

Г.М. Досанова
(Каракалпакский ГУ, г. Нукус)

Н.Х. Талипов
(ГУП «Фан ва тараккиет», г. Ташкент)

И.А. Левицкий
(БГТУ, г. Минск)

ПОВЕДЕНИЕ ВЕРМИКУЛИТОВОГО СЫРЬЯ ТЕБИНБУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Исследование проводили на пробах вермикулитового концентрата фракций 0,5–1,0 мм и 2–4 мм Тебинбулакского месторождения Республики Каракалпакстан, Узбекистан. Согласно ранее проведенным нами исследованиям, данный материал характеризуется следующим химическим составом, мас. %: SiO_2 – 37,91; Al_2O_3 – 13,10; Na_2O – 1,67; MgO – 19,00; K_2O – 5,53; CaO – 3,13; TiO_2 – 1,87; $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 11,02; ZnO – 0,01; BaO – 0,54; NiO – 0,03; Cr_2O_3 – 0,08; MnO – 0,07; Co_2O_3 – 0,04; SrO – 0,03. Потери при прокаливании – 5,77 мас. %.

Вермикулитовый концентрат представлен пластинчатыми агрегатами, образующими пакеты (рисунок 1), сырье характеризуется темно-серым цветом.



— 100 мкм

Рисунок 1 – Электронно-микроскопический снимок
вермикулитового концентрата

Кажущаяся плотность сырьевой смеси разных проб составляет 2410 – 2720 кг/м³.

Твердость по минералогической шкале 1,0–1,5.

Теплопроводность исходной пробы, исследованная на приборе LFA 457 Micro Flash Netzsch (Германия), находится в интервале 0,043–0,051 Вт/м·К.

Температура плавления составляет 1365 °С. При температуре 1400 °С образуется расплав в виде стекла матово-черного цвета.

Исследованием измельченной пробы установлены следующие термические эффекты, регистрируемые на кривых дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), которые представлены на рисунке 2. ДСК проводилась на приборе DSC 404 F3 Pegasus Netzsch (Германия) при скорости подъема температуры 10 °С/мин в интервале температур 20–1200 °С (погрешность измерения $\pm 0,1$ °С) в среде аргона.

