

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №3, Том 11 / 2019, No 3, Vol 11 <https://esj.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/06SAVN319.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Белова Т.К. Штукатурные растворы с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе модифицированных сухих строительных смесей // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/06SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Belova T.K. (2019). Plastering mortars with improved performance properties based on modified dry building mixtures. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/06SAVN319.pdf> (in Russian)

УДК 691.555

ГРНТИ 67.09.33

Белова Татьяна Константиновна

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия
Старший преподаватель кафедры «Технологии строительного производства»

Кандидат технических наук
E-mail: belova_tatyana_90@mail.ru

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?user=fukuNB8AAAAJ&hl=ru>

Штукатурные растворы с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе модифицированных сухих строительных смесей

Аннотация. В статье представлены результаты исследований свойств штукатурных цементных растворов, приготовленных с применением модифицирующей добавки. В качестве модифицирующей добавки рассматривается применение базальтовой микрофибры с поверхностью, модифицированной углеродными наночастицами. Актуальность представленных исследований обусловлена повышением требований, предъявляемых к качеству и долговечности ограждающих конструкций зданий. Также представляет интерес исследования свойств цементных композитов с микроразмерными наполнителями, являющимися носителями углеродных наночастиц. В статье также отражены достоинства и недостатки смесей на основе цементных вяжущих.

В работе представлены описание применяемых материалов и методик исследования. Автором исследованы следующие показатели качества штукатурных растворов: плотность, прочность при сжатии и при изгибе, деформация усадки и прочность сцепления с основанием. В статье представлены составы исследуемых цементных растворов смесей. Определены прочностные свойства растворов исследуемых составов, которые указывают на уплотнение структуры цементного композита за счет введения модифицированных микроволокон. Автором показано снижение деформаций усадки растворов модифицированных составов и соответствие данного показателя требованиям нормативных документов. Исследована прочность сцепления штукатурного раствора с основанием, в качестве которого применялся керамический кирпич. Доказана эффективность применения модифицированных углеродными наночастицами микроволокон в составе цементного композита и улучшение его эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: штукатурные растворы; цементные растворы; сухие строительные смеси; базальтовая микрофибра; наномодификатор; модифицированная базальтовая микрофибра; эксплуатационные свойства

В настоящее время большое внимание уделяется обеспечению высокого уровня качества штукатурных покрытий стеновых кладочных конструкций зданий [1]. Штукатурное покрытие является составляющей системы «кладка-штукатурное покрытие», поэтому его качество оказывает влияние на состояние и долговечность стеновой ограждающей конструкции [2].

Несмотря на огромный выбор существующих на строительном рынке сухих строительных смесей, самыми популярными для штукатурных работ остаются сухие смеси на основе цементных вяжущих [3–6]. Данное обстоятельство обусловлено рядом причин:

1. Устойчивость цементных штукатурных покрытий к колебаниям температур и влажности, в результате чего их можно устраивать в помещениях без отопления и в помещениях с повышенной влажностью.
2. Повышенная прочность цементного покрытия по сравнению с гипсовым.
3. Хорошая адгезия цементных растворов к каменным и бетонным основаниям.
4. Пригодность цементных смесей для выравнивания поверхностей с крупными дефектами.

Вместе с тем, цементные покрытия подвержены повышенному трещинообразованию, что значительно снижает качество и долговечность ограждающей стеновой конструкции. Основной причиной возникновения трещин в штукатурном покрытии является усадка цементного раствора при твердении и его относительно невысокая прочность на растяжение при изгибе [7; 8].

Известно, что улучшить эксплуатационные качества цементного композита можно, управляя процессом его структурообразования путем введения в его состав микроразмерных компонентов с поверхностью, модифицированной наномодификаторами. Так, в работах [9; 10] показан опыт получения цементных композитов с повышенной прочностью на растяжение при изгибе, где в качестве модифицирующего компонента применялась базальтовая микрофибра с поверхностью, модифицированной углеродными наночастицами. В работе [11] модифицированная базальтовая микрофибра (МБМ) вводилась в цементную растворную смесь при устройстве покрытий монолитных полов. В результате было достигнуто выраженное улучшение эксплуатационных свойств отделочного покрытия.

В данной работе исследована возможность применения МБМ в составе сухой строительной смеси для устройства штукатурных покрытий с улучшенными эксплуатационными характеристиками. В качестве исследуемых параметров выбраны следующие показатели качества затвердевшего раствора: средняя плотность, прочность при сжатии и изгибе в возрасте 28 суток твердения, деформации усадки и прочность сцепления с основанием в возрасте 28 суток твердения.

