

УДК 666.972.125

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ЛЁГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО ВЕРМИКУЛИТОВОГО СЫРЬЯ

Б.А. Аюбеков, Н.П. Лысенко
ЮКГУ им. М.О. Ауезова, г. Шымкент

Снижение стоимости и повышение продолжительности службы промышленных печей, труб, боровов и других тепловых агрегатов могут быть достигнуты в ряде случаев за счёт применения жаростойких изделий. Наряду с тяжёлым конструктивным температуростойким бетоном, большое значение приобретают лёгкие температуростойкие бетоны, керамические изделия и др. Существенного увеличения объёма производства таких материалов можно достичь за счёт использования вспученного вермикулита.

Проведённые исследования на кафедре «ТСМИиК» [1-3] показали, что вспученный вермикулит на основе вермикулитовой породы Ирисуйского месторождения Южно-Казахстанской области обладает достаточно высокими теплотехническими свойствами. В процессе работы были изучены свойства исходных материалов, которые оказывают большое влияние на свойства полученного продукта.

В качестве основного материала применялся вспученный вермикулит, нефракционированный, необогащённый со средней плотностью 200-250 кг/м³, коэффициент теплопроводности которого равен 0,077 ккал/м·час·град, водопоглощение его составляло до 250%. Асбест хризолитовый (3Mg·2SiO₂·H₂O) представляет собой тонковолокнистую разновидность серпентина, длина волокон составляла от 1мм до 20-25 мм. Асбест использовался 5 сорта марки П-5-65 со средней плотностью – 225 кг/м³, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 7699-85. В работе применялась бентонитовая глина Дарбазинского месторождения с высокой связующей и адсорбционной способностью, средней плотностью 880-900 кг/м³. Химический состав глины приведён в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав глины Дарбазинского месторождения

Наименование	Содержание окислов в %									Температура спекания, °С
Бентонитовая глина	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaCO ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Огнеупорность, °С	1050-130
	60,5	16,06	5,36	3,5	1,27	3,5	1,07	1,1	до 1300	

В процессе работы были изучены свойства исходных материалов, определение которых производилось по стандартным методикам. Коэффициент теплопроводности определялся расчётным путём по формуле Некрасова Н.Н. [4]. Расчёт составов формовочных масс сводился к определению весовых расходов компонентов смеси, исходя из заданной средней плотности изделий и процентного содержания компонентов в смеси.

Расход сухих материалов на 1 м³ готовых изделий составил: вспученного вермикулита – 255,5 кг, асбеста – 59,5 кг, глины – 24,5 кг, крахмала – 10,5 кг.

В исследованиях определялась зависимость свойств вермикулитобетонов от добавки асбеста, глины, крахмала. Результаты влияния этих компонентов на свойства вермикулитобетонов приведены в таблице 2.

Особую роль в производстве вермикулитовых изделий играют добавки волокнистого строения. Вследствие плохой адсорбционной способности вермикулита ко многим связующим веществам необходимую прочность изделий получают повышенным расходом вяжущих, что влечёт за собой увеличение средней плотности и коэффициента теплопроводности изделий. В исследованиях ставилась задача: получить изделия с минимальной средней плотностью, достаточной прочностью и установить влияние содержания асбеста, глины и крахмала на свойства полученных изделий. Волокнистый каркас изделий на основе асбеста способствует лучшему оседанию дисперсных частиц вяжущих на волокнах, тем самым уменьшая количество вяжущего, теряемого с водами при формовании.

Таблица 2 – Зависимость свойств вермикулитобетонов от добавок

Состав по весу, %	В/Т	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, МПа	Коэффициент теплопроводности, ккал / м·ч·°С
Вспученный вермикулит – 68 Асбест – 17, глина – 10, крахмал – 5	2,5	352	0,526	0,08772
Вспученный вермикулит – 71 Асбест – 17, глина – 7, крахмал – 5	2,5	345	0,497	0,08695
Вспученный вермикулит – 73 Асбест – 17, глина – 5, крахмал – 5	2,5	340	0,490	0,08640
Вспученный вермикулит – 65 Асбест – 20, глина – 10, крахмал – 5	2,5	362	0,607	0,08882
Вспученный вермикулит – 70 Асбест – 15, глина – 10, крахмал – 5	2,5	350	0,547	0,08750
Вспученный вермикулит – 75 Асбест – 10, глина – 10, крахмал – 5	2,5	360	0,520	0,08860
Вспученный вермикулит – 78 Асбест – 7, глина – 10, крахмал – 5	2,5	366	0,523	0,08926
Вспученный вермикулит – 71 Асбест – 17, глина – 7, крахмал – 5	2,5	345	0,497	0,08695
Вспученный вермикулит – 72 Асбест – 15, глина – 10, крахмал – 4	2,5	350	0,456	0,08750
Вспученный вермикулит – 73 Асбест – 17, глина – 7, крахмал – 3	2,5	350	0,413	0,08750

