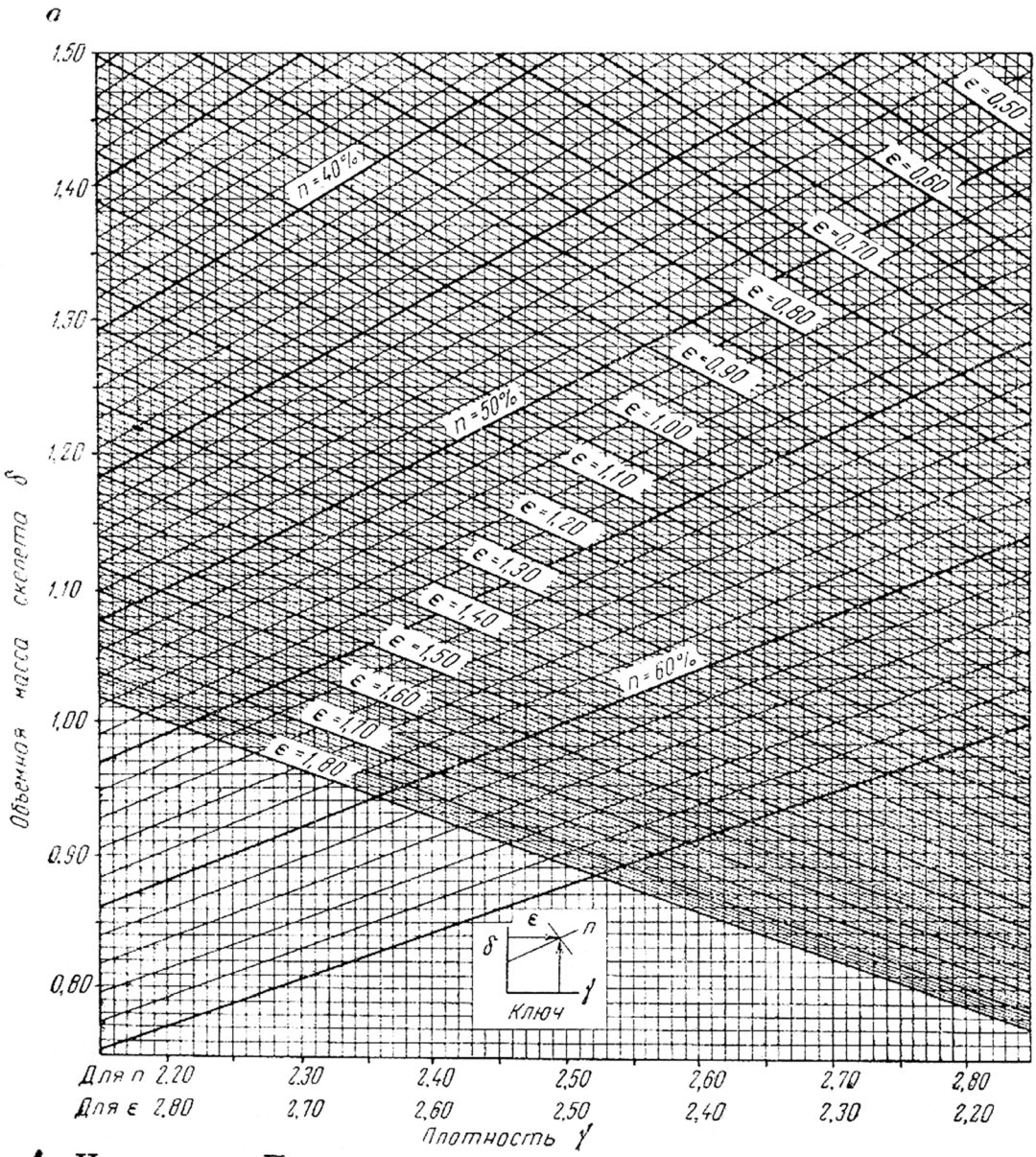
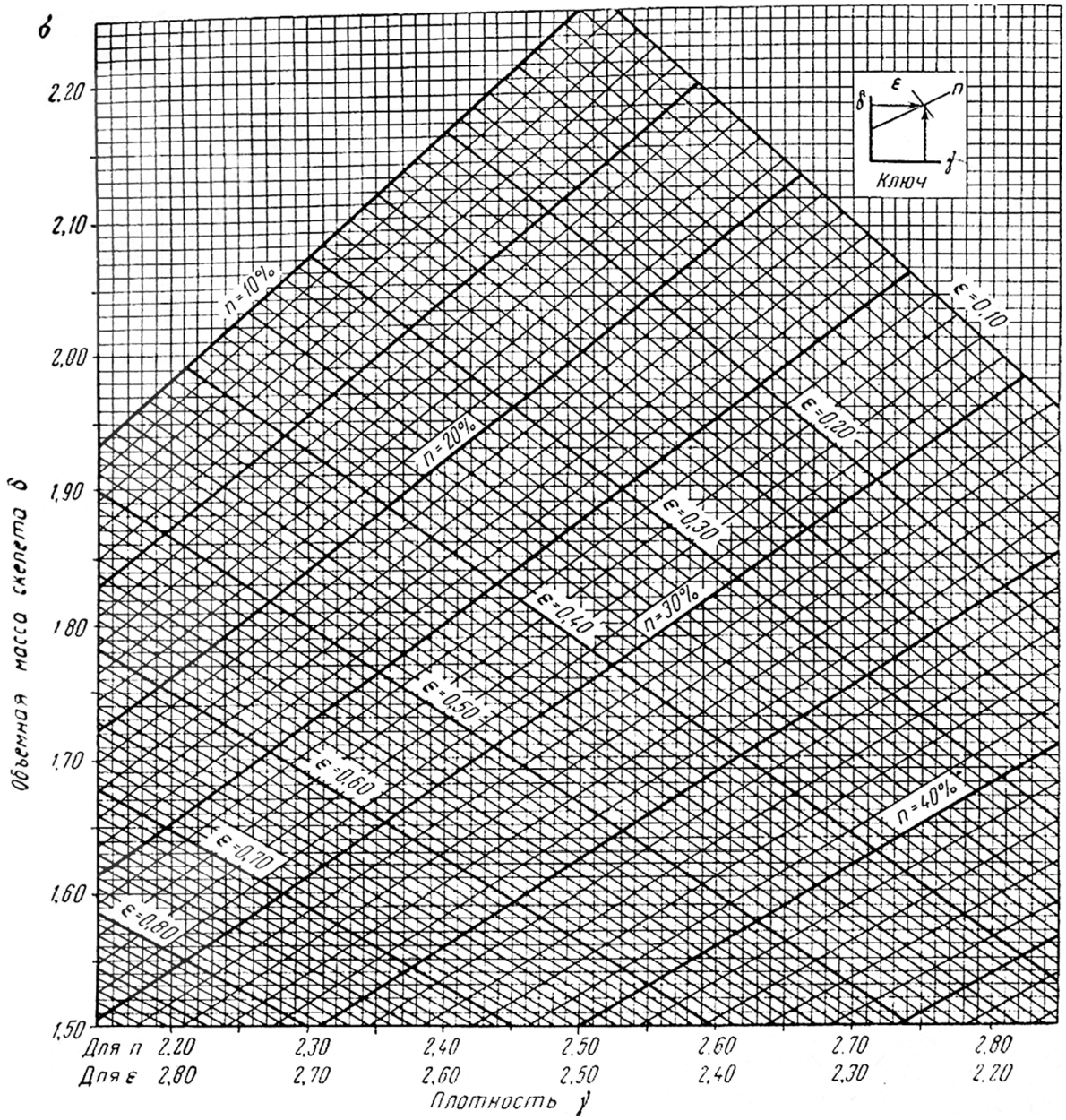


Рис. 1. Номограммы Приклонского для вычисления пористости и коэффициента пористости.

а — δ = 0,75 — 1,50; б — δ = 1,50—2,25



1 Выполнить расчет пористости по номограмме Приклонского. Данные анализа и вычислений занести в журнал в виде таблицы (см. табл. 1).

Таблица 1.

Плотность материала, г/см3	Объемная масса твердой фазы, г/см^3	Пористость грунта, %	Коэффициент пористости
γ	δ	$n = \frac{g - d}{g} 100$	$e = \frac{g - d}{d}$
2,40	1,00	58,3	1,40

Определение пористости методом насыщения.

Этот метод применяется для материалов, подобных песку, например, для сухих гальваношламов или термических шламов.

1. Сухой чистый стаканчик, объемом 50 мл, наполнить исследуемой массой. Наполнение производить малыми порциями с утрамбовкой . При заполнении подровнять поверхность массы линейкой вровень с краями стаканчика.
2. При помощи бюретки насытить массу в стаканчике до появления тонкого слоя воды на поверхности массы. Количество воды, израсходованной на насыщение массы, буден соответствовать объему его пор V_n
3. Удалить массу материала из стаканчика и при помощи той же бюретки измерить объем пустого стаканчика, что будет соответствовать объему всей массы материала V.
4. Рассчитать пористость по формуле $n = \frac{V_n}{V} 100\%$.
5. Данные определения занести в таблицу

Лабораторно-практическая работа №5.
Определение пожароопасных свойств смешанных отходов

1. Цель и задачи работы. Целью работы является ознакомление с методами определения опасных свойств твердых отходов по критериям пожароопасности, включая и совместное хранение.
2. Задачи работы:
   - ознакомиться с нормативными показателями опасности отходов по группам горючести
   - определить опасные свойства отходов: горючесть, способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами

3. Общая часть

Группа горючести

Группа горючести — классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению.

Горение - экзотермическая реакция, протекающая в условиях ее прогрессивного самоускорения.

По горючести вещества и материалы подразделяют на три группы:

негорючие (несгораемые) — вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

трудногорючие (трудносгораемые) — вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

горючие (сгораемые) — вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Горючие жидкости с температурой вспышки не более 61 °С в закрытом тигле или 66 °С в открытом тигле, зафлегматизированных смесей, не имеющих вспышку в закрытом тигле, относят к легковоспламеняющимся. Особо опасными называют легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С.

Сущность экспериментального метода определения горючести заключается в создании температурных условий, способствующих горению, и оценке поведения исследуемых веществ и материалов в этих условиях.

Температура воспламенения

Температура воспламенения — наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение.

Воспламенение — пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления.

Значение температуры воспламенения следует применять при определении группы горючести вещества, оценке пожарной опасности оборудования и технологических процессов.

Допускается использовать экспериментальные и расчетные значения температуры воспламенения.

Сущность экспериментального метода определения температуры воспламенения заключается в нагревании определенной массы вещества с заданной скоростью, периодическом зажигании выделяющихся паров и установлении факта наличия или отсутствия воспламенения при фиксируемой температуре.

Температура самовоспламенения

Температура самовоспламенения — наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества.

Самовоспламенение — резкое увеличение скорости экзотермических объемных реакций, сопровождающееся пламенным горением и/или взрывом.

Сущность метода определения температуры самовоспламенения заключается во введении определенной массы вещества в нагретый объем и оценке результатов испытания. Изменяя температуру испытания, находят ее минимальное значение, при котором происходит самовоспламенение вещества.

Температура тления

Температура тления — температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления.

Тление — беспламенное горение твердого вещества (материала) при сравнительно низких температурах (400—600 °С), часто сопровождающееся выделением дыма.

Значение температуры тления следует применять при экспертизах причин пожаров, выборе взрывозащищенного электрооборудования и разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов, оценке пожарной опасности полимерных материалов и разработке рецептур материалов, не склонных к тлению.