Для изготовления модифицированных сухих строительных смесей использовались следующие материалы.

В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства г. Новотроицк, «Южно-уральская горно-перерабатывающая компания». Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н соответствует требованиям ГОСТ 31108-2016 и ГОСТ 30515-2013.

В качестве заполнителя использовался песок для строительных работ Архиповского месторождения Оренбургской области фракции 0,16–1,25 мм. Перед использованием песок высушен до постоянной массы при температуре 100–115 °С. Насыпная плотность песка 1480 кг/м³, истинная – 2500 кг/м³, модуль крупности 1,58.

В качестве модифицирующего компонента применялись базальтовые микроволокна производства ООО «НТЦ Прикладных нанотехнологий» (ТУ 5761-014-13800624-2004). Средний диаметр микроволокон $d = 8-10$ мкм, длина $l = 500$ мкм. На поверхность базальтовых микроволокон методом распыления суспензии нанесены полиэдральные многослойные углеродные наночастицы фуллероидного типа с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм и средним размером частиц 60–200 нм.

Для улучшения удобоукладываемости растворных смесей применялся суперпластификатор «Штайнберг GROS-63МС» (ТУ 5745-008-69867132-2011).

Для затворения смеси применяли питьевую воду, соответствующую требованиям ГОСТ 23732-2011.

Показатели качества затвердевшего штукатурного раствора определялись согласно стандартным методикам испытаний (таблица 1).

Таблица 1

Методы испытаний

Показатель качества	Метод испытания	Форма образца	Геометрические размеры образца, мм	Количество образцов в серии
1	2	3	4	5
Прочность при сжатии	ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии»	куб	длина ребра 70,7	3
Прочность при изгибе	ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии»	призма квадратного сечения	40x40x160	3
Плотность	ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний»	куб	длина ребра 70,7	3
Деформация усадки	ГОСТ 24544-81 «Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести»	призма квадратного сечения	40x40x160	3
Прочность сцепления с основанием	ГОСТ 31356-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем»	призма	50x50x10	5

Составлено автором

На первом этапе готовилась сухая строительная смесь, в состав которой входили следующие компоненты: цемент, песок, МБМ. Затем после затворения сухой смеси водой с добавкой суперпластификатора перемешивание компонентов проводилось в лабораторном смесителе механического принудительного действия.

После изготовления образцы хранились в формах (24 ± 1) ч. в ванне с гидравлическим затвором, обеспечивающей относительную влажность воздуха не менее 90 %. По истечении указанного времени хранения образцы осторожно расформовывались и укладывались в ванну с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом. По истечению срока хранения образцы вынимали из воды и не позднее чем через 30 мин. подвергали испытанию.

С целью оценки влияния введения модифицированных микроволокон на свойства цементного раствора готовили смеси различных составов. За постоянные факторы приняты: цементно-песчаное отношение Ц:П = 1:3, водоцементное отношение В/Ц = 0,45.

Содержание суперпластификатора в смесях варьировалось с целью достижения равной подвижности марки Пк3 при постоянном водоцементном отношении. Установление подвижности марки Пк3 обусловлено требованиями ГОСТ 33083-2014 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия». Кроме этого, варьировалось содержание МБМ в составах. За контрольный был принят состав растворной смеси без содержания МБМ, с содержанием суперпластификатора в количестве 0,3 % от массы цемента (таблица 2).

Таблица 2

Составы исследуемых растворных смесей на 1 м³ растворной смеси

№	Цемент, кг	Песок, кг	Вода, л	Суперпластификатор, % от массы Ц/кг	МБМ, % от массы Ц/кг
1к	420	1260	189	0,3/1,26	-
1	418	1254	188,1	0,5/2,4	0,2/0,836
2	417	1251	187,6	0,6/2,5	0,4/1,672
3	415	1245	186,75	0,8/3,32	0,6/2,5

Составлено автором

Образцы испытывались в возрасте 28 суток твердения. В результате испытаний исследуемых составов получены следующие прочностные показатели растворов (таблица 3).