Результаты исследований показывают, что добавка асбеста (7-20%) существенно повышает прочность изделий, снижает среднюю плотность и коэффициент теплопроводности. Можно объяснить высокой адсорбционной способностью волокон асбеста к неорганическим связующим веществам и армирующей ролью волокон асбеста в структуре образования изделий. Добавка асбеста более 20% незначительно повышает прочность. Поэтому за оптимальный состав в исследованиях была принята добавка асбеста 17%.

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что уменьшение содержания глины приводит к снижению средней плотности. При этом прочность изделий хотя и снижается, но остаётся достаточно высокой, превышающей прочность, предусмотренную техническими условиями. Поэтому за оптимальное содержание глины принято 7%.

Уменьшение содержания крахмала до 3% несколько увеличивает среднюю плотность, но прочность также является высокой, соответствующей техническим условиям ($R_{изг} = 0,4$ МПа).

По результатам исследований рекомендована следующая рецептура асбестовермикулитовых изделий: вспученный вермикулит – 73 %, асбест – 17 %, глина – 7 %, крахмал – 3 %. Для получения изделий были изготовлены специальные формы. Сначала вспученный вермикулит перемешивался в лабораторной мешалке 1-2 минуты с предварительно распушенным асбестом, сухая распушка которого производилась в лабораторных бегунах течение 2 минут. Затем добавляли глину и крахмал, растворённый в воде (с учётом воды затворения), в виде суспензии и перемешивали ещё 2-3 минуты. Свежеприготовленную смесь укладывали в смазанную машинным маслом форму с насадкой в виде скорлуп и сегментов, также в формы в виде кубов 10х10х10 см и 4х4х16 см и уплотняли на стандартном вибростоле 20-30 секунд, чтобы смесь заполнила всю форму. Отформованные изделия подвергались сушке в сушильном шкафу. С точки зрения сокращения сроков сушки, снижения расхода топлив, электроэнергии и стоимости изделий при выборе режима сушки ставилась цель: подобрать такой температурный режим, который позволил бы максимально сократить срок сушки изделий с учётом свойств материала в конкретных условиях производства. Был принят режим: начальная температура – 50°C (максимальная – 200°C), продолжительность – 23 часа. Свойства образцов, полученных при различных режимах сушки, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость свойств вермикулитобетона от режима сушки

Состав по весу, %	В/Т	Режим сушки, час	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, МПа	Коэффициент теплопроводности, ккал / м·ч·°С
Вспученный вермикулит – 73 Асбест – 17, глина – 7, крахмал – 3	2,5	300°C = 10	341	3,48	0,08651
		250°C = 15	346	5,61	0,08706
		200°C = 23	352	5,66	0,08772

Вывод: в результате проведённых исследований получены теплоизоляционно-конструктивные вермикулитобетоны с достаточно высокими теплотехническими свойствами: плотностью – 350 кг/м³, прочностью при изгибе 5 кг/см², коэффициентом теплопроводности – 0,08 ккал / м·ч·°С.

Литература

- 1 Алёхин Ю.А. и др. Минерально-сырьевая база строительных материалов. – Алма-Ата: Казахстан, 1973. – 592 с.
- 2 Лысенко Н.П. и др. Исследование вермикулитовых пород Шымкентской области с целью получения из них лёгкого заполнителя для бетонов // Сб. трудов КазХТИ, 1977, 1978, 1990, 1997. – Шымкент.
- 3 Лысенко Н.П. Получение вермикулитобетонов на базе местного сырья // Сборник трудов областного правления НТО. – Караганда: Стройиндустрия, 1984.
- 4 Дубенецкий К.Н. Пожнин А.П. Вермикулит – свойства, технология и применение в строительстве. – Л.: Стройиздат, 1971.

Қорытынды

Жеңіл жылу қаптағыш-конструкциялық бетонды, көлемі ұлғаятын вермикулит, асбест, сазбалшық және крахмал негізінен тұратын затты зерттеп алуға арналған. Алынған бұйымның қасиетін әртүрлі факторлардың әсер ететіні белгіленген.

Summary

The researches are devoted to receipt of the easy constructional concrete for thermal isolation. The components are increased-volume vermicular, asbestos, clay and starch. Influence of difference factors to qualities of received articles is fixed.