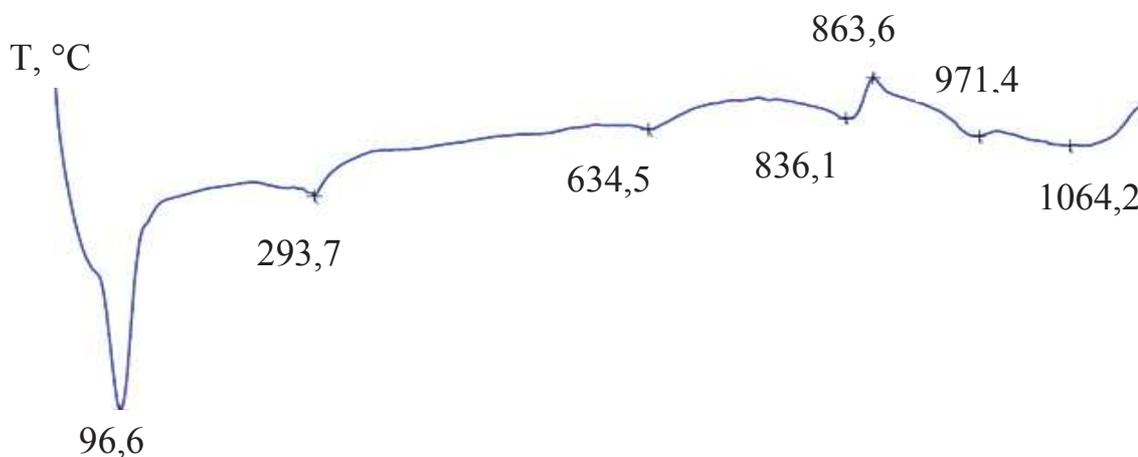


Рисунок 2 – Кривая ДСК измельченного вермикулитового концентрата

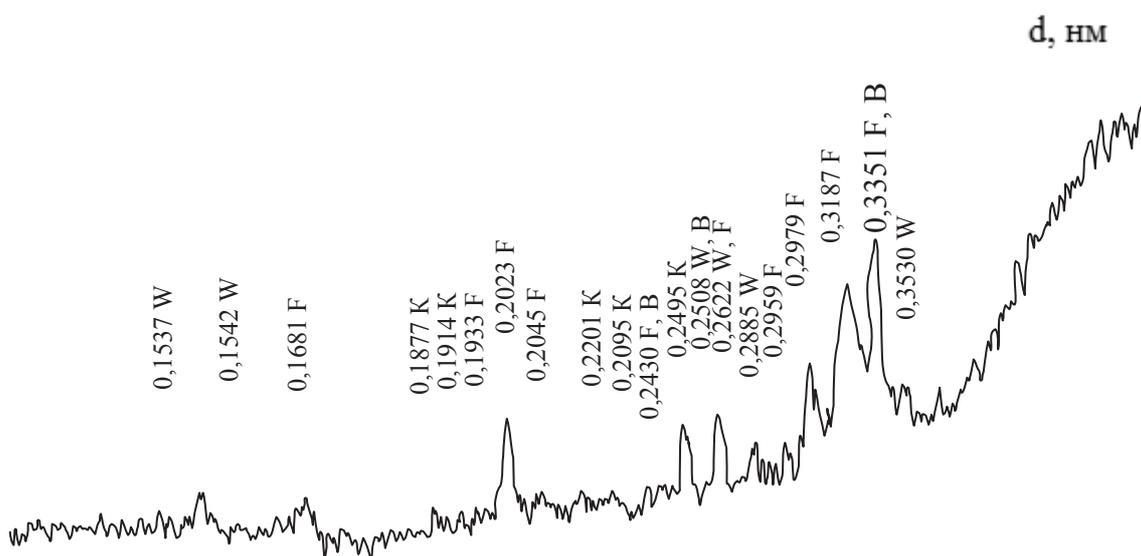
Первый глубокий эндотермический эффект соответствует температуре 96,6 °С и связан с удалением гигроскопической влаги. Второй эндоэффект обусловлен выделением химически связанной молекулярной (межпакетной) воды и зафиксирован при 293,7 °С. Эндоэффект при 281 °С, обусловлен, по нашему мнению, удалением химически связанной (межпакетной) воды). Эндоэффект при 634,5 °С связан с разложением примесного кальцита, присутствующего в вермикулитовом концентрате, а при 836,1 °С обусловлен, очевидно, выделением гидроксильной воды, сопровождающийся распадом кристаллической решетки вермикулита и кристаллизацией энстатита. При 836 °С характерен эндоэффект, обусловленный, очевидно, окислением Fe^{2+} в Fe^{3+} , присутствующего в примесном биотите, что обусловлено особенностями метаморфизма исходных слюдястых минералов, обнаруженных в вермикулитовом концентрате. Эндотермический эффект при 971,4 °С связан с наличием в сырье

биотита. Очевидно при этом из него выделяется конституционная вода, происходит при этом разрушение кристаллической решетки и образование новой фазы – магнезиоферрита.

Рентгенофазовый анализ (РФА) пробы вермикулитового концентрата (рисунок 3) подтверждает изложенное выше.

РФА выполнен на дифрактометре типа ДРОН-3 (Россия) при CuK_α – излучении, в диапазоне углов 2Θ от 5 до 70° с шагом $0,1^\circ$.

Установлено, что основными кристаллическими фазами вермикулитового концентрата является вермикулит. Имеется примесь кальцита, флагопита и в небольшом количестве биотит. Диффракционные максимумы минералов не в полной мере отвечают картотеке идентификации, что свидетельствует о несовершенстве структуры присутствующих в сырье минералов.



W – вермикулит, K – кальцит, F – флагопит, B – биотит
Рисунок 3 – Дифрактограмма вермикулита измельченного

Исследованное сырье было подвергнуто процессу вспучивания при температурах 610, 720, 730, 850, 950 и 1050°C . Для этого в разогретую до превосходящей на 10°C от указанных температур лабораторную электрическую печь вносили пробу вермикулитового концентрата, определенного объема и фиксированной массы, и она подвергалась термической обработке в течение 15 ± 1 мин, после чего ее извлекали из печи и резко охлаждали. Показатели физико-химических свойств вспученного вермикулитового концентрата приведены в таблице.

