

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
BUILDING AND ARCHITECTURE

УДК 691.53

DOI: 10.21822/2073-6185-2024-51-4-217-225



Оригинальная статья /Original article

Влияние редуспергируемых полимерных порошков на некоторые свойства строительных растворов с комплексными минеральными добавками

Г.В. Несветаев¹, Г.Н. Хаджишалапов², И.А. Животкова²

¹Донской государственной технической университет,

¹344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, Россия,

²Дагестанский государственный технический университет,

²367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70, Россия

Резюме. Цель. Целью исследования является выявление закономерности изменения свойств, полученных из сухих строительных смесей (ССС) строительных растворов в зависимости от дозировки редуспергируемых полимерных порошков (РПП), состава комплексной минеральной добавки (КМД) и продолжительности твердения в воздушно-сухих условиях. **Метод.** Исследования проводились согласно нормативным документам: ГОСТ 31356–2013 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний. ГОСТ Р 58277-2018 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. ГОСТ 31108-2016 Методы испытаний, цементы общестроительные. Технические условия. **Результат.** Наличие в составе СССР РПП приводит к повышению предела прочности при изгибе при выдерживании до 120 сут. в воздушно-сухих условиях и увеличению прочности сцепления с основанием. Наибольшая прочность сцепления наблюдается в составах с золой уноса. Введение РПП и состав МКД оказывают незначительное влияние на повышение модуля упругости. Выявлено положительное влияние РПП в повышении предела прочности при изгибе при продолжительном твердении строительного раствора в воздушно-сухих условиях. Отмечено влияние РПП на скорость твердения раствора в раннем возрасте. **Вывод.** Замена части природного минерального сырья техногенными отходами и употребление РПП позволит повысить экологическую и экономическую эффективность производства СССР и обеспечить производство строительных растворов с требуемыми свойствами.

Ключевые слова: редуспергируемые полимерные порошки, водоудерживающая добавка, строительный раствор, минеральная добавка, сухие строительные смеси

Для цитирования: Г.В. Несветаев, Г.Н. Хаджишалапов, И.А. Животкова. Влияние редуспергируемых полимерных порошков на некоторые свойства строительных растворов с комплексными минеральными добавками. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2024;51(4):217-225. DOI:10.21822/2073-6185-2024-51-4-217-225

Effect of redispersible polymer powders on some properties of mortars with complex mineral additives

G.V. Nesvetaev¹, G.N. Hadzhishalapov², I.A. Zhivotkova²

¹Don State Technical University,

¹1 Gagarin Square, Rostov-on-Don 344003, Russia,

²Daghestan State Technical University,

²70 I. Shamil Ave., Makhachkala 367015, Russia

Abstract. Objective. To identify patterns in changes in the properties of building mortars obtained from dry building mixtures (DBM) depending on the dosage of redispersible polymer powders (RPP), the composition of the complex mineral additive (CMA) and the duration of hardening in air-dry conditions. **Method.** The studies were conducted in accordance with the regulatory documents: GOST 31356–2013 Dry building mixtures on a cement binder.

Test methods. GOST R 58277-2018 Dry building mixtures on a cement binder. GOST 31108-2016 Test methods, general construction cements. Specifications. **Result.** The presence of RPP in the composition of DBM leads to an increase in the flexural strength when kept for up to 120 days in air-dry conditions and an increase in the adhesion strength to the base. The greatest adhesion strength is observed in compositions with fly ash. The introduction of RPP and the composition of the MKD have an insignificant effect on increasing the modulus of elasticity. A positive effect of RPP in increasing the flexural strength limit during prolonged hardening of the mortar in air-dry conditions was revealed. The effect of RPP on the rate of hardening of the mortar at an early age was noted. **Conclusion.** Replacing part of the natural mineral raw materials with technogenic waste and using RPP will increase the environmental and economic efficiency of the production of SSS and ensure the production of mortars with the required properties.

