

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРМИКУЛИТА ТАТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ставер П.К., Полетаев Г.А.

Научные руководители – доцент Енджиевская И.Г., Василевская Н.Г.

Сибирский федеральный университет

Рациональное использование эффективных высокотемпературостойких теплоизоляционных материалов, к которым относится вермикулит, позволяет снизить материалоемкость конструкций и сократить потери в окружающую среду. Татарское месторождение, находящееся в Северо-Енисейском районе Красноярского края, позволяет существенно расширить номенклатуру теплоизоляционных изделий. Его запасы, утвержденные по категории С₁ составляют 2665 тыс. тонн вермикулита, по категории С₂ – 1692 тыс. тонн вермикулита. Среднее содержание вермикулита в руде составляет 48%. Фракционный выход концентрата из руды: 0,5 – 25%, 1,0 – 50%, 2,0 – 25%.

Одним из практически важных свойств вермикулита является его способность вспучиваться и превращаться в легкий эффективный теплоизоляционный материал. Поэтому изучение причин вспучивания вермикулита давно интересует ученых и производственников. От оптимизации этого процесса зависит качество получаемой продукции.

Исследователи приводят несколько значительных эндотермических эффектов, характеризующих процесс вспучивания вермикулитов. Первый эндотермический эффект в интервале 150-200⁰С связан с потерей адсорбционной воды. Второй значительный эндоэффект в интервале 240-280⁰С. Полагают, что в этом случае выделяется вода, связанная с обменными ионами (мепжпакетная). При этом приводится скачкообразная потеря в массе образцов. Третий незначительный эндотермический эффект, обусловленный выделением цеолитной воды, наблюдается в интервале 400-700⁰С; ещё один - при 710-840⁰С вызывается выделением кристаллизационной воды.

На кривых ДСК концентрата Татарского месторождения наблюдается интенсивный эндотермический эффект при 80-100⁰С, связанный с потерей адсорбционной воды (рис. 1). Два неглубоких эндоэффекта при 200⁰С и 255⁰С очевидно обусловлены выделением воды, связанной с обменными ионами.

Своеобразие вермикулита Татарского месторождения заключается в том, что эти эффекты чрезвычайно малы по сравнению с ранее исследовавшимися вермикулитами других месторождений.

На соответствующей кривой ТГ потеря массы в этих пределах составляет менее 1%. Эндоэффект при 400-700⁰С, связанный с выделением цеолитной воды, полностью отсутствует.