Сущность метода определения температуры тления заключается в термостатировании исследуемого вещества (материала), реакционном сосуде при обдуве воздухом и визуальной оценке результатов испытания. Изменяя температуру испытания, находят ее минимальное значение, при котором наблюдается тление вещества (материала).

Условия теплового самовозгорания

Условия теплового самовозгорания — экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, количеством вещества (материала) и временем до момента его самовозгорания.

Самовозгорание — резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения.

Результаты оценки условий теплового самовозгорания следует применять при выборе безопасных условий хранения и переработки самовозгорающихся веществ в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004.

Сущность метода определения условий теплового самовозгорания заключается в термостатировании исследуемого вещества (материала) при заданной температуре в закрытом реакционном сосуде и установлении зависимости между температурой, при которой происходит тепловое самовозгорание образца, его размерами и временем до возникновения горения (тления).

Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами (взаимный контакт веществ)

Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами — это качественный показатель, характеризующий особую пожарную опасность некоторых веществ.

Данные о способности веществ взрываться и гореть при взаимном контакте необходимо включать в стандарты или технические условия на вещества, а также при выборе безопасных условий проведения технологических процессов и условий совместного хранения и транспортирования веществ и материалов.

Сущность метода определения способности взрываться и гореть при взаимном контакте веществ заключается в механическом смешивании исследуемых веществ в заданной пропорции и оценке результатов испытания.

4. УСЛОВИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности процессов производства, переработки, хранения и транспортирования веществ и материалов необходимо данные о показателях пожаровзрывоопасности веществ и материалов использовать с коэффициентами безопасности, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Способ предотвращения пожара, взрыва	Регламентируемый параметр	Условия пожаровзрывобезопасности
Предотвращение образования горючей среды	$j_{г}$, без	$j_{г}$, без £ 0,9 ($j_{н}$ – 0,7 R)
		$j_{г}$, без ³ 1,1 ($ф_{в}$ + 0,7 R)
	$j_{ф}$, без	$j_{ф}$, без ³1,1 ($j_{ф}$ + 0,7 R)
	j_{O_2}, без	j_{O_2}, без £ 0,9 (j_{O_2} - 0,7 R)
Ограничение воспламеняемости и горючести веществ и материалов	Горючесть вещества (материала)	Горючесть вещества (материала) не должна быть более регламентированной
	$КИ_{д}$	$КИ_{д}$ £ КИ
	$t_{всп, д}$	$t_{всп, д}$ £ $t_{всп (з.т.)}$ – 35°С
Предотвращение образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания	$W_{без}$	$W_{без}$ £ 0,4 W_{min} $t_{без}$ £ 0,8 $t_{тл}$ $t_{без}$ £ 0,8 $t_{с}$

Основные термины и определения

КИ	—	кислородный индекс, % об.;
$КИ_{д}$	—	допустимый кислородный индекс при нормальной температуре, % об.;
tc	—	минимальная температура среды, при которой наблюдается самовозгорание образца, °С;
$t_{т л}$	—	температура тления, °С;

5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И

МАТЕРИАЛОВ

Метод экспериментального определения предпочтителен и является обязательным, если отсутствует апробированный расчетный метод, а также если точность или область применения расчетных методов не удовлетворительна.

Метод экспериментального определенна группы негорючих материалов

Метод не применим для испытания слоистых материалов и материалов с покрытиями и облицовками.

Аппарат ура

Схема прибора для определения группы негорючих материалов приведена на рис. 1.

Печь трубчатого типа внутренним диаметром (75±1) мм, высотой (150±1) мм, толщиной стенки (10±1) мм, изготовленная из огнеупорного материала плотностью (2800±300) кг · $м^{-3}$. Труба печи обматывается в один слой электрической спиралью из нихромовой проволоки сечением 1 $мм^2$ с сопротивлением (19±1) Ом. Общая толщина стенки с учетом огнеупорного цемента, крепящего электрическую спираль, не должна превышать 15 мм. Трубу печи следует закрепить в центре защитного кожуха. Пространство между трубой и кожухом заполняют несгораемым теплоизоляционным материалом средней плотностью (140±20) кг · $м^{-3}$.

Защитный экран внутренним диаметром (75±1) мм и высотой 50 мм с отполированной внутренней поверхностью, изготовленный из листовой стали толщиной 1 мм. Снаружи экран теплоизолируют слоем минерального волокна с теплопроводностью (0,04±0,01) Вт · $м^{-1}$ · $К^{-1}$ при средней температуре 20 °С. Толщина теплоизолирующего слоя — не менее 25 мм.

Стабилизатор воздушного потока конической формы, плотно, воздухонепроницаемо присоединенный к основанию печи. Длина стабилизатора 500 мм, внутренний верхний диаметр (75±1) мм и нижний (10,0±0,5) мм. Стабилизатор изготавливают из листовой стали толщиной 1 мм с отполированной внутренней поверхностью. Верхнюю часть стабилизатора длиной не менее 250 мм теплоизолируют с внешней стороны слоем минерального волокна с теплопроводностью (0,04±0,01) Вт · $м^{-1}$ · $К^{-1}$ при средней температуре 20 °С.

Собранные вместе печь, защитный экран и стабилизатор устанавливают на подставку, имеющую основание и вытяжку, служащую для уменьшения тяги у основания конуса стабилизатора. Высота вытяжки — 550 мм. Расстояние между нижним концом стабилизатора и основанием подставки должно составлять не менее 250 мм.

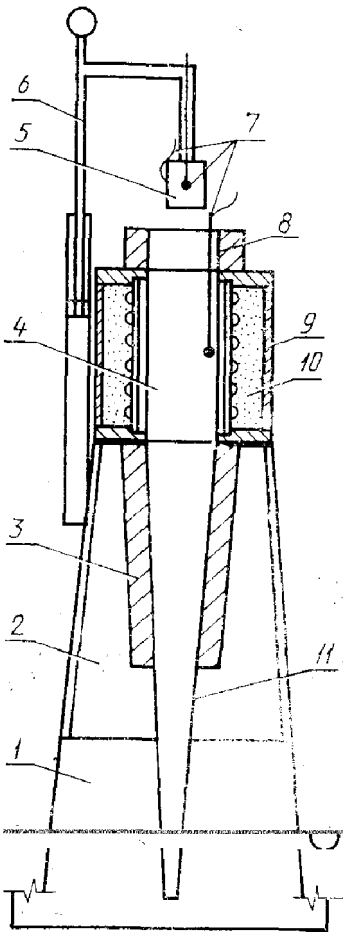


Рис. 1

1 — подставка; 2 — вытяжка; 3 — теплоизоляционный слой защитного экрана и стабилизатора; 4 — печь; 5 — держатель образца; 6 — устройство для опускания образца; 7 — термоэлектрические преобразователи; 8 — защитный экран; 9 — защитный кожух; 10 — теплоизоляционный материал; 11 — стабилизатор воздушного потока

Держатель образца, изготовленный из жаростойкой стальной проволоки диаметром 1,5 мм, должен иметь цилиндрическую форму. Основанием держателя является сетка из тонкой стальной жаростойкой проволоки. Высота держателя (50±2) мм, диаметр 47 мм. Держатель образца массой (15±2) г подвешен на трубке из нержавеющей стали с внешним диаметром 6 мм и внутренним — 4 мм.

Устройство для опускания образца, состоящее из металлического стержня, скользящего по вертикальной направляющей, позволяет легко опускать образец внутрь печи без касания ее стенки таким образом, чтобы образец точно и надежно располагался в геометрическом центре печи.

Термоэлектрические преобразователи с оболочкой из нержавеющей стали внешним диаметром 1,5 мм, максимальным диаметром изолированного рабочего спая не более 0,5 мм, служащие для измерения температуры в печи, на поверхности и внутри образца

исследуемого материала. Рабочие спаи трех термоэлектрических преобразователей устанавливают с помощью шаблона на одном горизонтальном уровне, соответствующем средней линии печи (рис. 2). Термоэлектрический преобразователь T_1, измеряющий температуру в печи, должен быть установлен таким образом, чтобы рабочий спай находился на расстоянии (10,0±0,5) мм от стенки печи. Регулировку его положения осуществляют с помощью направляющей, прикрепленной к защитному экрану. Термоэлектрический преобразователь T_2, измеряющий температуру на поверхности образца, должен быть установлен таким образом, чтобы рабочий спай имел контакт с образцом с момента начала испытания и располагался диаметрально противоположно положению термоэлектрического преобразователя, измеряющего температуру в печи. Термоэлектрический преобразователь T_3, измеряющий температуру внутри образца, должен быть установлен таким образом, чтобы рабочий спай находился в геометрическом центре образца (для чего в образце делают отверстие диаметром 2 мм).

Все новые термоэлектрические преобразователи перед использованием должны подвергаться искусственному старению для снижения отражающей способности.

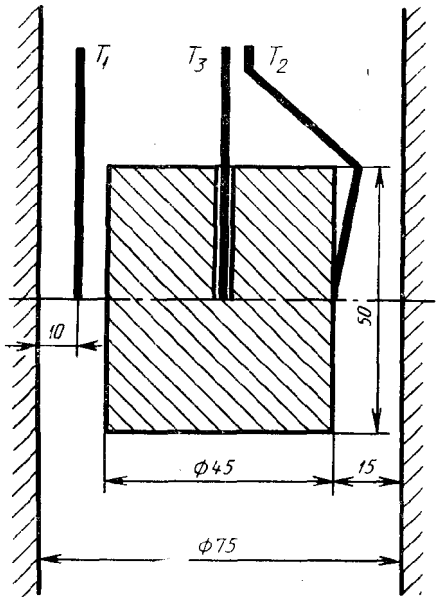


Рис. 2

Трехканальный самопишущий прибор, регистрирующий выходные сигналы термоэлектрических преобразователей с погрешностью градуировки не более 1 °С и обеспечивающий непрерывную запись поступающих данных с интервалом не более 0,5 с. Класс точности прибора — не ниже 0,5.

Секундомер с погрешностью измерения не более 1 с.

Для наблюдения за образцом в печи и безопасной работы оператора устанавливают над печью смотровое зеркало с горизонтальным углом отклонения 30°.

Регулятор напряжения с выходной мощностью не менее 1,5 кВ · А, погрешность работы которого должна составлять не более 1 % от номинальной величины.

Подготовка к испытаниям

Размещение прибора для испытаний должно предусматривать отсутствие воздействия тяги воздуха извне, прямого солнечного света или искусственного освещения, затрудняющих проведение испытания и наблюдение за пламенем внутри печи.

Перед проведением испытаний стабилизируют работу печи, предварительно вынув из нее держатель образца с устройством для его опускания. Устанавливают термоэлектрический преобразователь для измерения температуры в печи. Регулируя величину подаваемого напряжения, нагревают постепенно печь в течение 2 ч до температуры (750±5) °С. Установившаяся температура в печи не должна изменяться более чем на 2 °С в течение 10 мин.

В случаях проведения испытании в новой печи, при замене или ремонте отдельных узлов прибора, необходимо провести градуировку печи путем измерения температуры стенки печи по трем вертикальным осям в точках, соответствующих середине высоты стенки печи и на уровне 30 мм выше и ниже средней точки с помощью сканирующего устройства с термоэлектрическим преобразователем (рис. 3). Особое внимание следует уделять обеспечению контакта между термоэлектрическим преобразователем и стенкой печи. Положение термоэлектрического преобразователя нельзя изменять в течение 5 мин до момента регистрации температуры.

Среднее арифметическое значение всех 9 зарегистрированных температур должно составлять (835±10)°С, и такая температура должна поддерживаться перед началом испытаний. Подобранный таким образом режим подачи напряжения на нагревательный элемент поддерживают и в дальнейшем.