Keywords: redispersible polymer powder, water-retaining agent, building mortar, mineral additive, dry building mixtures

For citation: G.V. Nesvetaev, G.N. Hadzhishalapov, I.A. Zhivotkova. Effect of redispersible polymer powders on some properties of mortars with complex mineral additives. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2024;51(4):217-225. DOI:10.21822/2073-6185-2024-51-4-217-225

Введение. Рост производства и потребления сухих строительных смесей (ССС), превышающий в некоторых странах 30 кг/чел. в год [1], обусловлен тем, что применение СССР при возведении зданий и сооружений, производстве ремонтно-восстановительных работ помимо повышения качества отделочных работ обеспечивает значительное снижение материалоемкости и трудозатрат, существенно упрощает логистику и складирование на объектах, позволяет практически исключить влияние погодных условий и зависимость ритма производства работ от времени транспортирования [1,2]. Общестроительные и специальные СССР на цементной основе составляют до 70% объема производимых в стране СССР [3-5].

Поскольку на минеральное сырье при производстве некоторых строительных материалов приходится до 50% себестоимости, то очевидно, что в случае замены части природного минерального сырья техногенными отходами и особенно при замене части цемента природными либо техногенными может иметь место экономический и, что особенно важно, экологический эффект [6-8]. Одной из ведущих тенденций в производстве СССР для строительных растворов различного назначения является применение активных и инертных минеральных добавок (МД), как правило, в виде наполнителей [9], поскольку их применение способствует получению более плотной структуры [10]. Отмечается, что указанные добавки являются обязательным компонентом СССР [11].

Важным компонентом большинства СССР являются редиспергируемые полимерные порошки (РПП), влияющие на прочность сцепления с основанием и деформационные свойства полученных из СССР строительных растворов. По данным [12] при введении РПП в состав клея повышение адгезии составило 0,2-0,25 МПа. Согласно [13] возможно повышение адгезии до 2,5 раза. Прочность сцепления с основанием зависит от вида основания. Согласно [14] адгезия к силикатному кирпичу составила от 0,29 до 0,57 МПа, т.е. примерно 75% от величины адгезии к бетону от 0,39 до 0,76 МПа. По данным [15] адгезия к силикатному кирпичу составила от 0,28 до 0,48 МПа, к керамическому кирпичу – от 0,34 до 0,62 МПа, т.е. 56-64% и 68-82% от величины прочности сцепления с бетонным основанием от 0,5 до 0,75 МПа. По данным [16] прочность сцепления с силикатным кирпичом составила от 0,24 до 0,92 МПа т.е. примерно 30...50% от величины прочности сцепления со стандартным бетонным основанием от 0,8 до 1,8 МПа, а прочность сцепления с газобетоном от 0,46 до 0,67 МПа, т.е. примерно 50%, от величины прочности сцепления со стандартным бетонным основанием от 0,9 до 1,3 МПа, что согласуется с выводами [17]. Очевидно, что на первом этапе целесообразно производить оценку прочности

сцепления с неким эталоном, в качестве которого ГОСТ указывает стандартное бетонное основание. В [18] показана эффективность применения некоторых природных материалов и техногенных отходов для производства мелкозернистых бетонов с пределом прочности при сжатии до 65 МПа.

Постановка задачи. Целью настоящего исследования является выявление закономерностей изменения свойств полученных из ССС строительных растворов на основе приведенных в [18] материалов в зависимости от дозировки РПП, состава КМД и продолжительности твердения.

Методы исследования. Экспериментальные исследования выполнены с использованием [18]:

- портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016 активностью 51,9 МПа производства ОАО «Новоросцемент», завод «Первомайский»;
- кварцевого песка (П) с модулем крупности 1,23, удовлетворяющего требованиям к заполнителям для ССС;
- комплексной минеральной добавки (КМД), представляющей сочетание шлама химводоочистки ТЭЦ-2 города Ростова-на-Дону и МД (зола уноса (З) ПАО ОГК-2 Новочеркасской ГРЭС либо опока (О), эффективность применения которой в при производстве МЗБ отмечена, например, в [18], при соотношении Ш/МД = 1:1.

