

3. Вольфсон, С.И. и др. Динамически вулканизированные термоэластопласты на основе смеси каучуков разной полярности и полипропилена / С.И. Вольфсон, Н.А. Охотина, О.А. Панфилова и др. // Вестник Казанского технологического университета. –2015. – Т. 18. – № 14. – С. 90.

4. Панфилова, О.А. Структура термопластичных вулканизатов на основе каучуков различной полярности и полипропилена / О.А. Панфилова, С.И. Вольфсон, Н.А. Охотина, и др. // Каучук и резина. – 2016. – № 4. – С. 10–14.

5. Панфилова, О.А. Совмещающие добавки для повышения взаимодействия на границе раздела фаз в термопластичных вулканизатах на основе каучуков различной полярности и полипропилена / О.А. Панфилова, С.И. Вольфсон, Н.А. Охотина, и др. // Каучук и резина. – 2017. – № 4. – С. 12–15.

УДК 691.535

<sup>1</sup>Г.М. Досанова, <sup>2</sup>Н.Х. Талипов, <sup>3</sup>И.А. Левицкий

<sup>1</sup>Каракалпакский государственный университет

<sup>2</sup>ГУП «Фан ва тараккиет», г. Ташкент

<sup>3</sup>Белорусский государственный технологический университет

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРМИКУЛИТОВ ТЕБИНБУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН**

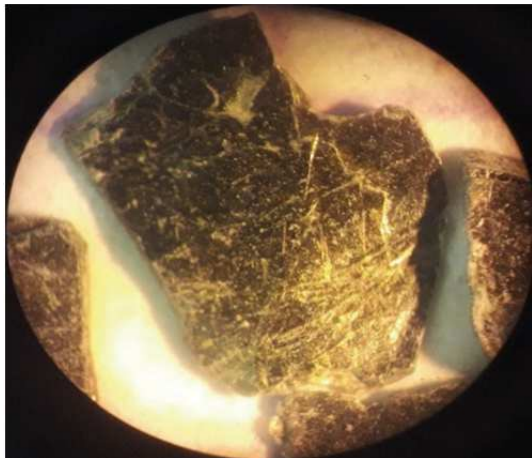
Объектом исследования явились вермикулиты, добываемые на месторождении Тебинбулак, расположенном в Северо-Западном окончании гор Султанувайс, в 16 км от поселка Каратау и в 8 км от железнодорожной станции Караузьяк в республике Каракалпакстан, Узбекистан.

Исследовались 2 пробы вермикулитового концентрата с размером зерен 0,5–1 мм и 2–4 мм.

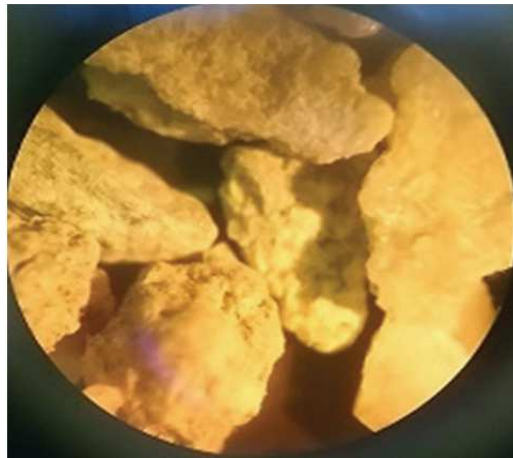
По визуальному осмотру исследованное минеральное сырье однородное, цвет – темно-серый. Представлено пластинчатыми агрегатами со стеклянным блеском, на плоскостях спайности – с перламутровым. Спайность совершенная в одном направлении. Листочки упругие, не ломкие, иногда собранные в многослойные пакеты.

Микроскопическим исследованием, проведенным с помощью микроскопа МБС–10 (Россия) при кратности увеличения 32, в обеих пробах сырья установлено преобладание пластинчатых агрегатов (ри-

сунок 1). Обнаружено наличие примесного кальцита с четко ограниченными кристаллами, образующими зернистые агрегаты, размером 1–3 мм (рисунок 2). При воздействии на кальцит 10 % HCl наблюдается бурное вскипание.