Для испытаний готовят 5 образцов исследуемого материала диаметром 45±2 мм, высотой (50±3) мм. Если толщина исследуемого материала составляет менее 50 мм, то образец набирают из нескольких слоев, чтобы обеспечить необходимую высоту. Слои в образце располагают только горизонтально и плотно соединяют между собой стальной проволокой диаметром не более 0,5 мм. Слои в образце располагают таким образом, чтобы рабочий спай термоэлектрического преобразователя, установленного в середине образца, находился внутри слоя материала, а не на границе раздела слоев.

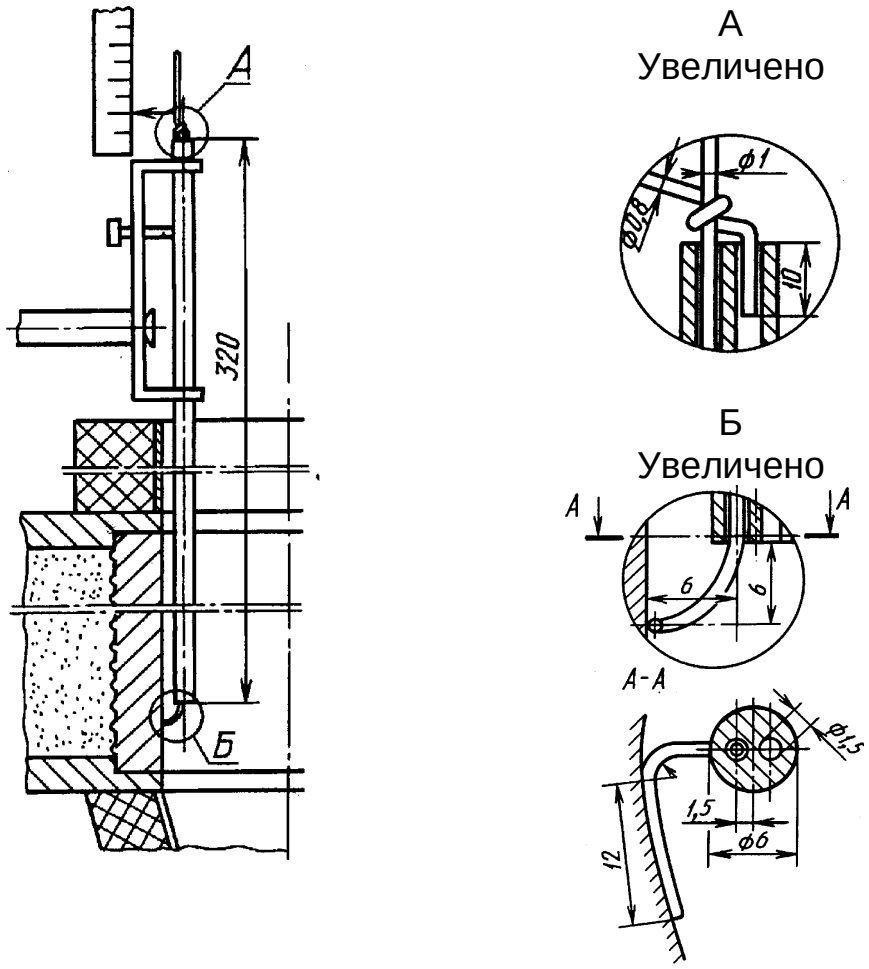


Рис. 3

Образцы должны характеризовать средние свойства исследуемого материала.

В верхней части образца делают осевое отверстие диаметром 2 мм для размещения термоэлектрического преобразователя. Перед испытанием образцы выдерживают в сушильном шкафу при температуре (60±6) °С в течение 20—24 ч с последующим охлаждением их до температуры окружающей среды. Допускается кондиционирование образцов в соответствии с требованиями НТД на материал.

После кондиционирования определяют массу каждого образца с погрешностью не более ±0,1 г.

Проведение испыт аний

Стабилизируют работу печи.

Подготовленный к испытанию образец помещают в держатель, крепят к нему термоэлектрические преобразователи, после чего держатель с образцом без каких-либо толчков опускают в печь за время не более 5 с. Включают секундомер сразу же после введения испытуемого образца в печь.

В течение всего испытания показания термоэлектрических преобразователей, измеряющих температуру печи и образца, должны регистрироваться самопишущим прибором.

Время испытания, как правило, составляет 30 мин. За это время достигается конечное температурное равновесие, регистрируемое термоэлектрическими преобразователями в печи, внутри образца и на его поверхности, различие между показаниями которых не должно превышать 2 °С в течение последних 10 мин. В случае, если температурное равновесие не достигнуто за 30 мин, то необходимо продолжить испытание до момента достижения конечного температурного равновесия, проверяя показания термоэлектрических преобразователей с интервалом 5 мин. При достижении температурного равновесия испытание прекращают по окончании последнего 5-минутного интервала; фиксируют продолжительность испытания.

Примечание. Устанавливая критерии оценки равновесия, необходимо учитывать, что показания термоэлектрического преобразователя, установленного в середине образца, всегда должны быть ниже показаний термоэлектрического преобразователя в печи.

Образец извлекают из печи и после его охлаждения до температуры окружающей среды взвешивают (с учетом отходов, которые отделились от образца и упали вниз в процессе испытания или после его окончания).

Испытанию подлежат все 5 подготовленных образцов. В протоколе отражают все наблюдения, касающиеся поведения каждого образца в процессе испытаний; отмечают все случаи воспламенения для каждого образца и фиксируют их продолжительность.

Воспламенение считают устойчивым при наличии пламени к печи, возникшем при горении образца и продолжающемся 10 с и более.

Оценка результатов

Вычисляют разницу (Dt) между максимальной и конечной температурами по показаниям термоэлектрических преобразователей в печи, на поверхности и внутри каждого образца.

По полученным значениям Dt каждого образца вычисляют среднее арифметическое ($Dt_{средн}$) изменения температуры в печи, на поверхности и внутри образца по результатам испытаний 5 образцов.

На основе данных по определению потери массы каждого образца (в процентном отношении к первоначальной массе образца) вычисляют среднее арифметическое значение потери массы 5 образцов.

На основе данных по определению продолжительности горения каждого образца вычисляют среднюю арифметическую продолжительность горения по результатам испытания 5 образцов.

Материал относят к группе негорючих, если соблюдены следующие условия:

среднеарифметическое изменение температуры в печи, на поверхности и внутри образца не превышает 50 °С;

среднеарифметическое значение потери массы для 5 образцов не превышает 50 % от их среднего значения первоначальной массы после кондиционирования;

среднеарифметическое значение продолжительности устойчивого горения 5 образцов не превышает 10 с. Результаты испытаний 5 образцов, в которых продолжительность устойчивого горения составляет менее 10 с, принимают равными нулю.

Условия и результаты испытаний регистрируют в протоколе, форма которого приведена в приложении 1.

Требования безопасност и

Прибор для определения группы негорючих материалов следует устанавливать в вытяжном шкафу. Рабочее место оператора должно удовлетворять требованиям электробезопасности по ГОСТ 12.1.019 и санитарно-гигиеническим требованиям по ГОСТ 12.1.005.

Метод экспериментального определения группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов

Метод применяют для оценки горючести неметаллических материалов, содержащих в своем составе более 3 % масс. органических веществ. Метод не применим для испытания материалов, имеющих одностороннее огнезащитное или негорючее покрытие. Для строительных материалов заключение о группе горючести делают по результатам испытаний.

Аппарат ура

Прибор ОТМ (рис. 4) состоит из керамической реакционной камеры прямоугольной формы высотой (295±2) мм и имеющей в сечении квадрат со стороной (88±2) мм, установленной на металлическую подставку; газовой горелки внутренним диаметром (7,0±0,1) мм; механизма ввода образца с держателем, фиксирующим положение образца в центре реакционной камеры; зонта с рукояткой, установленного соосно на верхнюю кромку реакционной камеры, и смотрового зеркала для наблюдения за образцом в реакционной камере.

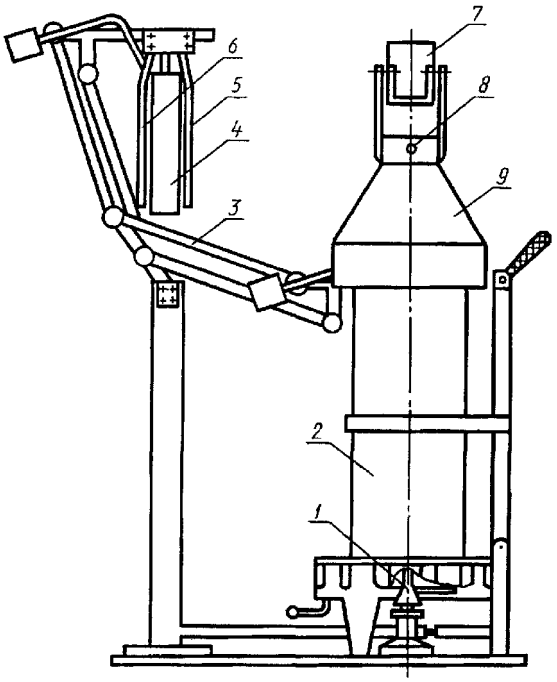


Рис. 4

1 — горелка; 2 — реакционная камера; 3 — механизм ввода образца; 4 — образец; 5, 6 — держатели образца; 7 — зеркало; 8 — термоэлектрический преобразователь; 9 — зонт.

Для измерения температуры газообразных продуктов горения используют термоэлектрический преобразователь диаметром электродов 0,5 мм, рабочий спай которого располагают в центре зонта на расстоянии 15 мм от его верхней кромки.

Регистрирующий температуру прибор с диапазоном измерения от 0 до 800 °С, класс точности не ниже 0,5.

Секундомер с погрешностью измерения не более 1 с.

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 500 г, погрешностью измерения не более 0,1 г.

Подготовка к испытаниям

Для испытания готовят 3 образца материала длиной (60±1) мм, высотой (150±3) мм и фактической толщиной, но не более 30 мм. Для сыпучих веществ готовят 3 корзиночки прямоугольной формы длиной (60±1) мм, шириной (10±1) мм, высотой (150±3) мм, в которые помещают (90±1) $см^3$ вещества. Корзиночки должны быть выполнены из сетки с размерами ячеек не более 1,0 мм; материал сетки — проволока из жаростойкой стали диаметром 0,55 мм. Материалы, способные при нагревании плавиться, помещают в мешочки прямоугольной формы длиной (65±1) мм, шириной (10±1) мм, высотой (160±1) мм. Мешочки делают из стеклоткани толщиной 0,10—0,15 мм, швы сшивают негорючими нитками или металлическими скрепками.

Подготовленные образцы выдерживают в вентилируемом сушильном шкафу при температуре (60±5) °С не менее 20 ч, затем охлаждают до температуры окружающей среды, не вынимая их из шкафа. Допускается кондиционирование образцов в соответствии с требованиями технических условий на материал.

После кондиционирования образцы взвешивают с погрешностью не более ±0,1 г. Сыпучие вещества взвешивают вместе с корзиночками, а плавящиеся — с мешочками. Образцы одного материала (вещества) не должны отличаться по массе более чем на 2 %.

Внутреннюю поверхность реакционной камеры перед испытанием покрывают двумя слоями алюминиевой фольги толщиной не более 0,2 мм, которую по мере прогорания или загрязнения продуктами горения заменяют на новую.

