

A WAY OF DECREASING THE SHRINKING DEFORMATIONS OF HEAT-RESISTANT VERMICULITE-BASED CONCRETE

S.V. Bastrygina, A.D. Zhurbenko, R.V. Konokhov

Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS

A study of the effect produced by addition of vermiculite concentrate and preliminary drying at temperatures exceeding 100°C to reduce the shrinking deformations of vermiculite-concrete is presented. It is found that vermiculite concentrate added in amounts of 20% of the cement mass, as well as preliminary drying at 200°C, reduce the shrinking deformations of vermiculite-concrete more than 2 fold in comparison with reference compositions.

СНИЖЕНИЕ УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА

С.В. Бастрьгина, А.Д. Журбенко, Р.В. Конохов

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН

Как известно, жаростойкие бетоны подвергаются нагреванию до высоких температур непосредственно в тепловом агрегате и при этом испытывают деформации, состоящие из усадки при высушивании (воздушной) и усадки после нагревания (огневой). Высокие значения усадочных деформаций отмечаются у вермикулитобетона, что объясняется в основном высокой пористостью вспученного вермикулита и необходимостью введения значительного количества воды для приготовления удобоукладываемой смеси.

Снизить усадочные деформации предполагалось введением в сырьевую смесь вспучивающихся при обжиге материалов. В качестве компенсатора огневой усадки был использован вермикулитовый концентрат, (ВК) Ковдорского месторождения, который под действием высоких температур способен многократно увеличиваться в размерах. Помимо снижения усадочных деформаций, вспучивающаяся добавка должна способствовать снижению средней плотности изделий и повышению их теплотехнических свойств. В качестве микронаполнителя, который должен связывать свободный оксид кальция и быть устойчив к воздействию высокой температуры, использовали шамот, полученный из лома шамотного кирпича, пропущенного через щековую дробилку и размолотого в шаровой мельнице. Насыпная плотность тонкомолотой шамотной добавки 1245 кг/м³, удельная поверхность 260 м²/кг. Химический состав шамота (мас.%): SiO₂ - 51.73, Al₂O₃ - 34.0, MgO - 3.9, Fe₂O₃ - 1.9, CaO - 0.80, TiO₂ - 2.09. Выбор этой добавки обусловлен тем, что тонкомолотый шамот снижает температурные усадочные деформации цементного камня на 0.4-0.5% (Ремнев, 1995), является общедоступным и сравнительно дешевым продуктом.

Для исследований использовался вермикулитовый концентрат фракции 0.315-0.63 мм насыпной плотностью 782 кг/м³ в количестве до 25 % от массы цемента. Введение более мелких фракций вермикулита и небольшое их количество (до 10.0%) не приводит к заметному снижению усадки. Для получения бетона необходимой марки по прочности В1 расход цемента принимали равным 400 кг на 1 м³ бетона, добавка тонкодисперсного шамота составляла 30% от массы цемента. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние содержания ВК на усадочные деформации вермикулитобетона

№/№	Исследуемые составы		Усадка, %		Плотность бетона, кг/м ³	R _{сж.} , МПа
			воздушная	огневая		
1	Вермикулитобетон с	0	0.14	3.39	675	2.05
2	добавкой ВК,	10	0.47	3.48	663	2.18
3	% от массы цемента	15	0.42	3.44	651	1.62
4		20	0.47	3.27	645	1.54
5		25	0.42	3.13	636	1.42

Исследованиями установлено, что при увеличении содержания ВК до 25% величина усадки снижается на 8 % по сравнению с бездобавочным вариантом и на 10% по сравнению с добавкой 10 % ВК. Отмечается также снижение плотности и прочности бетона.

Так как при сушке изделий при 100°C за счет использования ВК не удалось существенно снизить огневую усадку, доведя ее до нормируемого показателя в 1.5% для данного класса жаростойкого бетона были проведены исследования по снижению усадочных деформаций вермикулитобетона путем проведения предварительной сушки при различных температурах.

Для проведения этих экспериментов образцы вермикулитобетона после режимов твердения и сушки помещались в муфельную печь и нагревались до 150, 200 и 250°C, соответственно, где выдерживались 4 часа, после чего замерялась их усадка. Затем образцы обжигались в силитовой печи до максимально возможной температуры эксплуатации (1000°C). Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние температуры сушки на свойства вермикулитобетона (обжиг при 1000°C)

№ сост.	Свойства	Температура сушки, °C			
		100	150	200	250
1	Усадка, %:				
	воздушная	0.14	0.65	0.70	0.71
	огневая	3.39	2.72	2.65	2.44
	общая	3.53	3.37	3.35	3.15
2	Усадка, %:				
	воздушная	0.47	0.56	0.98	0.85
	огневая	3.48	2.57	1.72	2.00
	общая	3.95	3.13	2.70	2.85
3	Усадка, %:				
	воздушная	0.42	0.84	0.99	0.85
	огневая	3.44	2.00	1.86	2.00
	общая	3.86	2.84	2.85	2.85
4	Усадка, %:				
	воздушная	0.47	0.70	0.85	0.99
	огневая	3.27	2.28	1.43	1.59
	общая	3.74	2.98	2.28	2.58
5	Усадка, %:				
	воздушная	0.42	0.57	0.84	0.85
	огневая	3.13	2.27	1.57	2.14
	общая	3.55	2.84	2.41	2.99

Большое влияние на сушку жаростойкого бетона оказывают явления, протекающие при выделении свободной и межслоевой воды. Зона интенсивного испарения появляется в бетоне при его нагреве свыше 100°C. По мере подъема температуры и сушки материала она перемещается вглубь бетона. При этом влага в зоне испарения превращается в пар, который перемещается к нагревательной поверхности.

С дальнейшим углублением фронта испарения в бетон возрастает гидродинамическое сопротивление материала перемещению пара, и при большой скорости фазового превращения, по сравнению со скоростью переноса массы вещества, возникает перепад давления. Наибольшим он будет у фронта испарения со стороны потока тепла, и величина его зависит от структуры материала, т.е. от его пористости. Кроме того, на величину градиента давления влияет вид связи воды. Наибольшее давление в вермикулитобетоне на портландцементе наблюдается при нагревании его до 200°C. При этой температуре (170-200°C) образуется первый эндотермический эффект у вермикулита, связанный с удалением межслоевой воды. Кроме того, к общему количеству влаги присоединяется вода, выделяющаяся при нагревании гидратированных клинкерных минералов цемента. По-видимому, вышеуказанное и является причиной наибольшего снижения усадки при 200°C.

Таким образом, За счет предварительной сушки вермикулитобетона при 200°C и введения более 10% ВК удастся снизить огневую усадку до показателей менее 2%, а при введении ВК в количестве 20% - до 1.43%, что соответствует требованиям стандарта для жаростойкого бетона заданного класса по плотности.

Литература

Ремнев В.В. Эффективные жаростойкие вяжущие и бетоны на их основе для строительства и ремонта тепловых агрегатов//Строительные материалы. - 1995. - № 5. - С.22-23.