**Рис. 1 – Вермикулит**



**Рис. 2 – Кальцит**

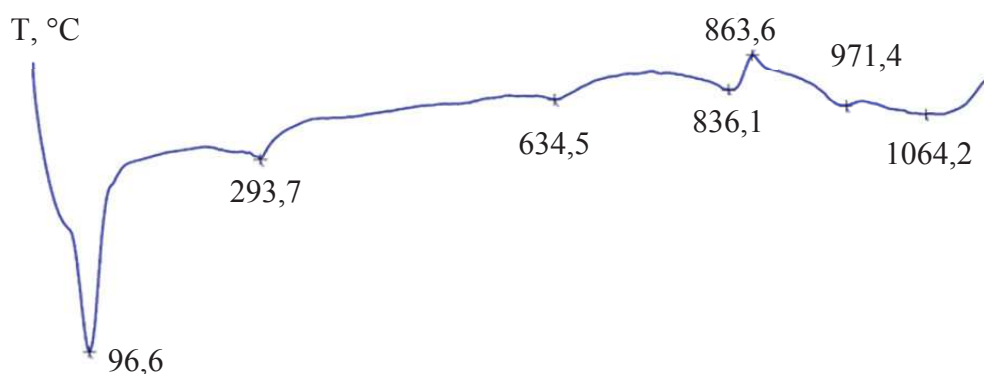
Химический состав вермикулитового концентрата усредненной пробы выполнен на волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре типа XRF–1800 фирмы Shimadzu (Япония).

Установлено, что химический состав вермикулита включает, мас. %: Na<sub>2</sub>O 1,67; MgO 19,00; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 13,10; SiO<sub>2</sub> 37,91; K<sub>2</sub>O 5,53; CaO 3,13; TiO<sub>2</sub> 1,87; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11,02; ZnO 0,01; BaO 0,54; NiO 0,03; SO<sub>3</sub> 0,2; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,08; MnO 0,07; SrO 0,03; Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,04. Потери при прокаливании составляют 5,77 мас. %.

С помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM–5610 LV (Япония) с системой химического анализа EDX JED–2201 JEOL установлен химический состав измельченного вермикулита, который включает следующие оксиды, мас. %: Na<sub>2</sub>O 0,55; MgO 15,61; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 17,48; SiO<sub>2</sub> 44,2; K<sub>2</sub>O 4,9; CaO 0,52; TiO<sub>2</sub> 2,40; FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14,34.

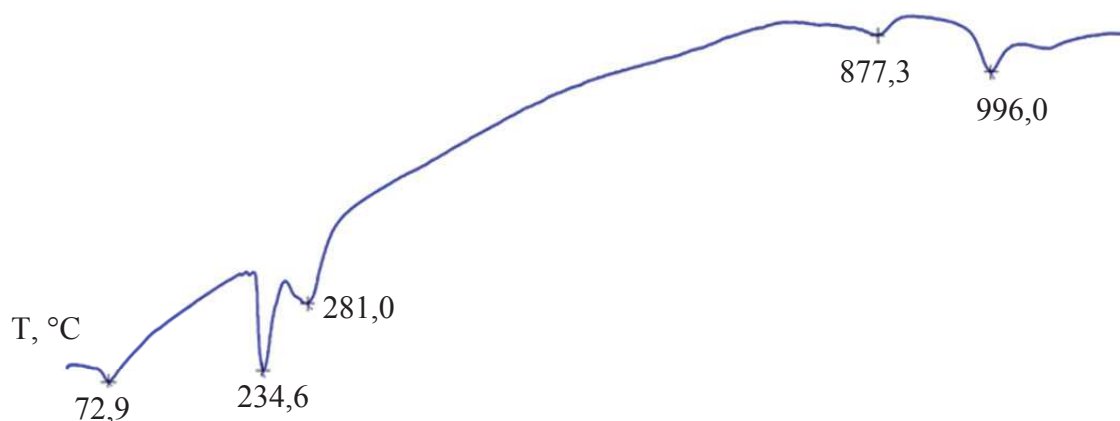
Исследование фазовых переходов в исследуемом вермикулите проводилось методом дифференциальной сканирующей калориметрии со скоростью 10 °C/мин на приборе DSC 404 F3 Pegasus NETZSCH (Германия) в интервале температур 20–1200 °C в инертной среде с погрешностью измерения ± 0,1 °C.