Пригодность установки к работе проверяют по стандартному образцу — древесине глубокой пропитки, потеря массы которого после испытания должна составлять (20,6±1,4) %. Стандартные образцы изготавливают согласно ГОСТ 16363 (п. 2).

Проведение испыт аний

Образец исследуемого материала закрепляют в держателе и при помощи шаблона проверяют положение образца относительно его вертикальной оси.

Включают прибор для регистрации температуры, зажигают газовую горелку и регулируют расход газа так, чтобы контролируемая в течение 3 мин температура газообразных продуктов горения составляла (200±5) °С.

Держатель с образцом вводят в камеру за время не более 5 с и испытывают в течение (300±2) с или до достижения максимальной температуры отходящих газообразных продуктов горения материала, при этом регистрируют время ее достижения.

Если при испытании максимальная температура не превышает 260 °С, то продолжительность испытания составляет (300±2) с. После чего горелку выключают. Образец выдерживают в камере до полного остывания (комнатной температуры). Остывший образец извлекают из камеры и взвешивают.

Если при испытании максимальная температура превысила 260 °С, то продолжительность испытания определяется временем достижения максимальной температуры. Горелку выключают, образец извлекают из камеры и после остывания взвешивают.

После получения данных проводят два аналогичных испытания с новыми образцами.

После каждого испытания необходимо очистить от сажи рабочий спай термоэлектрического преобразователя.

Оценка результ ат ов

Максимальное приращение температуры (Dt_{max}) вычисляют по формуле

$$\Delta t_{max} = t_{max} - t_0, \quad (1)$$

где t_{max} — максимальная температура газообразных продуктов горения исследуемого материала, °С;

t_0 — начальная температура испытания, равная 200 °С.

Потерю массы образца (Δm) в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta m = \frac{m_н - m_к}{m_н} \times 100, \quad (2)$$

где $m_н$ — масса образца до испытания, г;

$m_к$ — масса образца после испытания, г.

По значению максимального приращения температуры Δt_{max} и потере массы Δm материалы классифицируют:

трудногорючие — $\Delta t_{max} < 60$ °С и $\Delta m < 60$ %;

горючие — $\Delta t_{max} \geq 60$ °С или $\Delta m \geq 60$ %.

Горючие материалы подразделяют в зависимости от времени (t) достижения t_{max} на:

трудновоспламеняемые — $t > 4$ мин;

средней воспламеняемости — $0,5 \leq t \leq 4$ мин;

легковоспламеняемые — $t < 0,5$ мин.

При классификации материалов, пропитанных негорючими составами или с нанесенными на них огнезащитными покрытиями, используют только показатель Δt_{max}.

Если по результатам испытаний трех образцов в одном из них будет превышено любое из классификационных значений в устанавливаемой группе горючести, то проводят дополнительные испытания на трех образцах. Если в дополнительных испытаниях будет превышено одно из классификационных значений, то материал относят к ближайшей (более опасной) по горючести группе.

Условия и результаты испытаний регистрируют в протоколе, форма которого приведена в приложении 1.

Требования безопасност и

Прибор ОТМ устанавливают в вытяжном шкафу, в свободном проеме которого скорость движения воздуха не более 1,5 м·с$^{-1}$. Рабочее место оператора должно удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям по ГОСТ 12.1.005.

Метод экспериментального определения способности взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами

Аппарат ура

Аппаратура, применяемая для определения способности веществ взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и друг с другом включает в себя следующие элементы.

Термостат (электрический сушильный шкаф) вместимостью не менее 2 $дм^3$ с терморегулятором, позволяющим поддерживать постоянную температуру рабочей зоны в диапазоне 25—100 °С с погрешностью не более 1 °С.

Термоэлектрические преобразователи среднеинерционные.

Реакционные сосуды из коррозионностойкого материала (например, фарфоровые тигли диаметром 50 мм).

Проведение испыт аний

Устанавливают соответствие исследуемых веществ паспортным данным.

Предварительные испытания веществ на способность взрываться и гореть при взаимодействии друг с другом проводят путем контакта капли, кристаллика или небольшого количества порошкообразного вещества с таким же количеством другого вещества или подачей нескольких капель одного вещества на избыточное количество (до 1 $см^3$) другого вещества.

Если при этом происходит энергичное взаимодействие (взрыв или самовоспламенение) веществ, то такие вещества являются несовместимыми.

Если при контакте малых количеств веществ не происходит активного взаимодействия, то в последующих испытаниях исследуют двухкомпонентные смеси испытуемых веществ в соотношении 10:10, 2:18 и 18:2 $см^3$ (общим объемом 20 $см^3$).

Образцы исследуемых веществ помещают в отдельные реакционные сосуды, устанавливают их в термостат с заданной температурой испытания и выдерживают в течение (40±10) мин до выравнивания температур исследуемых веществ и рабочей зоны термостата (оценивается по показаниям термоэлектрических преобразователей: два из которых измеряют температуры в центре образцов исследуемых веществ, третий — температуру рабочей зоны термостата).

За температуру испытания принимают показания термоэлектрического преобразователя, измеряющего температуру рабочей зоны термостата.

После выравнивания температур образцов и рабочей зоны термостата, разница между которыми не должна превышать 3 °С, смешивают исследуемые вещества в одном из реакционных сосудов.

Испытание веществ на способность взрываться и гореть при взаимодействии друг с другом длится не менее 2 ч.

Для каждой смеси проводят по три испытания при каждой из температур: 25, 50 и 100 °С.

Температура испытания не должна быть равной температуре изменения агрегатного состояния вещества.

Оценка результатов

Если за время не менее 2 ч температура смеси в каждом испытании увеличится не более чем на 5°С, то вещества считают совместимыми с точки зрения пожарной безопасности и допускается их совместное хранение.

Если температура смеси твердых веществ хотя бы в одном испытании увеличится более чем на 5°С, то для окончательного вывода о совместимости веществ определяют условия теплового самовозгорания данной смеси.

В случае выявления способности данной смеси к тепловому самовозгоранию считают недопустимым совместное хранение исследуемых веществ.

Условия и результаты испытаний регистрируют в протоколе, форма которого приведена в приложении 1.

Требования безопасности

Взаимодействие некоторых веществ может быть бурным или даже взрывоопасным, поэтому при проведении испытаний необходимо соблюдать особую осторожность и руководствоваться соответствующей документацией по технике безопасности, утвержденной в установленном порядке.

Термостат следует устанавливать в вытяжном шкафу. Рабочее место оператора должно удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям по ГОСТ 12.1.005.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методиками определения основных характеристик пожароопасности
2. Получить задание у преподавателя
3. Освоить приемы подготовки пробных образцов для испытаний
4. Выполнить замеры массы вещества отхода при проведении огневых испытаний
5. Выполнить расчеты изменения массы вещества и установить группу горючести материала отходов
6. Провести испытание на совместимость предлагаемых образцов
7. По результатам испытаний дать обоснование совместимости вещества отходов на совместное хранение
8. Заполнить протоколы испытаний

ПРОТОКОЛ
экспериментального определения группы трудногорючих
и горючих твердых веществ и материалов

Дата _____
Условия в помещении:
температура, °С _____
атмосферное давление, кПа _____
относительная влажность, % _____

Наименование, состав и физико-химические свойства вещества или указание НД на материал
_____
_____

Характеристика измерительных приборов_____

Номер образца для испытания	Температура реакционной камеры до введения образца, °С	Максимальная температура газообразных продуктов горения, °С	Время достижения максимальной температуры, с	Масса образца, г		Потеря массы образца, %
				до испытания	после испытания	

Примечание _____
Вывод _____
Фамилия оператора _____
Наименование лаборатории _____

ПРОТОКОЛ
определения способности взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами

Дата _____
Условия в помещении:
температура, °С
_____
атмосферное давление, кПа
_____
относительная влажность, %
_____
Характеристика измерительных приборов_____
_____
____

Наименование, состав и физико-химические свойства исследуемых веществ_____
_____
_____

Номер образца для испытания	Количество исследуемого вещества в образце, г ($см^3$)	Температура испытания, °С	Продолжительность испытания, ч	Результат испытания	Особенности испытания

Вывод _____
Фамилия оператора_____
Наименование лаборатории_____

Лабораторно-практическая работа № 6.

Порядок организации работы по паспортизации опасных отходов

1. Цель и задачи работы: Целью работы является ознакомление с методами организации работы по паспортизации опасных отходов

2. Задачами работы являются:

- ознакомиться с нормативными документами, устанавливающими процедуру составления паспорта отходов, обладающих опасными свойствами;
- ознакомление с процедурой подготовки обосновывающих материалов рассмотрения и принятия решения об опасности отходов и паспортизации опасных отходов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору;
- исследовать характер исходной документации по отходам;
- подготовить вариант заполнения исходных сведений об опасных свойствах отходов и вариант Паспорта опасных отходов

Действие настоящего Порядка не распространяется на деятельность по обращению с радиоактивными отходами.

3. Общие положения

3.1. Паспорт опасных отходов - документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе.

Опасные отходы - отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрыво-, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

3.2. Индивидуальные предприниматели и юридические лица, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы, обязаны подтвердить отнесение отходов к конкретному классу опасности в соответствии с Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды (утв.Мин. прир. ресурсов РФ 15.062001).

3.3. Паспортизация опасных отходов осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее - Ростехнадзор) и ее территориальными органами на основании информации, представляемой индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, и включающей сведения о происхождении, составе, свойствах отходов, условиях и конкретных объектах размещения отходов, технологиях их использования и обезвреживания, а также материалов отнесения отходов к конкретному классу опасности для

окружающей природной среды.

3.4. Информация, включающая сведения о происхождении, составе, свойствах, условиях и конкретных объектах размещения отходов, технологиях их использовании и обезвреживания, готовится заявителем и заносится в «Исходные сведения об отходе» согласно образцу (приложение 2 к настоящему Порядку) на каждый вид отхода:

- сведения об агрегатном состоянии и физической форме указываются на основании визуального осмотра и/или результатов обследований, исследований и измерений, выполненных аккредитованной на проведение количественных химических анализов лабораторией;
- компонентный состав отхода указывается на основании протоколов отбора проб и анализов, выполненных аккредитованной на проведение количественных химических анализов лабораторией, а также сведений о компонентном составе исходного сырья и технологических процессах его переработки. Для отходов, представленных товарами (продукцией), утратившими свои потребительские свойства, указываются сведения о компонентном составе исходного товара (продукции) согласно техническим условиям и др.;
- для определения происхождения отхода указывается наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил потребительские свойства, с указанием исходного товара (продукции);
- опасные свойства отхода устанавливаются в соответствии с требованиями приложения III к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, ратифицированной Федеральным законом от 25 ноября 1994 года № 49-ФЗ «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением», и/или требованиями соответствующих технических регламентов, технических условий;
- сведения об условиях и конкретных объектах размещения отходов включают способы хранения отхода, в том числе используемую тару (упаковку), характеристику объекта размещения отхода, при размещении отхода в объекте размещения отхода (специально оборудованном сооружении), предназначенном для размещения отходов (полигоне, шламохранилище, хвостохранилище, отвале горных пород и др.), в информации об объекте размещения отходов указывается код административно-территориального

образования (ОКАТО), на территории которого располагается указанный объект размещения отходов;

- в позиции о способе использования или обезвреживания опасного отхода указывается применяемый непосредственно заявителем (собственником отхода) способ использования или обезвреживания опасного отхода, наименование участка (производства, процесса), где осуществляется использование или обезвреживание опасного отхода, с указанием применяемых для этих целей специализированных установок, в случае, если отход собственником отхода не используется и не обезвреживается, а передается для последующего использования или обезвреживания специализированной организации, имеющей лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировку, размещение, вносятся сведения о передаче данного отхода;
- в позиции «Дополнительные сведения» указываются принимаемые меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с данным опасным отходом, используемая тара или способы упаковки, применяемые способы и условия хранения отхода, способ использования или обезвреживания данного вида отхода.

