

Огнезащитные гипсовые растворы на вспученном вермикулите с применением вулканического пепла

Т.А. Хежеев, А.Р. Кажаров, М.А. Гегиев, М.Х. Канкулов, З.Б. Мукаева,

Т.Б. Токмаков, Р.С. Чеченов

Кабардино-Балкарский государственный университет, Нальчик

Аннотация: Разработаны гипсовые огнезащитные композиты с использованием вспученного вермикулита, вулканического пепла и многофункциональной добавки Д-5. Выявлено, что введение добавки Д-5 по массе от вяжущего заметно ускоряет сроки схватывания композиционного гипсового раствора на вспученном вермикулите, гипсовермикулитовые растворы с добавками портландцемента и Д-5 имеют более высокую водостойкость. Разработаны составы композиционного гипсового раствора на вспученном вермикулите и пепле. Установлено, что вулканическим пеплом фракции 0,0-0,315 мм можно заменить вспученный вермикулит без заметного увеличения средней плотности. Добавки портландцемента и Д-5 увеличивают прочность гипсового композиционного вермикулитового раствора с пеплом, коэффициент размягчения композита возрастает до 0,75.

Ключевые слова: гипс, портландцемент, вермикулит вспученный, пепел вулканический, добавка Д-5, огнезащита, гипсовый вермикулитовый раствор, прочность на изгиб и сжатие, средняя плотность, коэффициент размягчения.

Количество пожаров в нашей стране и за рубежом растет с каждым годом. Это приводит к росту материального ущерба и человеческих жертв. Низкая огнестойкость несущих тонкостенных железобетонных и металлических конструкций приводит к их обрушению и гибели людей.

Огнестойкость строительных конструкций можно существенно повысить путем устройства теплоизолирующих покрытий на портландцементе и гипсе [1-5]. Гипсовые вяжущие нашли большое применение для огнезащиты строительных конструкций благодаря его свойствам: относительно низкая теплопроводность и легкость, достаточная огнестойкость, невысокие энергозатраты и экологичность производства [6].

Для повышения огнезащитных свойств гипсовых материалов используют легкие заполнители. Наибольшее применение нашли вспученный вермикулит и перлит [1, 5, 7].

К недостаткам гипсовых вяжущих и изделий относятся ползучесть и низкий коэффициент размягчения [6].

Недостатки гипсовых вяжущих и растворов можно устранить за счет применения активных минеральных добавок и пластификаторов. Для этого в гипс можно вводить тонкомолотые вулканические рыхлые породы [8, 9].

Цель работы заключалась в разработке огнезащитных гипсовых растворов на вспученном вермикулите с применением вулканического пепла и пластификатора с улучшенными характеристиками.

В экспериментах применялись: гипс марки Г–5 БП; портландцемент ПЦ500-ДО; вермикулит вспученный с насыпной плотностью 150 кг/м^3 и зернами до 2,5 мм; пепел вулканический с зернами до 2,5 мм; добавка Д–5 производства г. Владикавказ [10-12].

Гранулометрические характеристики вермикулита и пепла представлены в табл. 1.

Таблица 1

Гранулометрические характеристики вермикулита и пепла

Заполнитель	Частные остатки на ситах, %					Прошло сквозь сито 0,14
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Вермикулит	54	31	6,2	4	2,8	2
Пепел	13,5	19,5	22	24	18	3

В работе [13] нами были проведены исследования свойств композиционного вяжущего с применением гипса, цемента и многофункциональной добавки Д–5. Выявлено, что прочность композита существенно возрастает на 28 сутки твердения и незначительно через 2 часа

твердения по сравнению с гипсовыми. Введение добавки Д-5 существенно ускоряет сроки схватывания композиционного вяжущего.