Одна из проб готовилась тщательным перетиранием усредненной пробы в яшмовой ступке, вторая проба представляла собой несколько тщательно отобранных агрегатов вермикулитового сырья диаметром около 2 мм, сложенных несколькими плотно прилегающими слоями. Кривая ДСК первой пробы представлена на рисунке 3, второй – на рисунке 4.



**Рис. 3 – ДСК измельченного вермикулита**

Первый глубокий эндотермический эффект на ДСК измельченно-го вермикулита соответствует 96,6 °С и связан с удалением гигроскопической влаги. Его значительная интенсивность для тщательно измельченной пробы вполне объяснима.



**Рис. 4 – ДСК вермикулита фракция 2,0 мм**

Что касается второго образца, то эндоэффект, обусловленный удалением гигроскопической влаги, несколько смещен в сторону более низких температур и составляет 72,9 °С.

Второй эндоэффект на кривой измельченного вермикулита обусловлен выделением химически связанной молекулярной (межпакетной воды) и отмечается при 293,7 °С. Для пробы, не подвергающийся измельчению этот эндоэффект более глубокий и также смещен в сторону более низкой температуры с формированием двойного эндотермического эффекта, наблюдаемого при 234,6 °С и 281,0 °С, с убыванием площади второго эндоэффекта, что характерно для ряда исследованных вермикулитов [1]. Первый из этих эффектов (234,6 °С) – удаление гигроскопической влаги, второй (281,0 °С) – химически связанной молекулярной (межпакетной) воды.

Далее для тонко измельченной пробы характерен эндотермический эффект при 634,5 °С, что обусловлено разложением кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ), присутствующего в качестве примеси. Естественно, что в отобранной пробе единичных агрегатов вермикулита этот эндоэффект отсутствует.

Следующий эндотермический эффект при 836,1 °С для тонкоизмельченного вермикулита обусловлен, по нашему мнению, выделением гидроксильной воды, сопровождающийся распадом кристаллической решетки вермикулита и кристаллизацией энстатита. Этот эндоэффект для отобранных агрегатов вермикулита фиксируется при 877,3 °С.

Только для измельченной пробы характерен эндоэффект с максимумом при 863,6 °С, обусловленный, очевидно окислением железа  $\text{Fe}^{2+}$  в  $\text{Fe}^{3+}$ , присутствующего в примесном минерале (биотита), что связано с особенностями метаморфизма исходных слюдистых минералов, присутствующих в вермикулитовом сырье [2].

Далее на кривой ДСК тонкоизмельченной пробы фиксируется эндотермический эффект при 971,4 °С и для отобранных агрегатов – при 996,0 °С, что связано с частичным оплавлением агрегатов вермикулита.