3.5. Материалы отнесения отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды подготавливаются заявителем в соответствии с Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15 июня 2001 года № 511.

3.6. Документом, подтверждающим отнесение отхода к конкретному классу опасности для окружающей природной среды, является свидетельство о классе опасности отхода для окружающей природной среды, которое выдается для каждого конкретного вида отходов.

3.7. Паспорт опасного отхода оформляется на каждый конкретный вид опасного отхода по форме и в соответствии с инструкцией по ее заполнению, утвержденным приказом Министерства природных ресурсов России от 2 декабря 2002 года № 785 .

3.8. Заявители подтверждают неизменность технологических процессов и используемого сырья в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 июня 2000 года № 461 «О Правилах разработки и утверждения проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».

В случае изменения технологического процесса и состава используемого сырья заявитель осуществляет подготовку материалов для паспортизации опасных отходов в соответствии с пунктом 3.3 настоящего порядка.

4. Организация работы по паспортизации опасных отходов

4.1. Территориальные органы Ростехнадзора для паспортизации опасных отходов рассматривают следующие документы и материалы, представляемые (в двух экземплярах на бумажном носителе и в электронном виде) заявителями:

4.1.1. Для видов отходов, зарегистрированных в ФККО:

-заявление о выдаче свидетельств (а) о классе опасности отхода для окружающей природной среды и согласовании паспорта(ов) опасного отхода, в котором указываются: перечень отходов, полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование, в том числе фирменное наименование, организационно-правовая форма, место нахождения, государственный регистрационный номер записи о создании юридического лица и данные документа, подтверждающего факт внесения сведений о юридическом лице в единый государственный реестр юридических лиц, идентификационный номер налогоплательщика, сведения о месте нахождения отдельной производственной территории (далее - заявление);

-материалы, указанные в пункте 2.5 настоящего Порядка;

-копию аттестата аккредитации лаборатории и приложения к нему с указанием соответствующей области аккредитации, с привлечением которой определен компонентный состав отходов и выполнены исследования по отнесению отхода к конкретному классу опасности для окружающей природной среды;

-паспорт(а) опасного отхода.

4.1.2. Для видов отходов, не зарегистрированных в ФККО:

- заявление о выдаче свидетельств(а) о классе опасности отхода для окружающей природной среды и согласовании паспорта(ов) опасного отхода с указанием в нем: перечня отходов, полного и (в случае, если имеется) сокращенное наименование, в том числе фирменного наименования, организационно-правовой формы, места нахождения, государственного регистрационного номера записи о создании юридического лица и данных документа, подтверждающего факт внесения сведений о юридическом лице в Единый государственный реестр юридических лиц, идентификационного номера налогоплательщика, сведений о месте нахождения отдельной производственной территории (далее – заявление);

-материалы, указанные в пунктах 2.5 и 2.6 настоящего Порядка;

-копии документа об аккредитации лаборатории и приложения к нему с указанием соответствующей области аккредитации;

-паспорт(а) опасного отхода.

4.3. Территориальный орган Ростехнадзора принимает заявление и другие документы и материалы, указанные в пункте 3.1 настоящего порядка (далее - материалы заявителя), в день поступления по описи, копия которой с отметкой о дате приема указанных материалов заявителя направляется (вручается) заявителю.

4.4. Заявления регистрируются территориальным органом Ростехнадзора.

В случае выявления неполноты сведений, указанных в представленных материалах заявителя, и (или) некомплектности материалов территориальный орган Ростехнадзора в 5-дневный срок со дня поступления материалов заявителя в письменной форме уведомляет об этом заявителя.

4.5. После проверки комплектности материалов в соответствии с пунктом 3.3 настоящего Порядка территориальный орган Ростехнадзора организует рассмотрение материалов заявителя, включающих проверку достоверности представленных сведений об отходе.

4.6. Территориальный орган Ростехнадзора в 30-дневный срок с момента регистрации материалов заявителя обеспечивает в соответствии с пунктом 3.4 настоящего Порядка рассмотрение материалов заявителя, указанных в пункте 3.1.1, и выдачу свидетельств о классе опасности отходов для окружающей природной среды и согласованных паспортов опасных отходов либо направление заявителю уведомления об отказе в выдаче указанных документов с указанием причин отказа.

4.7. Основаниями для отказа в выдаче свидетельства о классе опасности отходов для окружающей природной среды и согласовании паспорта опасного отхода (для видов отходов, зарегистрированных в ФККО) могут являться:

-некомплектность материалов;

-неполнота представленных сведений;

-наличие (выявление в результате независимой экспертной оценки, проведенной в аккредитованной лаборатории) в представленных материалах заявителя недостоверной или искаженной информации о составе отхода и/или его свойствах, в том числе о классе опасности отхода для окружающей природной среды.

4.8. По материалам заявителя, указанным в пункте 3.1.2 настоящего Порядка, территориальный орган после проверки их комплектности и достоверности обеспечивает в 15-дневный срок со дня их регистрации представление 2-го комплекта материалов (на бумажном носителе и в электронном виде) в Ростехнадзор для организации проведения проверки обоснованности установления классов опасности отходов для окружающей природной среды.

4.9. Ростехнадзор организует рассмотрение материалов, представленных территориальными органами, и направляет их для проведения проверки обоснованности установления классов опасности отходов для окружающей природной среды и их идентификации в ФГУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (далее – ФГУ «ФЦАО»).

4.10. По результатам проведения проверки обоснованности установления классов опасности отходов для окружающей природной

среды, проведенной ФГУ «ФЦАО», Ростехнадзор направляет в территориальный орган не позднее чем в 45-дневный срок с момента получения указанных материалов информацию о результатах проведения проверки обоснованности установления класса опасности для окружающей природной среды (о подтверждении или не подтверждении классов опасности отходов для окружающей природной среды, отходов, не зарегистрированных в ФККО), идентификации отходов для выдачи территориальным органом Ростехнадзора свидетельства о классе опасности отходов для окружающей природной среды либо об отказе в подтверждении класса опасности отхода для окружающей природной среды.

4.11. Территориальный орган в 10-дневный срок с момента получения информации от Ростехнадзора уведомляет заявителя и обеспечивает выдачу свидетельств о классе опасности отходов для окружающей природной среды и согласование паспортов опасных отходов либо направляет заявителю уведомление об отказе в выдаче свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды и согласовании паспорта опасного отхода с указанием причин отказа.

4.12. Основаниями для отказа в выдаче свидетельства о классе опасности отходов для окружающей природной среды и согласовании паспорта опасного отхода (для видов отходов, не зарегистрированных в ФККО) могут являться:

-некомплектность материалов;

-неполнота представленных сведений;

-наличие (выявление в результате независимой экспертной оценки, проведенной в аккредитованной лаборатории) в представленных материалах заявителя недостоверной или искаженной информации о составе отхода и/или его свойствах, в том числе о классе опасности отхода для окружающей природной среды;

-выявление при проведении проверки обоснованности классов опасности отходов для окружающей природной среды ошибок в установлении конкретного класса опасности отхода для окружающей природной среды расчетным и/или экспериментальным методами.

4.13. По результатам проверки, проведенной согласно пунктам 3.7 и 3.8 настоящего Порядка, в случае подтверждения обоснованности отнесения видов отходов к классам опасности для окружающей среды, ФГУ «ФЦАО» готовит предложения о присвоении данному отходу кода в соответствии с ФККО и внесении дополнений в ФККО и направляет указанные предложения в Ростехнадзор.

4.14. После внесения опасного отхода в ФККО и утверждения дополнений в ФККО в установленном порядке ранее выданные территориальным органом Ростехнадзора свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды и паспорт опасного отхода с ограниченным сроком действия подлежат переоформлению по

окончании срока действия данного паспорта. Заявитель может обратиться в территориальный орган Ростехнадзора для переоформления паспорта до истечения срока его действия.

4.15. Территориальный орган Ростехнадзора регистрирует заявление о переоформлении свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды и согласовании паспорта опасного отхода в связи с истечением его срока и регистрацией отхода в ФККО. К заявлению прикладываются в виде приложений оригиналы выданных ранее паспорта опасного отхода и свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды. Копия заявления с отметкой о дате приема указанных материалов заявителя направляется (вручается) заявителю.

4.16. Территориальный орган Ростехнадзора в 5-дневный срок осуществляет рассмотрение заявления и приложений к нему, представленных заявителем согласно пункту 3.12 настоящего Порядка, уведомляет заявителя о результатах рассмотрения и обеспечивает выдачу переоформленного свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды и согласованного паспорта опасного отхода. Оригиналы ранее выданных паспортов опасного отхода и свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды подлежат списанию и уничтожению в установленном порядке.

Территориальные органы Ростехнадзора регистрируют выданные свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды и паспорта опасных отходов в журнале регистрации, обеспечивают хранение и архивирование материалов, представленных заявителем, а также копий выданных свидетельств о классе опасности отхода для окружающей природной среды и паспортов опасных отходов.

4.17. Территориальные органы ежеквартально (до 15-го числа месяца, следующего за 5 отчетным периодом) представляют в Ростехнадзор отчет о проведении работ по паспортизации опасных отходов.

Приложение 1

Образец

НАИМЕНОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОРГАНА ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о классе опасности отхода для окружающей природной среды

Выдано на отход _____

(код и наименование по федеральному классификационному каталогу отходов (при наличии данного отхода в ФККО))

(агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

_____

состоящий из _____ _____

(компонентный состав отхода в процентах)

образованный в результате

_____

(наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские свойства,

_____

с указанием наименования исходного товара)

имеющий класс опасности для окружающей природной среды

_____

(согласно Критериям отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды, утвержденным приказом МПР России от 15.06.2001 № 511, по заключению Минюста России от 24 июля 2001 года № 07/7483-ЮД не нуждается в государственной регистрации)

обладающий опасными свойствами_____ _____

(токсичность, пожароопасность, взрывоопасность,

_____

высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней)

Дополнительные сведения

_____

Ф.И.О. индивидуального предпринимателя или полное наименование юридического лица _____

Сокращенное наименование юридического лица___

ИНН :_____ОКАТО.

ОКПО _____ _____ОКВЭД.

Адрес юридический_____ _____

Адрес почтовый _____ _____

Руководитель (лицо, его замещающее) территориального органа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору _____

(подпись)

М.П.

Приложение 2

Образец

ИСХОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТХОДЕ

(наименование отхода по исходным сведениям)

_____

Агрегатное состояние и физическая форма:

(агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

Состав отхода: " _____

(компонентный состав отхода в процентах)

образован в результате:

(наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил потребительские свойства, с указанием исходного товара)

Класс опасности отхода:_____

Опасные свойства: _____ _____

Сведения об условиях и объектах размещения отхода: _____

Сведения об использовании и обезвреживании отхода:

Дополнительные сведения: _____ _____

ФИО индивидуального предпринимателя или полное наименование

юридического лица _____

Сокращенное наименование:_____

ИНН: _____ , _____ ОКАТО:

ОКПО:_____ ОКВЭД:_____

E-mail: _____ Тел./факс:

Адрес юридический: _____

Адрес почтовый:_____

Руководитель предприятия:

_____

(фамилия, имя, отчество)

(дата) (подпись)

М.П.