Таблица 3

Прочностные характеристики исследуемых составов

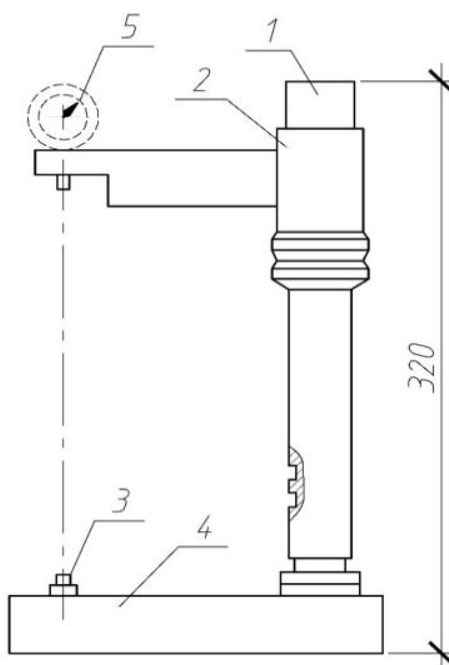
№ состава	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Увеличение прочности, %		Удельная эффективность, МПа/кг	
		при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии
1к	2060	4,31	30,2	-	-	-	-
1	2090	5,6	31	30	2,6	1,54	0,96
2	2100	5,9	31,4	36,9	3,9	0,95	0,72
3	2118	6,4	31,9	48,5	5,6	0,84	0,68

Составлено автором

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что введение МБМ положительно сказывается на динамике прироста прочности. При этом предел прочности при изгибе увеличивается в большей мере (до 48,5 %) в сравнении с тем же показателем при сжатии (до 5,6 %). Увеличение предела прочности при изгибе способствует повышению трещиностойкости цементных растворов. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии модифицированных базальтовых микроволокон на структурообразование цементного камня, уплотнение его структуры, в том числе и на границах раздела фаз [12]. Базальтовые микроволокна являются носителем активного вещества, а их распределение в растворной смеси обеспечивает улучшение эксплуатационных свойств цементного композита.

Помимо увеличения показателя прочности при изгибе на повышение трещиностойкости покрытия оказывает влияние деформация усадки цементного раствора. Изучение характера развития деформаций усадки цементно-песчаного раствора с МБМ проводили на образцах выше указанных составов.

Для определения деформаций усадки применялось устройство УБ-40, предназначенное для измерения деформации усадки цементных образцов размерами 40x40x160 мм (рисунок 1).



1 – стойка; 2 – кронштейн; 3 – конусообразный выступ; 4 – нижняя опора; 5 – индикатор

Рисунок 1. Схема устройства УБ-40 (заимствовано из ГОСТ 24544-81)

Последний отсчет деформаций усадки проводился в возрасте 98 суток твердения раствора, так как к указанному времени три последовательных измерения показывали приращение деформаций, не превышающее погрешность прибора. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4

Деформации усадки исследуемых составов

№ состава	Деформация усадки, мм/м	Снижение деформаций усадки по сравнению с контрольным составом, %
1к	1,57	-
1	0,95	-39,5
2	0,72	-54,1
3	0,64	-59,2

Составлено автором

На основании полученных данных снижения деформаций усадки модифицированных растворов можно сделать вывод о том, что МБМ в растворяющей смеси выполняют роль «компенсаторов напряжений», что способствует получению структуры раствора, способной противостоять действиям усадочных деформаций. Согласно ГОСТ 33083-2014 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия» деформация усадки затвердевшего штукатурного раствора не должна превышать 1 мм/м. Таким образом, растворы исследуемых составов соответствуют нормативным требованиям.

В работе также определялась прочность сцепления раствора с основанием. В качестве основания применялся рядовой керамический полнотелый кирпич, соответствующий требованиям ГОСТ 530-2012. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

С увеличением дозировки МБМ в составах незначительно увеличивается прочность сцепления раствора с основанием. Это также обусловлено улучшением процесса структурообразования цементного камня на границе раздела фаз. В целом, прочность сцепления с основанием растворов всех исследуемых составов позволяет рекомендовать их для оштукатуривания стен.

Таблица 5

Прочность сцепления с основанием растворов исследуемых составов

№ состава	Сцепление с основанием, МПа
1к	2,5
1	2,7
2	2,9
3	3,0

Составлено автором

Таким образом, анализ полученных результатов исследования показывает, что введение в сухую строительную смесь модифицированных базальтовых микроволокон является эффективным и обоснованным. Введение МБМ влияет на процесс структурообразования цементного камня, что способствует получению более плотной структуры раствора и приводит к повышению прочностных характеристик. При расходе МБМ 1 % от массы цемента прочность раствора при сжатии увеличивается более, чем на 5 %, и согласно ГОСТ 33083-2014 соответствует классу по прочности на сжатие КП IV.