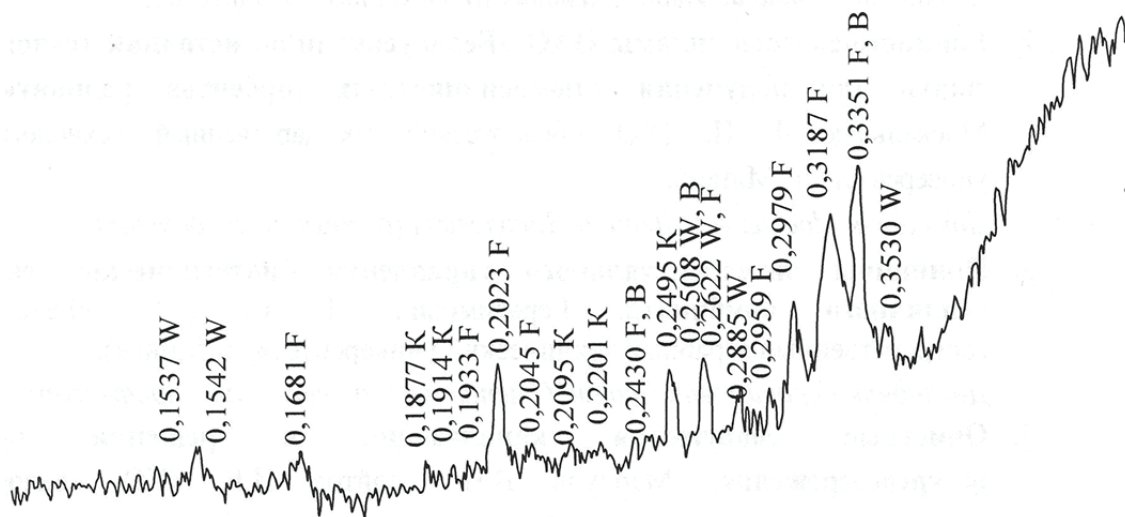
Для тонкоизмельченной пробы в связи с присутствием примесных минералов, в частности биотита, наблюдается эндоэффект при 1064,20 °С, обусловленный выделением из него конституционной воды, разрушением кристаллической решетки и образованием новой фазы – магнезиоферрита [1].

Рентгенофазовый анализ тонкоизмельченной пробы вермикулита проводился на рентгеновском диффрактометре типа ДРОН–3. Излучение –  $\text{CuK}_\alpha$ , детектор–сцинтиляционный счетчик. Запись проводилась в диапазоне углов  $2\Theta$ –5–70 °С с шагом 0,1°. Идентификация кристаллических фаз проводилась с применением международной картотеки Joint Comite on Powder Diffraction Standart, 2003.

Рентгенограмма тонкоизмельченного вермикулита представлена на рисунке 5.

Установлено, что основными кристаллическими фазами, присутствующими в вермикулитовом концентрате, является вермикулит. Имеются примеси кальцита (0,3035; 0,285; 0,2085 нм), флагопита (0,997; 0,338; 0,313 нм) и в минимальном количестве биотита (1,02; 0,339; 2,618 нм). Диффракционные максимумы, характерные для минералов, не в полной мере отвечают таковым по интенсивности справочным данным, что свидетельствует о несовершенстве структуры присутствующих в вермикулитовом концентрате минералов.

Термогравиметрический анализ проведен с помощью термоаналитической системы TGA/DSC–1/1600 HF фирмы METTLER TOLEDO Instruments (Швейцария) при скорости подъема температуры 10 °С в мин и погрешности ± (1–2) %.



W – вермикулит, Э – энстатит, F – флагопит, В – биотит

**Рис. 5 – Дифрактограмма вермикулита измельченного**

Установлено, что потери массы образцов тонкоизмельченного вермикулита составляют 2,56 % при 96,6 °С, далее при 293,7 °С они составляют 0,23 %, при 634,5 °С – 1,32 %. Эндозффект при 836,1 °С сопровождается потерей массы образца 1,39 %. Максимальная потеря массы происходит при 971,4 °С и составляет 1,66 %. Общая потеря массы образца составляет 7,19 %.

Проведенные исследования показали, что исследуемый вермикулитовый концентрат характеризуется наличием значительных количеств слабо связанной воды, что обуславливает высокую способность сырья к вспучиванию.

#### **Список использованных источников**

1. Термический анализ минералов и горных пород/ В.П. Иванова [и др.]. Л: Недра. – 1974.– С. 52–159.
2. Бердимбетова, Г.Е. Исследование структуры вермикулитовых глин месторождения Тебин-булак/ Г.Е Бердимбетова, В.А. Статов, У. Ерназаров. – Вестник КО АН РУз. – 2002. – № 5–6. – С. 34.
3. Абдигапбаров, А. Характеристики вермикулита Тебинбулакского месторождения РК/ А. Абдигапбаров, Г. Бердимбетова – Вестник КО АН РУз. – 2005. – № 3 – С. 21.