	Среднее				

4.3. По справочным данным определить характеристики $c_{эт\ ал}$ фракций, слагающих отходы.

4.4. Сделать выводы о магнитных свойствах материала образца и его возможном поведении при действии внешнего магнитного поля.

4.5. Предложить способ извлечения: сухой или мокрый.

Лаборторно-практическая работа №7. Определение физико-технических характеристик ВМР: гранулометрического состава, определение вероятности просеивания при грохочении.

Цель работы. Изучение методики проведения и обработка данных сухого ситового анализа, определение вероятности классификации по выбранному значению сит и эффективности процесса классификации

Задачи работы.

А - исследование гранулометрического состава отходов;

Б - исследование режима сортировки: влияния угловой скорости грохочения, влияние угла наклона грохота, влияния длины деки грохота;

В - выбор режима грохочения для получения заданных размеров зерна (фракции).

Общие сведения.

Соотношение массовых долей зерен различной крупности, входящих в состав полезного ископаемого, называется гранулометрическим составом. Исследования проводят в соответствии с ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава.

Определение гранулометрического состава заключается в разделении массы зернистого материала на классы, ограниченные узкими пределами крупности. Гранулометрический состав крупных материалов (более 150-200 мм) устанавливают непосредственным измерением зерен. Более мелких зерен: 200 + 0,04 мм ситовым, 50-5 мкм седиментационным анализами. Для ситового анализа материала крупностью +6 мм применяют механические грохоты и ситовые анализаторы, а также ручной рассев.

На процесс грохочения, характеризуемый вероятностью просеивания зерен через отверстия сита, влияют отношения их диаметров к размеру отверстия и коэффициент живого сечения сита, скорость движения материала по ситу, угол наклона и форма отверстий просеивающей поверхности, физические свойства материала и производственные условия грохочения.

Выбор сит в каждом конкретном случае зависит от требований и целей исследования. Продолжительность просеивания для механического способа принимается 10 мин, ручного - 2 мин. Для ситового анализа материала крупностью - 6 мм используют ситовые анализаторы. Продолжительность просеивания механическим способом составляет 30 мин; для лабораторной работы ее можно сократить до 10 мин.

При рассеве материала крупностью - 0,1 мм необходимая навеска материала 0,1 кг. Пробу рассеивают сухим или мокрым способом в зависимости от крупности материала и необходимой точности ситового

анализа. Если не требуется особой точности и материал не слипается, то применяют сухой способ.

После просеивания обязательно проверяют полноту рассева вручную на тех же ситах. Операция считается законченной, если при контрольном просеивании в течение 1 мин доля материала, прошедшего через сито, не будет превышать 1% материала, оставшегося на сите.

Навеску материала массой 1 кг сокращают до 200-250 г для последующего рассева.

Навеску исходной пробы загружают на верхнее сито набора сит, который устанавливают на механический встряхиватель, и материал рассеивается. После этого каждое сито последовательно (начиная с верхнего) отделяют от набора. Надрешетный продукт каждого сита дополнительно просеивают вручную над последующим нижним ситом для контроля рассева. Затем надрешетный продукт взвешивают на технических весах для определения его выхода. Результаты взвешивания каждого класса заносят в табл. 1.

Таблица 1

Результаты ситового анализа

Класс, мм	Выход		Суммарный выход	
	г	%	По плюсу	По минусу
Итого		100	100	100

Выход g_i- (% массы исходной пробы) каждого класса крупности определяют по формуле

$$g_I = 100\ Q_i/Q_{исх}\ , \qquad (1)$$

где ($Q_{исх}$ и Q_i - масса соответственно исходной пробы и данного класса крупности.

Суммарный выход классов крупности может быть представлен в простой линейной сетке (рис. 1).

Суммарный выход классов крупности по плюсу рассчитывают последовательным сложением выходов отдельных классов, начиная с наиболее крупного класса (сверху вниз), см. рис. 2. Суммарный выход классов по минусу - сложением выходов отдельных классов, начиная с наиболее мелкого класса (снизу вверх).

Для построения графических характеристик на полулогарифмической шкале находят логарифмы размеров отверстий сит lg d. Для определения значений параметров b и n уравнения Розина - Раммлера по данным табл. 1 составляют табл. 2.

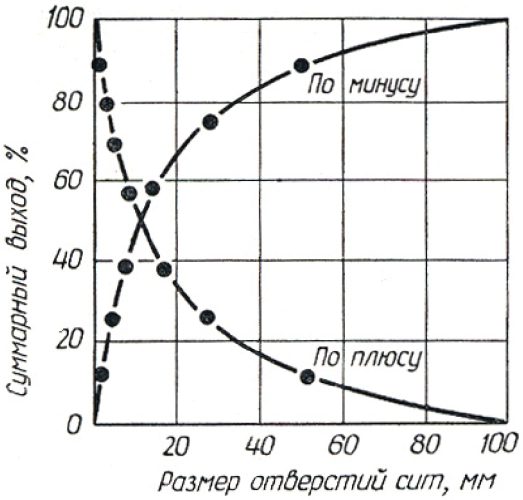


Рис. 1.Суммарная характеристика крупности материала в простой линейной сетке

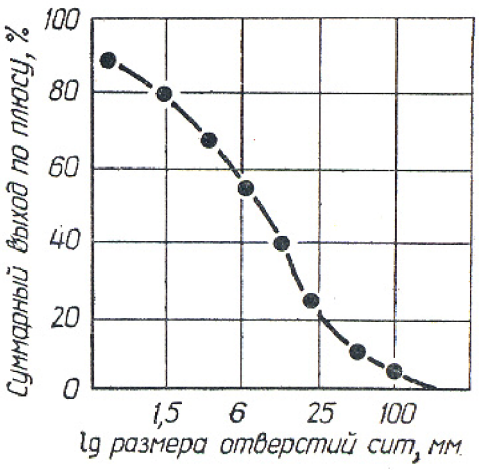


Рис. 2 Суммарная характеристика крупности в полулогарифмической сетке

По Розину - Раммлеру уравнение характеристики крупности имеет вид

$$R=100\exp(-bn), \qquad (2)$$

где R - суммарный выход класса крупнее d, %; d — размер отверстий сита, мкм; b,n - параметры, зависящие от свойств материала и размерности d.

При двойном логарифмировании уравнение (2) преобразуется к виду

$$\lg\lg(100/R) = n\lg d + \lg(b\lg e). \qquad (3)$$

В координатах $\lg\lg(100/R)$ и $\lg d$ это линейное уравнение угловым коэффициентом n.

Для определения параметров n и b уравнения (2) строят график (рис. 3) в осях $1g\lg(100/R)$ (ось ординат) и $\lg d$ (ось абсцисс). Для этого по опытным данным рассчитывают величины $1g\lg(100/R)$ и $1gd$ для различных значений d. Данные расчета заносят в табл. 2. На прямой (см. рис. 3), проведенной по нанесенным опытным точкам, выделяют две удаленные одна от другой точки 1 и 2. Для них по графику определяют $\lg d$ и $1g\lg(100/R)$ и вычисляют b и n по выражениям:

$$n = [\lg\lg(100/R_1) - \lg\lg(100/R_2)]/(\lg d_1 - \lg d_2); \qquad (4)$$

$$B = \lg(100/R_1)/d^n{}_1\lg e\,. \qquad (5)$$

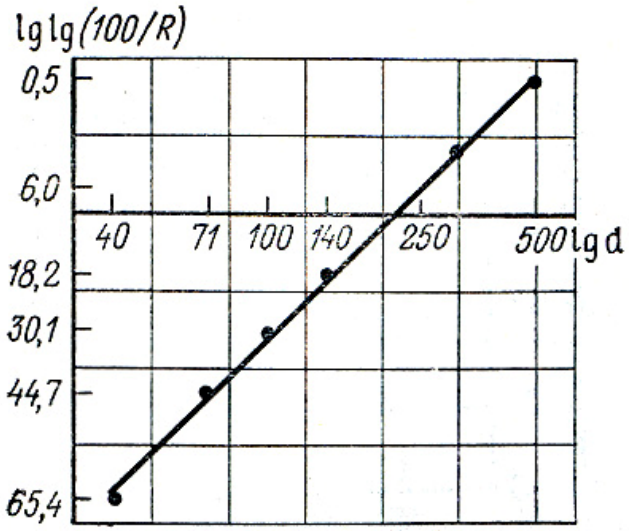


Рис. 3. Суммарная характеристика крупности, построенная по уравнению Розина-Раммлера

Экспериментальные и расчетные данные заносят в табл. 1 и 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав исследуемого материала

Размер отверстий сит d, мм	lg d	Суммарный выход, %		lg R	lg(100 – R)	Параметры для определения b и n		
		По плюсу R	По минусу 100 - R			100/R	lg100/R	lglg100/R
1	2	3	4	5	6	7	8	9

По данным таблиц строят графические характеристики (рис.1-3). По найденным значениям n и b записывают уравнение характеристики крупности исследуемого материала. По полученным графическим характеристикам делают выводы о распределении зерен по крупности.

Основным показателем, характеризующим работу грохота, является эффективность E грохочения по нижнему классу (Нижним классом называется материал крупностью менее размера отверстия сита).

Эффективность грохочения E равна разности между извлечением e нижнего класса в подрешетный продукт и извлечением в него верхнего класса $e_в$:

$$E = e - e_в. \quad (6)$$

Извлечение (%) нижнего класса

$$e = 100\,gb/(100a) = gb/a, \quad (7)$$

где g - выход подрешетного продукта, %; a и b - содержание нижнего класса соответственно в исходном материале и подрешетном продукте, %.

Извлечение(%) верхнего класса в подрешетный продукт

$e_в = g(100b)/(100 - a)$.

Выход подрешетного продукта можно определить из уравнения

$100a = gb + (100 - g)q$. (8)

Решая последнее уравнение относительно g получаем

$g = 100\,(a - q)/\,(b - q)$,

где q - содержание нижнего класса в надрешетном продукте, %.

После подстановки значений e, $e_в$ и g в формулу получают

$E = 10000\,(b - a)\,(a - q)/[a(100 - a)\,(b - q)]$. (9)

При $b = 100\%$

$E = e = 10000(a - q)/[a(100 - q)]$. (10)

С достаточной для практики точностью можно считать, что подрешетный продукт состоит из зерен нижнего класса, т.е. $b = 100\%$.

Между эффективностью и продолжительностью грохочения существует взаимосвязь. Вначале эффективность грохочения увеличивается быстро, а затем ее нарастание замедляется. В первые моменты через грохот проходят легкогрохиотимые зерна, трудногрохотимые зерна просеиваются гораздо дольше. Поэтому увеличение эффективности грохочения с течением времени замедляется.

Исследования грохочения показывают, что закономерная связь между эффективностью E и продолжительностью грохочения t описывается формулой кинетики грохочения

$E = 1\,\exp\,(-\,kt^n)$, (11)

где k и n параметры грохотимости материала.

После двойного логарифмирования уравнения получают уравнение прямой

$Lg\ lg[1/(1 – E)] = n\ lg\ t + lg(k\ lg\ e)$. (12)

В координатах $lg\ lg[1 / (1 – E)$ и $lg\ t$ уравнение кинетики грохочения – прямая линия с угловым коэффициентом n.

При прочих равных условиях с увеличением производительности грохота эффективность грохочения E снижается:

$Q_1/Q_2 = [lg(1 – E_2)]/lg(1 – E_1)]^{1/n}$. (13)

Процесс прохождения зерен через сито может быть оценен значением вероятности.