Таблица 1 – Показатели физико-химических свойств вермикулитового концентрата в зависимости от режимов термообработки

Температура термообработ. вспучивания, °С	Продолжительность термообработки, мин	Плотность насыпная, кг/м ³		Коэффициент вспучивания, %	Потеря массы, %
		сырого	вспученного		
Вермикулитовый концентрат фракции 2–4 мм					
610	4	1,037	0,164	6,0	5,40
720	3	1,034	0,151	6,4	6,67
850	5	1,041	0,143	6,7	7,78
850	15	1,013	0,155	6,0	7,99
950	3	1,010	0,154	6,0	8,41
1000	3	1,042	0,163	5,8	9,02
Вермикулитовый концентрат фракции 0,5–1 мм					
720	3	1,111	0,183	5,70	6,12
730	3	1,037	0,177	5,50	6,07
850	5	1,048	0,176	5,5	7,44
950	3	1,031	0,190	5,0	8,05

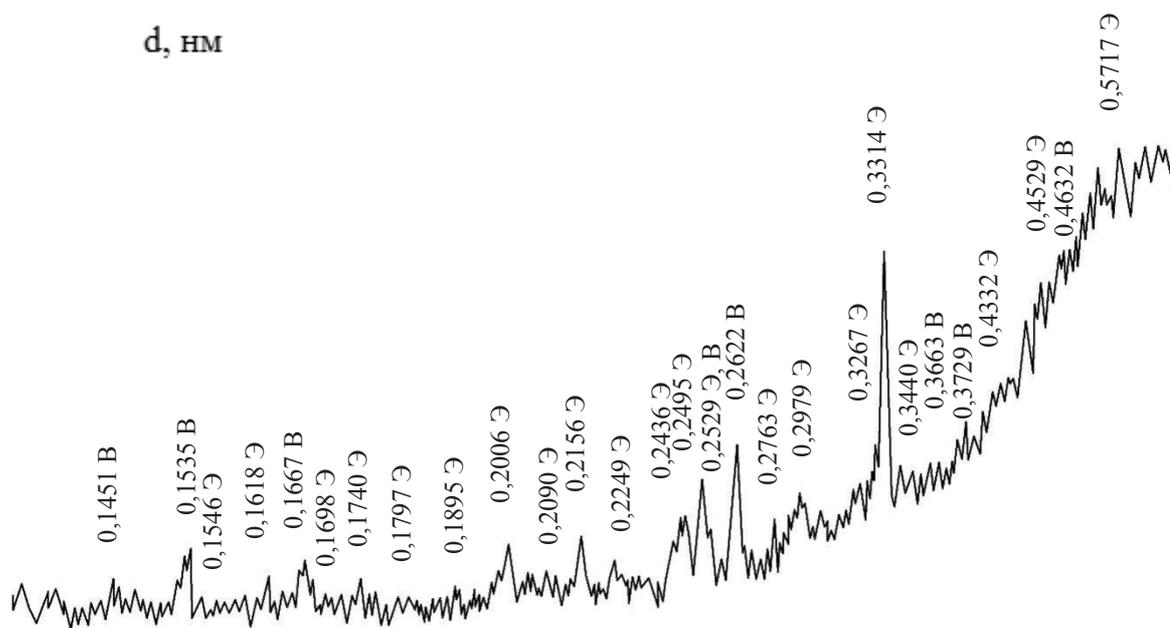
Результаты определения физико-химических свойств вермикулитового концентрата (насыпной плотности, коэффициента вспучивания, потери массы) в зависимости от температуры термообработки показывают значительное снижение плотности вспученного вермикулита при проведении его термической обработки. Наиболее существенное снижение насыпной плотности для проб обеих фракций отмечается при температуре 950 °С и составляет более 18 %. При этой же температуре наиболее значительно возрастает потеря массы.

Параллельная обработка проб обеих фракций выявила существенное различие в степени вспучивания. Для всех проб характерно резкое увеличение объема пакетов и их деление на тончайшие слюдяные пластинки, частично соединенные между собой. Частицы при термообработке подвергаются короблению и веероподобному раскрытию листочков и пластин, что обусловлено воздействием водяного пара, который при значительном давлении раздвигает листочки гидрослюды. При этом пакеты расщепляются на тончайшие слюдяные пластинки. Наряду с воздействием водяного пара в структурной решетке вермикулита, очевидно, возникают внутренние изменения вследствие удаления цеолитной и гидратной воды, что обуславливает коробление пакетов и раскрытие листочков.

Поэтому можно сделать вывод, что режим термообработки вермикулита напрямую зависит от размеров, формы и толщины

пластинок вермикулитового сырья. При этом наблюдается изменение цвета всех исследованных проб до светло-серо-коричневого.

Продукты термической обработки вермикулитового сырья подвергались исследованию их фазового состава с помощью рентгенофазового анализа. Установлено, что после вспучивания при температуре 950 °С и выше происходит образование энстатита, что иллюстрирует рентгенограмма, приведенная на рисунке 4.



В – вермикулит, Э – энстатит

Рисунок 4 – Дифрактограмма вермикулита вспученного