Вначале было исследовано влияние соотношения гипса, вспученного вермикулита, цемента и многофункциональной добавки на свойства огнезащитного композита. Из композиционного гипсового раствора на вспученном вермикулите нормальной плотности изготавливались образцы-балочки размерами 4x4x16 см, балочки хранились в естественных условиях, затем свойства композитов определялись по ГОСТ 23789–79.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики гипсовермикулитового раствора

Отношение вяжущего к заполнителю по объему	Замена портланд-цементом гипса, в % по массе	Д-5, в % по массе вяжущего	Сроки схватывания, мин		Прочность на изгиб, МПа		Прочность на сжатие, МПа	
			начало	конец	через 2 ч	на 28 сутки	через 2 ч	на 28 сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1:2	–	–	6,25	17,32	1,05	1,13	1,40	2,20
1:2	–	2	5,20	15,27	0,84	1,05	1,30	1,80
1:2	–	3	4,10	12,16	0,46	1,05	1,10	1,59
1:2	20	–	6,30	16,02	0,58	1,39	1,20	2,60
1:2	20	2	5,54	13,11	0,40	1,23	0,95	1,88
1:2	20	3	5,20	11,13	0,39	1,17	0,86	1,68
1:3	–	–	8,32	17,10	0,45	0,83	0,81	1,32
1:3	–	2	7,41	15,05	0,41	0,71	0,75	1,26
1:3	–	3	7,08	14,33	0,39	0,68	0,72	1,19
1:3	20	–	8,23	16,48	0,32	0,50	0,68	1,65
1:3	20	2	7,21	14,42	0,30	0,47	0,65	1,58
1:3	20	3	6,58	14,16	0,29	0,41	0,63	1,49

Из таблицы 2 следует, что применение добавки Д–5 до 2–3 % по массе от вяжущего заметно ускоряет сроки схватывания композита, прочностные характеристики раствора остаются практически неизменными. Во время испытания растворы имели плотность 460–700 кг/м³ и влажность на 28 суток твердения 4,1–7,0 %, добавка Д–5 снижает остаточную влажность за счет уменьшения водовяжущего отношения. Коэффициент размягчения композиционного вяжущего повысился с 0,45 до 0,68, образцы с добавками портландцемента и Д–5 имеют более высокую водостойкость.

Далее исследовалась возможность замены части вермикулита пеплом для снижения себестоимости композита (табл. 3).

Таблица 3

Характеристики гипсовермикулитового раствора с применением
вулканического пепла

Отношение вяжущего к вермикулиту по объему	Пепел по объему взамен вермикулита	Замена портландцементом гипса, в % по массе	Д–5, в % по массе вяжущего	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на изгиб, МПа		Прочность на сжатие, МПа	
					через 2 ч	на 28 суток	через 2 ч	на 28 суток
1:2	фракция 0-0,315 мм	–	–	578	0,48	0,82	1,00	1,20
1:2	фракция 0-0,315 мм	–	2	632	0,53	1,13	1,10	1,60
1:2	фракция 0-0,315 мм	–	3	668	0,61	1,21	1,30	1,70
1:2	фракция 0-0,315 мм	20	–	679	0,33	1,22	0,71	1,60
1:2	фракция 0-0,315 мм	20	2	699	0,39	1,50	0,83	2,00
1:2	фракция 0-0,315 мм	20	3	715	0,43	1,54	0,93	2,28
1:3	фракция 0-0,315 мм	–	–	511	0,31	0,59	0,44	1,01
1:3	фракция 0-0,315 мм	–	2	523	0,35	0,62	0,53	1,20
1:3	фракция 0-0,315 мм	–	3	550	0,42	0,68	0,61	1,40
1:3	фракция 0-0,315 мм	20	–	562	0,29	0,51	0,38	1,20

1:3	фракция 0-0,315 мм	20	2	578	0,34	0,57	0,45	1,50
1:3	фракция 0-0,315 мм	20	3	593	0,39	0,63	0,50	1,70

Исследования показали, что вулканическим пеплом фракции 0,0-0,315 мм можно заменить вспученный вермикулит без заметного увеличения средней плотности. Добавки портландцемента и Д-5 увеличивают прочность гипсового композиционного вермикулитового раствора с пеплом, коэффициент размягчения композита возрастает до 0,75. Установлено, что комплексная добавка Д-5 улучшает реологию смеси и повышает прочность огнезащитного гипсового композиционного раствора.