Вероятность P выражается отношением числа случаев n, благоприятствующих появлению данного события, к числу случаев m, при которых оно может произойти, т. е. $P = n/m$. Вероятное число случаев, при котором может произойти данное событие, $n= 1/P$.

Вероятность просеивания зерен через отверстия сита с учетом толщины проволоки:

При квадратных отверстиях

$P = l^2\,(1 – d/l)^2/(l + a)^2 = L_k(1 – d/l)^2$; (14)

круглых отверстиях

$P = pl^2k(1 – d/l)^2/(4S)$; (15)

прямоугольных отверстиях

$P = [(1- d)(b - d)]/[(b + a)(1 + a)$, (16)

где l -ширина отверстия, мм; b -длина отверстия, мм; a - диаметр проволоки, мм; d - диаметр зерна, мм; L_k - живое сечение сита с квадратными отверстиями, доли ед.; k - число отверстий на участке измерения; S - площадь сита на участке измерения, мм^2.

При размере зерен примерно до 0,75 l вероятность их прохождения большая. Такие зерна называются легкогрохотимыми.

Увеличение размера зерна сверх 0,75l предопределяет резкое снижение вероятности их прохождения. Поэтому зерна крупностью от 0,75l до l называются трудногрохотимыми, а зерна диаметром от l до 1,5 l - затрудняющими, так как они затрудняют просеивание зерен нижнего класса. Зерна крупностью более 1,5l существенно не влияют на грохочение.

При расчете производительности грохота учитывают влияние содержания в исходном материале легкогрохотимых и крупных зерен.

Вероятность просеивания определяется по формуле

$P = i/wS\ t_i$. (17)

где i – класс (размер) зерна,

w - частота колебаний сита,

t – время эксперимента.

Размеры зерна значительно колеблются, поэтому размер зерна может быть представлен в обобщенном виде, например, среднем значении

$D = (a + b + c)/3$, (18)

где a, b и c - размер зерна по трем взаимно перпендикулярным направлениям, определяемые с помощью штангенциркуля по трем взаимно перпендикулярным направлениям.

Для экспериментального определения вероятности просеивания зерна необходимо зафиксировать число m подбрасываний зерна на сите работающего вибрационного грохота и число его просеиваний n через сито. Вероятность просеивания - рассчитывается по формуле P = n/m.

Определить секундомером время t_1, в течение которого зерна просеиваются. Затем это зерна снова поместить на сито и опыт повторить, определив t_2, tз, t_4 …t_n.

Если проведено опытов с данным зерном i, то и число просеиваний равно i, т. е. N = i.

Число подбрасываний зерна

$m = wt_1 + wt_2 + wt_3 + \ldots + wt_i = w\ S\ t_i$, (19)

где w - частота колебаний сита.

Частота колебаний короба сита определяется с помощью стробоскопа. На коробе грохота наносится метка и на нее направляется пучок света лампы стробоскопа. С помощью ручки генератора

устанавливается частота импульсов вспышек лампы, при которой метка на коробе будет казаться неподвижной. Это означает, что частота v вспышек лампы совпадает с частотой (колебания короба w либо равна его кратной доле. Примерное значение w можно определить по частоте вращения электродвигателя и передаточному числу привода. Затем в этом диапазоне w необходимо добиться стробоскопического эффекта, при котором v = w .

Опыты необходимо провести с зернами размером d_2, d_3 … d_i. Рекомендуется провести опыты с 4 - 6 зернами различного диаметра. Число опытов с каждым зерном должно быть 8 -10.

Теоретическое значение вероятности просеивания зерен через отверстие вычисляется по формулам (14) - (16).

Результаты опытов помещают в табл. 3 и представляют в виде графиков (рис. 4).

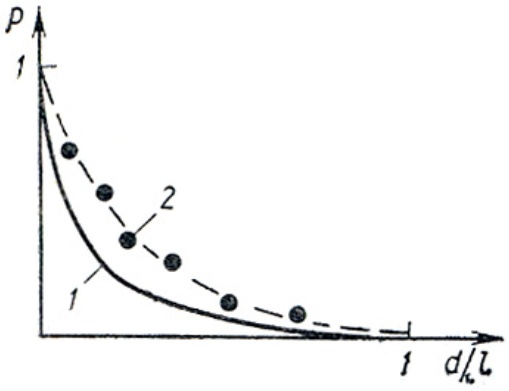


Рис. 4. Зависимость вероятности просеивания от относительного размера зерен:
1 – теоретическая, 2 – экспериментальная

Для определения эффективности грохочения отбирают пробы исходного материала и надрешетного продукта, которые рассеивают на ситах с размерами отверстий, равными размерам отверстий сит грохота.

Для изучения кинетики грохочения применяют вибрационный грохот, на просеивающую поверхность которого устанавливается съемное сито.

Техническую характеристику грохотов выносят в табл. 3.

Таблица 3

Техническая характеристика грохота

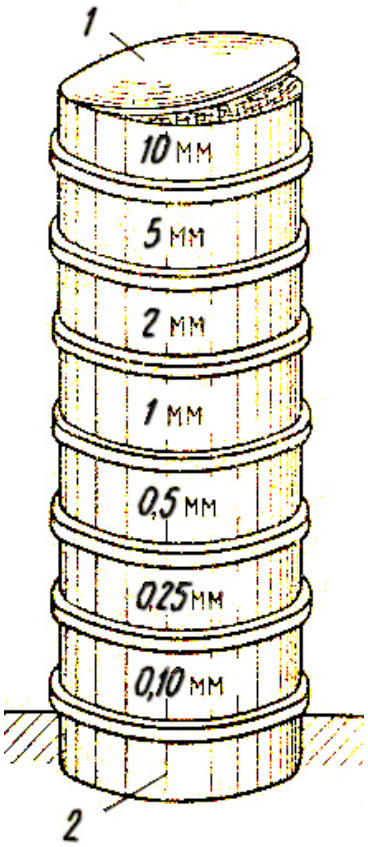
№ пп	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Ширина сита	Мм	
2	Длина сита	Мм	
3	Частота колебаний короба	$Мин^{-1}$	
4	Амплитуда колебаний короба	мм	

Выполнение работы, обработка и оформление полученных данных. Порядок проведения работы.

Методы проведения ситовых анализов унифицированы, поэтому при отборе, подготовке и ситовом анализе проб различных материалов необходимо строго выполнять действующие ГОСТы.

Исследование гранулометрического состава отходов.

Оборудование и материалы. Проба материала крупностью 0 - 6 мм (исследуемый материал массой 1 кг); механический встряхиватель; набор стандартных сит; технические весы, разновесы; хронометр или реле времени; сосуды для хранения проб; лабораторный вибрационный грохот; тахометр стробоскопический; штангенциркуль; линейка; секундомер; зерна материала крупностью менее размера отверстия сита.



1- крышка, 2 - поддон

Рис. 5. Комплект сит для гранулометрического анализа

Определение гранулометрического состава.

На технических весах взвешивают навеску зернистого материала массой 1 кг. Навеску материала массой 1 кг сокращают до 200-250 г для последующего рассева

Навеску исходной пробы загружают на верхнее сито набора сит, который устанавливают на механический встряхиватель, и материал рассеивается.

После этого каждое сито последовательно (начиная с верхнего) отделяют от набора. Надрешетный продукт каждого сита дополнительно просеивают вручную над последующим нижним ситом для контроля рассева. Затем надрешетный продукт взвешивают на технических весах для определения его выхода.

Результаты взвешивания каждого класса заносят в таблицу (см. табл. 1).

Суммарный выход классов крупности по плюсу рассчитывают последовательным сложением выходов отдельных классов, начиная с наиболее крупного класса (сверху вниз).

По опытным данным рассчитывают величины 1glg(100/R) и 1gd для различных значений d. Данные расчета заносят в таблицу (см. табл. 2).

Для определения параметров n и b уравнения (4, 5) строят график (см. рис. 3) в осях 1glg (100/R) (ось ординат) и lgd (ось абсцисс).

Рассчитывают значения $n = [\lg \lg (100/R_1) - \lg \lg (100/R_2)]/(\lg d_1 - \lg d_2$ и $B = \lg (100/R_1) /d^n_1 \lg e$.

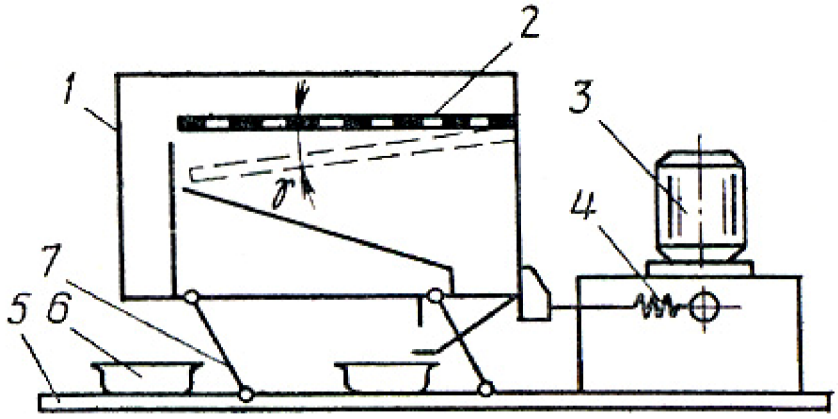
Определение эффективности разделения по продолжительности грохочения.

Оборудование и материалы для работы: плоскокачающийся грохот; сита с размерами ячеек 0,5; 1; 2; 3 и 5 мм; пробы зернистого материала крупностью 6-0 мм массой до 2 кг; технические весы и разновесы; секундомер.

Порядок работы:

Для определения эффективности грохочения в зависимости от продолжительности рассева подготовить шесть проб одинакового гранулометрического состава по 100 г каждая.

Подготовить плоскокачающийся грохот к работе



1 - короб, 2 - съемные сита, 3 - электродвигатель,
4 - кулачковый механизм, 5 - платформа, 6 - емкости,
7 - рессоры

Подготовить 6 проб зернистого материала;

Первую пробу загружают на снятое с грохота сито и тщательно рассеивают вручную. Подрешетный продукт В взвешивают для

определения содержания нижнего класса a в исходном материале.

Оставшиеся 5 проб поочередно (при остановленном грохоте) помещают на сито ровным слоем и включают грохот на 2; 5; 10; 15; 25 с. Затем грохот останавливают, сито с надрешетным продуктом снимают и материал тщательно рассеивают вручную. Верхний В и нижний Q продукты повторного рассева взвешивают для определения содержания нижнего класса q в надрешетном продукте.

Результаты рассева заносят в специальную таблицу (табл. 4)

Таблица 4

Результаты опытов грохочения

Продолжительность грохочения, с	Масса			a, %	q, %	E,%
	Нижнего класса в надрешетном продукте, B_i	Верхнего класса в надрешетном продукте, Q_i	Надрешетного продукта $B_i + Q_i$			
0			M = 100,0			
2						
5						
10						
15						
25						

Обработка и оформление полученных данных грохочения производится по формулам и данным табл. 5. По данным грохочения определяют содержание нижнего класса в исходном a, и надрешетном q продуктах и по найденным значениям по формуле (10) рассчитывают эффективность грохочения E при различной продолжительности t рассева, строят графическую характеристику (рис. 4).

Содержание нижнего класса в исходном материале определяют по выражению

$$a = 100B/M,$$

где В - масса нижнего продукта 1-го рассева, г; М - масса исходной навески, г.

Содержание нижнего класса в надрешетных продуктах грохочения рассчитывают по выражениям

$$q = 100B_i/(Q_i + B_i),$$

где B_i – масса нижнего класса ручного рассева надрешетного продукта при данной продолжительности грохочения, г;

Q_i – то же, верхнего класса, г.