Уменьшение усадочной деформации растворов с МБМ, а также повышенная прочность на растяжение при изгибе позволяют прогнозировать снижение интенсивности образования усадочных трещин при твердении и повышение эксплуатационных характеристик штукатурных растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белых, С.А. Сухая строительная смесь с повышенной адгезионной прочностью для отделки кирпичных поверхностей во влажных помещениях / С.А. Белых, А.И. Кудяков, А.А. Чикичев // Вестник ТГАСУ. – 2017. – №1 (60). – С. 122–133.
2. Парута, В.А. Подбор состава штукатурного раствора для газобетона с учетом механики разрушения в системе «кладка -штукатурное покрытие» / В.А. Парута, Е.В. Брынзин // Технологии бетонов. – 2013. – № 11. – С. 10–14.
3. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
4. Баженов, Ю.М. Технология сухих строительных смесей / Ю.М. Баженов, В.Ф. Коровяков, Г.А. Денисов // Издательство Ассоциации строительных вузов. Москва, 2011. – 112 с.
5. Балыков, А.С. Критерии эффективности цементных бетонов и их применение для анализа составов высокопрочных композитов / А.С. Балыков, Т.А. Низина, Л.В. Макарова // Строительные материалы. – 2017. – № 6. – С. 69–75.
6. Пшеничный, Г.Н. Проблемы, существующие в бетоневедении / Г.Н. Пшеничный // Технологии бетонов. – 2014. – № 12. – С. 42–46.
7. Парута, В.А. Структурообразование трещиностойкого полимерцементного штукатурного раствора для кладки автоклавного газобетона / В.А. Парута // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2014. – № 9(188). – С. 28–31.
8. Lesovik, V.S. Designing of mortar compositions on the basis of dry mixes / V.S. Lesovik, L.K. Zagorodnyuk, A.L. Kudinova, D.A. Sumskoj, A.E. Mestnikov // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Т. 10. – № 5. – Pp. 12383–12390.
9. Пономарев, А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии / А.Н. Пономарев // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 6. – С. 25–33.
10. Патент РФ 2355656. Бетонная смесь / Пономарев А.Н., Юдович М.Е. Заявл. 10.05.2007. Опубл. 20.05.2009.
11. Белова, Т.К. Полы промышленных зданий на основе цементно-песчаного раствора с модифицированными базальтовыми микроволокнами / Белова Т.К. // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 11. – С. 28–32.
12. Bazhenov, Y.M. Changes in the topology of a concrete porous space in interactions with the external medium / Y.M. Bazhenov, V.T. Erofeev, V.I. Rimshin, S.V. Markov, V.L. Kurbatov // Engineering Solid Mechanics. – 2016. Т. 4. – № 4. – Pp. 219–225.

Belova Tat'yana Konstantinovna

Orenburg state university, Orenburg, Russia

E-mail: belova_tatyana_90@mail.ru

Plastering mortars with improved performance properties based on modified dry building mixtures

Abstract. The article presents the results of studies of the properties of plaster cement mortars prepared using a modifying agent. As a modifying additive, the use of basalt microfiber with a surface modified with carbon nanoparticles is considered.

The relevance of the research presented is due to the increased requirements for quality and durability of building envelopes. Also of interest is the study of the properties of cement composites with micro-sized fillers that are carriers of carbon nanoparticles. The article also reflects the advantages and disadvantages of mixtures based on cement binders.

The paper presents a description of the materials used and research methods. The author investigated the following indicators of the quality of plaster solutions: density, compressive and flexural strength, shrinkage deformation and adhesion to the base. The article presents the compositions of the studied cement mortar mixtures. The strength properties of the solutions of the investigated compositions were determined, which indicate the compaction of the cement composite structure due to the introduction of modified microfibers. The author shows the reduction of shrinking deformations of solutions of modified compositions and the compliance of this indicator with the requirements of regulatory documents. The adhesion strength of the plaster with the base, which was used as a ceramic brick, was investigated. The efficiency of using microfibers modified with carbon nanoparticles as part of a cement composite and improving its performance has been proven.

Keywords: plastering mortars; cement mortars; dry mortars; nanomodifier; the modified basalt microfibers; performance properties