Литература

1. Руководство по выполнению огнезащитных и теплоизоляционных штукатурок механизированным способом. М.: Стройиздат, 1977. 46 с.
2. Journal of Materials Science Letters. 1987. Vol. 6. № 5. PP. 562–564.
3. Steel Strategy and Fire Protection. International Construction. 1972. Vol. 11. № 1. PP. 13 – 15.
4. Некрасов К.Д., Масленникова М.Г. Легкие жаростойкие бетоны на пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1982. 152 с.
5. Денисов А.С., Швыряев В.А. Теплоизоляционные жаростойкие торкрет-массы на основе вермикулита. М.: Стройиздат, 1973. 104 с.
6. Гипс: исследование и применение гипсовых строительных материалов / пер. с нем. под ред. В.Б. Ратинова. М.: Стройиздат, 1981. 223 с.
7. Хежев Х.А., Хежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие композиты с применением вулканических горных пород // Инженерный вестник Дона, 2011. №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710.
8. Ахматов М.А. Эффективность применения местных строительных материалов и бетона. Нальчик: Эльбрус, 1986. 160 с.

9. Ахматов М.А. Эффективность применения легких бетонов, изделий и конструкций из них // Строительные материалы. 1998. № 4. С. 9 – 13.

10. Хежев Т.А., Жуков А.З., Журтов А.В., Гулиев М.И., Хежев А.Л., Глашев А.Х. Жаростойкие фиброармированные композиты на основе вулканической пемзы // Инженерный вестник Дона, 2016. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3582.

11. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. М.: Стройиздат, 1979. – 126 с.

12. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат. 1989. – 186 с.

13. Хежев Т.А., Кажаров А.Р., Алкассир Ф., Браева Д.А., Гергов А.В., Османова А.А. Композиционные гипсовые растворы на вулканическом пепле с многофункциональной добавкой // Инженерный вестник Дона, 2018. №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4955.

References

1. Rukovodstvo po vypolneniyu ognезashchitnykh i teploizolyatsionnykh shtukатурок mekhanizirovannym sposobom [Management on the fulfillment of fire-retardant and thermal insulation plasterings in a mechanized manner]. М.: Stroyizdat, 1977. 46 p.

2. Journal of Materials Science Letters. 1987. Vol. 6. № 5. pp. 562–564.

3. Steel Strategy and Fire Protection. International Construction. 1972. Vol. 11. № 1. pp. 13 – 15.

4. Nekrasov K.D., Maslennikova M.G. Legkie zharostoykie betony na poristyykh zapolnitelyakh [Light heat-resistant concrete on the porous fillers]. М.: Stroyizdat, 1982. 152 p.

5. Denisov A.S., Shvyryaev V.A. Teploizolyatsionnye zharostoykie torkret-massy na osnove vermikulita [Thermal insulation high-temperature gunite-masses on the basis of the vermiculite]. М.: Stroyizdat, 1973. 104 p.



6. Gips: issledovanie i primenenie gipsovykh stroitel'nykh materialov [Gypsum: a study and the application of gypsum building materials]. Per. s nem. pod red. V.B. Ratinova. M.: Stroyizdat, 1981. 223 p.

7. Khezhev Kh.A., Khezhev T.A., Kimov U.Z., Dumanov K.Kh. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2011. №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710.

8. Akhmatov M.A. Effektivnost' primeneniya mestnykh stroitel'nykh materialov i betona [Effectiveness of the application of local building materials and concrete]. Nal'chik: El'brus, 1986. 160 p.

9. Akhmatov M.A. Stroitel'nye materialy. 1998. № 4. pp. 9 – 13.

10. Khezhev T.A., Zhukov A.Z., Zhurtov A.V., Guliev M.I., Khezhev A.L., Glashev A.KH. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016. №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3582.

11. Khigerovich M.I., Bayer V.E. Gidrofobno-plastifitsiruyushchie dobavki dlya tsementov, rastvorov i betonov [The Hydrophobic- plasticizing additives for the cements, the solutions and the concretes]. M., Stroyizdat, 1979. 126 p.

12. Ratinov V.B., Rozenberg T.I. Dobavki v beton [Additives to the concrete]. M., Stroyizdat. 1989. 186 p.

13. Khezhev T.A., Kazharov A.R., Alkassir F., Braeva A.A., Gergov A.V., Osmanova A.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4955.