По данным табл. 4 строят новую таблицу.

Для определения параметров k и n строят график в осях lg lg[1/(1-E)] (ось ординат) и lg t (ось абсцисс). На прямой, проведенной по опытным точкам, выделяют две удаленные одна от другой точки. Для этих точек по осям определяют числовые значения lg lg[1/(1-E)] и lg t и вычисляют n и k по выражениям

$n = \{\lg \lg(1/(1 - E_1)] - \lg \lg[1/(1 - E_2)]\}/(\lg t_1 - \lg t_2)$;

$k = \lg[1/(1 - E)]/t^n \lg e$.

По найденным значениям n и k определяют вид уравнения кинетики грохочения $E = 1 \exp(- kt^n)$, в явной форме. Делают вывод о влиянии продолжительности грохочения на эффективность Е.

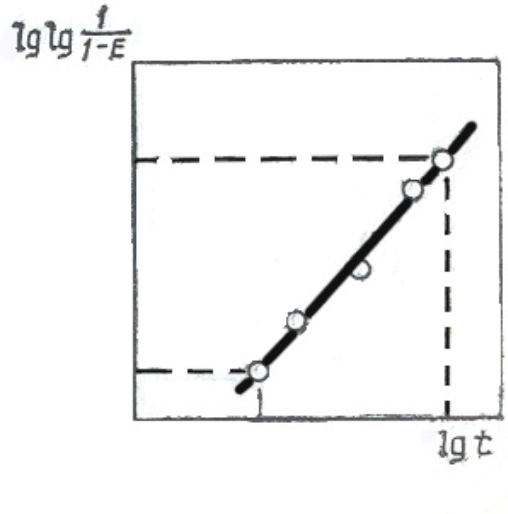


Рис.4. Зависимость эффективности грохочения от продолжительности грохочения на логарифмической сетке

- Определение вероятности просеивания

Оборудование и материалы для работы: вибрационный самоцентрирующийся грохот; лабораторный, сита с размерами ячеек 0,5; 1; 2; 3 и 5 мм; пробы зернистого материала крупностью 6-0 мм массой до 2 кг; технические весы и разновесы; секундомер.

При определении вероятности просеивания необходимо:

С помощью штангенциркуля измерить размер зерен по трем взаимно перпендикулярным направлениям. $D = (a + b + c)/3$,

где a, b и c - размер зерна по трем взаимно перпендикулярным направлениям.

. Для экспериментального определения вероятности просеивания зерна необходимо зафиксировать число m подбрасываний зерна на сите работающего вибрационного грохота и число его просеиваний n через сито. Вероятность просеивания - рассчитывается по формуле $P = n/m$.

Определить секундомером время t_1, в течение которого зерна просеиваются. Затем это зерна снова поместить на сито и опыт повторить, определив t_2, t_3, t_4 …t_n.

Если проведено опытов с данным зерном i, то и число просеиваний равно i, т. е. $N = i$.

Число подбрасываний зерна

$m = wt_1 + wt_2 + wt_3 + \ldots + wt_i = w S t_i$,

где w - частота колебаний сита.

Частота колебаний короба сита определяется с помощью стробоскопа. На коробе грохота наносится метка и на нее направляется

пучок света лампы стробоскопа. С помощью ручки генератора устанавливается частота импульсов вспышек лампы, при которой метка на коробе будет казаться неподвижной. Это означает, что частота v вспышек лампы совпадает с частотой (колебания короба w либо равна его кратной доле.

Провести опыты с 4 - 6 зернами различного диаметра. Число опытов с каждым зерном должно быть 8 -10.

Таблица 5

Результаты определения вероятности просеивания и числа случаев, при котором оно происходит

Размер зерна, мм		Продолжительность просеивания, с	Число подбрасываний, m	Вероятность P		Число случаев, благоприятствующих просеиванию	
Средний d	Относительный d/l			Теоретическая	Экспериментальная	Теоретическое $1/P_т$	Экспериментальное $1/P_э$
D_1 D_2 … d_i	D_1 /l D $_2$/l … d_i /l	t_1 t_2 ... t_i	m_1 m_2 ... m_i	$P_{т1}$ $P_{т2}$ ... $P_{тi}$	$P_{э1}$ $P_{э2}$ ... $Pi_э$	$1/P_{т1}$ $1/P_{т2}$ ... $1/P_{тi}$	$1/P_{э1}$ $1/P_{э2}$ ... $1/P_{эi}$

Задание

на выполнение ПР по курсу «Физико-химические процессы рециклинга твердых отходов» по профилю «Производственная безопасность»

1. Подготовить пояснительную записку с детальным рассмотрением теоретических вопросов из прилагаемого перечня по вариантам. В варианте можно сменить тематику вопроса, если у слушателя имеется интерес к той или иной тематике.

№ варианта	Номера вопросов
1	1, 8, 16, 20
2	2, 9, 13, 18
3	3, 10, 15, 19
4	4, 2, 12, 21
5	5, 8, 11, 17
6	6, 9, 14, 16
7	7, 5, 10, 20

2. Ознакомиться с практическими работами Практикума
3. Выполнить задания по практическим работам №№ 3, 4, 6, 8 по вариантам. При выполнении задания считать, что получены следующие значения замеров (см. вариант по приложениям).
4. По практическим работам, не имеющим конкретных числовых значений быть готовым отвечать на тестовые вопросы.

Приложения

Вопросы для пояснительной записки

1. Опасные свойства отходов производства и потребления. Наиболее употребительные методы классификации твердых отходов. Принятая классификация твердых отходов.
2. Полномочия субъектов Российской Федерации в области обращения с отходами.
3. Проектирование и строительство объектов размещения отходов, а также объектов использования и обезвреживания отходов
4. Ограничения по размещению полигона токсичных отходов
5. Паспортизация твердых отходов, особенности составления
6.Характеристика и состав шлаков черной и цветной металлургии: свойства и различия.
7. Процессы деструкции шлаков в естественных условиях.
8. Основные способы использования и переработки металлургических шлаков.
9. Твердые отходы теплоэнергетики: основные характеристики, направления использования, технология получения полезного продукта.
10. Магнитные методы извлечения полезной фракции из отходов. Классификация материалов по магнитной восприимчивости, петля гистерезиса. Магнитная сепарация твердых отходов.
11. Отходы из стекла. Основные способы утилизации отходов, особенности процесса.
12. Аэро- и гидросепарация смеси твердых отходов с получением полезной фракции. Основные законы сепарации.
13. Основные процессы при флотации. Вероятность извлечения полезного продукта.
14.Двойной электрический слой, основные зоны
15. Основные физико-химические свойства и особенности строения полимеров и отходов из них.
16. Характеристические температуры полимеров, формы существования полимеров
17. Характеристики полимеров: молекулярно-массовое распределение, цис- и трансизотопы, термомеханическая кривая. Основные рекомендации по переработке.
18. Твердые отходы потребления: краткая характеристика. Методы санитарной очистки населенных мест от ТБО.
19. Методы и способы санитарной очистки населенных мест. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
20. Термические и биологические методы обезвреживания ТБО: достоинства и недостатки
21. Основные процессы формирования и захоронения отходов на полигонах.

Библиография

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение, комплексное использование твердых полезных ископаемых М., Изд-во Моск горн. Ун-та, в 3 т. Т.1, Т. 2.
2. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения Учебник для вузов. — М.: Недра, 1984. — 383 с.
3.Основы практической теории горения. Учебное пособие для вузов. Под ред. В. В. Померанцева. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 312 с.: ил.
4. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов. Бартоломей А.А., Брандл Х., Пономарев А.Б. 2004
5. Карамзин В.В., Карамзин В.И. Магнитные и электрические методы обогащения. Учебник.:Недра, Москва, 1988 г., 304 стр.
6. Симанкин А.Ф. Методические указания по курсу «Физико-химические процессы рециклинга твердых отходов»
7. Симанкин А.Ф. Практикум по курсу «Физико-химические процессы рециклинга твердых отходов»
8. Берт Р.О., Миллз К. Технология гравитационного обогащения. 1990, М.: Недра. -574с.: ил.

Варианты заданий по практическим работам

Варианты задания по работе № 1. «Определение класса опасности смеси отходов», «Паспорт опасных отходов»

№ вар.	Химические элементы, %						
	Железо	Хром	Никель	Свинец	Алюминий	Медь	Кальций
1	1,23	1,253	0,005	0,01	23,3	0,56	73,651
2	12,2	1,353	0,665	0,001	45,6	20,56	40,381
3	5,005	2,33	1,750	0,015	75,8	10,35	15,10
4	30,300	0,56	1,350	0,15	32,6	0,117	35,539
5	78,90	1,37	2,65	0,25	1,235	0,23	15,365
6	0,015	54,8	10,35	15,10	15,365	1,235	2,135
7	0,15	32,6	0,117	35,539	0,23	0,25	31,264

Технологические процессы по вариантам:

1. Гальванопроизводство - 5,
2. Обработка металлов со смазочно-охлаждающими жидкостями – 4
3. Переплав алюминиевого производства – 1
4. Сварочные работы – 3
5. Упаковка из алюминия горюче-смазочных материалов – 2

Варианты заданий по раб. №2. Исследование возможности деструкции отходов в процессе хранения

1. Определить направление реакции $NaHCO_3 = NaO + CO_2 + H_2$ при атмосферном давлении и стандартной температуре 25 ^{0} C
2. Определить устойчивость соединения $PbSO_4PbO$ при стандартных условиях
3. Определить направление реакции $CaO + SiO_2 = CaSiO_3$ при атмосферном давлении и стандартной температуре 25 ^{0}C
4. Определить направление реакции $2CaO + SiO_2 = Ca_2SiO_4$ при атмосферном давлении и стандартной температуре 25 ^{0}C
5. Определить направление реакции $FeSiO_3 = FeO + SiO_2$ при стандартных условиях
6. Определить направление реакции $2CaO + Al_2O_3 + SiO_2 = Ca_2Al_2Si_2O_9$ при стандартной температуре 25 ^{0}C и атмосферном давлении
7. Определить устойчивость соединения Fe_2SiO_4 при стандартных условиях

Вариант задания по работам № 3-6. Порядок организации работы по паспортизации опасных отходов

Составить (представить) паспорт отходов, используя данные из документации предприятия, на котором работает студент.

Варианты задания по работе №7

Определение физико-технических характеристик ВМР: гранулометрического состава, определение вероятности просеивания при грохочении

Вариант	Масса навески, кг	100-250	50-100	25 - 50	10-20	5-10	3-5	1-3	0-1
1	373	13	26	42,5	120	121,5	30,5	19,5	
2	322,5	10	24	125	150	10	3	0,5	
3	492,6	18,1	36,2	59,2	167	169,1	42,5	0,5	
4	465	20	31	58,5	97,8	120,5	100,8	26,9	9,5
5	376		33	47	98,9	102,3	64,4	25,3	5,1
6	662,6		23,1	46,2	75,5	213,2	215,8	54,2	34,6
7	304		9,1	21,8	113,6	136,3	8,8	6,4	8

Выход подрешетного продукта после времени грохочения

Вариант	Масса навески, кг	Время грохочения			
		2,5 с	5 с	10 с	25 с
1	273	85,75	102,9	137,2	154,35
2	422,5	9,45	11,48	12,05	12,78
3	555	178,75	211,25	268,75	299
4	465	128,85	154,62	206,16	231,93
5	376	88,75	105,9	147,2	174,35
6	465	98,9	192,3	264,4	385,3
7	322	113,6	136,3	188,8	276,4