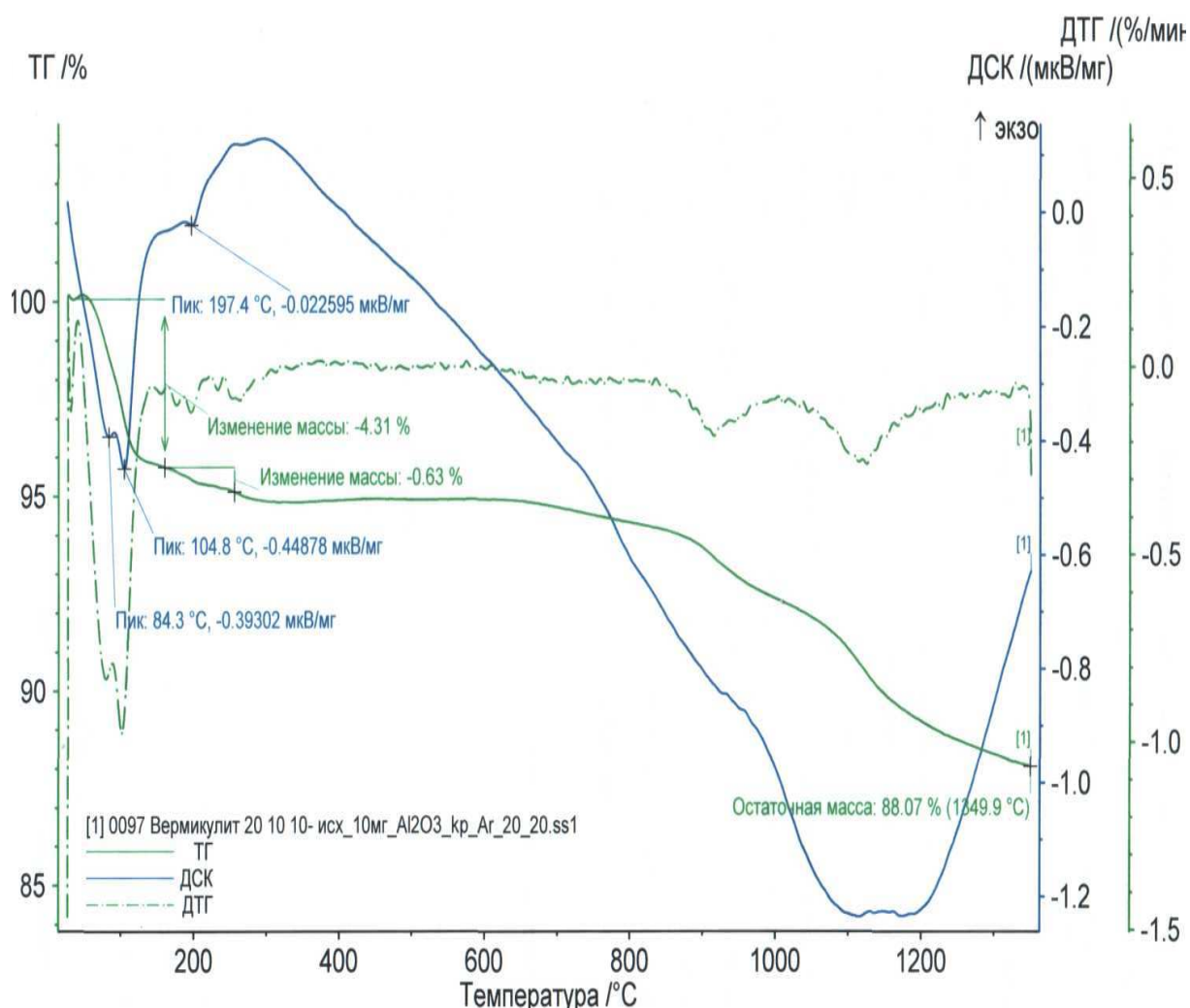


Рис.1 Кривые ДТГ вермикулита Татарского месторождени

Следует отметить, что несмотря на это, вермикулит Татарского месторождения хорошо вспучивается даже в мелких фракциях (табл. 1).

Известно, что вспучиваемость зерен вермикулита падает с уменьшением их диаметра и увеличением толщины. Исключение составляют очень тонкие пластинки (до 0,25 мкм).

Таблица 1

Коэффициент вспучивания вермикулита различной крупности

Наименование характеристики	К		
	ВТ-0,5	ВТ-1	ВТ-2
Коэффициент вспучивания	5-7	6-9	7-10

Исследовался химический состав концентрата вермикулита Татарского месторождения (табл. 2) в сравнении с вермикулитовыми породами.

Таблица 2

Химический состав вермикулитов

Минерал	Химический состав, %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	K ₂ O	H ₂ O	Остальные оксиды
Флогопит	38-45	10-17	-	-	21-29	7-10	0,3-5	
Биотит	32-44	9-31	0,13-20	2-27	0,3-28	6-11	0,9-4	
Вермикулиты	37-42	10-13	5-17	1-3	14-23	-	6-18	
Вермикулит Татарского месторождения	40,29	10,92	14,47		17,94	4,08	7,3-8,3	4,35

Физико-химические исследования показали, что вермикулит Татарского месторождения относится к биотитовому ряду с достаточно высокой степенью вермикулитизации биотита.

С учетом этих особенностей были предприняты исследования по разработке составов и технологии производства теплоизоляционного материала на основе вермикулита Татарского месторождения с использованием в качестве вяжущего жидкого стекла.

Как известно, стойкость камня на основе жидкого стекла может быть значительно повышена за счет правильного выбора отвердителя – кристаллизатора и использования термического отверждения.

В качестве кристаллизаторов в работе использовались кремнефтористый натрий Na₂SiF₆, хлористый кальций и оба совместно. Исследовалось влияние различных их концентраций на процесс твердения жидкого стекла и технология введения вяжущего в вермикулит. Из исследуемых составов готовили образцы размером 7x7x7, которые твердели в естественных условиях и при температуре 400⁰С. Выяснилось, что прочность выше у образцов с кристаллизатором Na₂SiF₆+CaCl₂ – 110 кгс/см². Плотность 280 кг/м³. Дальнейшим направлением исследований является получение пеносиликатной композиционной системы на основе жидкого стекла и вермикулита.

Также проводились исследования по разработке составов и технологии производства теплоизоляционного материала на основе вермикулита Татарского месторождения с использованием в качестве вяжущего ачинского портландцемента марки 400.

Сравнив все достоинства существующих технологий, приняли решение использовать литьевую, как наиболее простую.

Так как вспученный вермикулит поглощает большое количество воды, то для снижения расхода воды и повышения пластичности в смесь был введен пластификатор.

В качестве пластификатора использовалась добавка «Центромент» в количестве 0,8 % от массы вяжущего. Добавку вводили в смесь в жидком виде вместе с водой затворения.

Были разработаны 4 основных состава с различным соотношением цемента и вермикулита: 1/2,5; 1/5; 1/7,5; 1/9.

Особое внимание уделялось процессу перемешивания компонентов. Очень важно, чтобы гранулы вермикулита не ломались и не теряли первоначальных свойств. Для этого перемешивание следует выполнять в гравитационных смесителях.

Из исследуемых составов готовили образцы размером 7x7x7, которые твердели в естественных условиях. Образцы испытывали в возрасте 28 суток. Определялись следующие свойства – плотность и класс прочности на сжатие (табл. 3).

Таблица 3

Физико-механические свойства вермикулитобетона

состав		масса, кг	плотность кг/м ³	разрушающая нагрузка, кгс	Rсж, МПа	Класс бетона
1. ц=200 мл вер=500мл в+д=250мл	а б в	0,295	813	1560	3,18	2,50
2. ц=200 вер=1000 в+д=550	а б в	0,199 0,207	555 568	479,8 436,6	0,98 0,89	0,76 0,69
3. ц=200 вер=1500 в+д=850	а б в	0,168 0,155	473 446	225,1 300	0,46 0,61	0,36 0,47
4. ц=200 вер=1800 в+д=1000	а б в	0,133 0,139	385 389	150 229	0,31 0,47	0,24 0,31

Анализ полученных результатов показал, что увеличение вермикулита в общей массе смеси приводит к снижению показателей плотности и класса по прочности.

В соответствии с требованиями ГОСТа, второй и третий составы относятся к теплоизоляционным, а первый состав к конструктивно-теплоизоляционным.

Таким образом, разрабатываемые материалы на основе вермикулита Татарского месторождения позволяют расширить номенклатуру современного рынка теплоизоляционных материалов, а также целесообразны с точки зрения замены ряда экологически и пожароопасных материалов.