В качестве водоудерживающей добавки (ВУД) применялась «Mecellose 23701» при дозировке 0,3% от массы минеральной части смеси. Использован редуцируемый полимерный порошок (РПП) Vinavil E06РА при дозировке 1, 2 и 3% от массы минеральной части смеси. Минеральная часть смеси Ц:П:КМД = 1:1,3:0,2. Во всех составах величина В/Ц = 0,4. Выдерживание образцов осуществлялось первые сутки в форме под пленкой, далее до 7 сут в нормальных условиях (НУ), далее до 120 сут в воздушно-сухих условиях при температуре 22 – 25°C и относительной влажности 45 – 55%.

Обсуждение результатов. Определяли следующие показатели затвердевших строительных растворов:

- предел прочности при сжатии и растяжении при изгибе по ГОСТ Р 58277-2018 в возрасте 2, 28 и 120 сут (образцы 40x40x160 мм);
- начальный модуль упругости E по ф. (1) через динамический модуль упругости E_d [19]:

$$E = kE_d = kk_1\rho V^2 \quad (1)$$
- где, ρ – средняя плотность раствора (мелкозернистого бетона); V – скорость ультразвука, $kk_1 = 0,62$;
- прочность сцепления со стандартным бетонным основанием по ГОСТ 31356-2007 в возрасте 28 и 120 сут.

На рис. 1 представлена зависимость предела прочности при сжатии исследованных строительных растворов от дозировки РПП в возрасте 2, 28 и 120 сут. 2, 28, 120 – возраст раствора; о, з – соответственно опока или зола-уноса в составе КМД

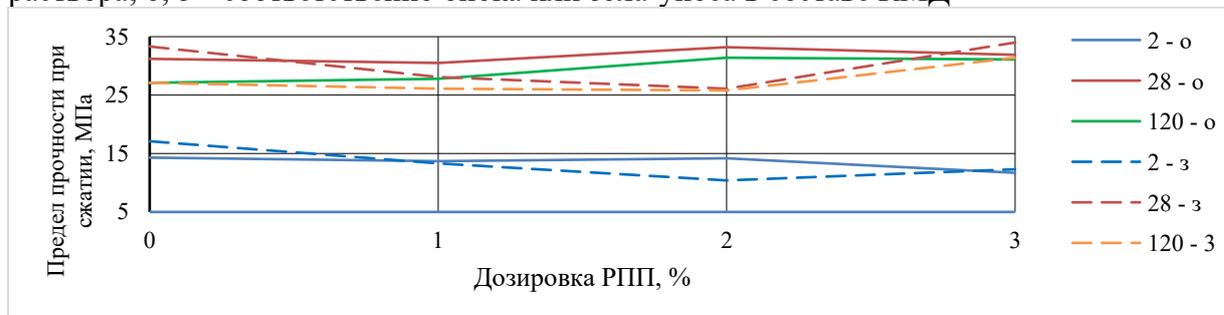


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии исследованных строительных растворов от дозировки РПП

Fig. 1. Dependence of the compressive strength of the studied building mortar on the dosage of RPP

Из представленных на рис.1 результатов следует, что:

- влияние дозировки РПП на предел прочности зависит от вида КМД, в меньшей степени влияет опока;
- длительное выдерживание (до 120 сут) в воздушно-сухих условиях может вызывать даже некоторое снижение предела прочности при сжатии, но этот эффект не связан с РПП;
- соотношение R_2/R_{28} исследованных растворов при дозировке РПП до 2% составляет от 0,51 до 0,4 и снижается с ростом содержания РПП, а при дозировке РПП 3% составляет 0,36, что свидетельствует о замедляющем твердение эффекте в раннем возрасте при введении РПП.

Следует отметить, что в результате введения в состав строительного раствора ВУД и РПП произошло существенное снижение средней плотности, т.е. увеличение общей пористости до 20% в сравнении с составами без указанных добавок [18] за счет дополнительного воздухововлечения, что привело к снижению предела прочности при сжатии до 25,8 – 33,3 МПа, который у бездобавочного эталона составлял в 120 сут 56,3 МПа [18].

На рис. 2 представлена зависимость предела прочности при изгибе R_f исследованных строительных растворов от предела прочности при сжатии R .

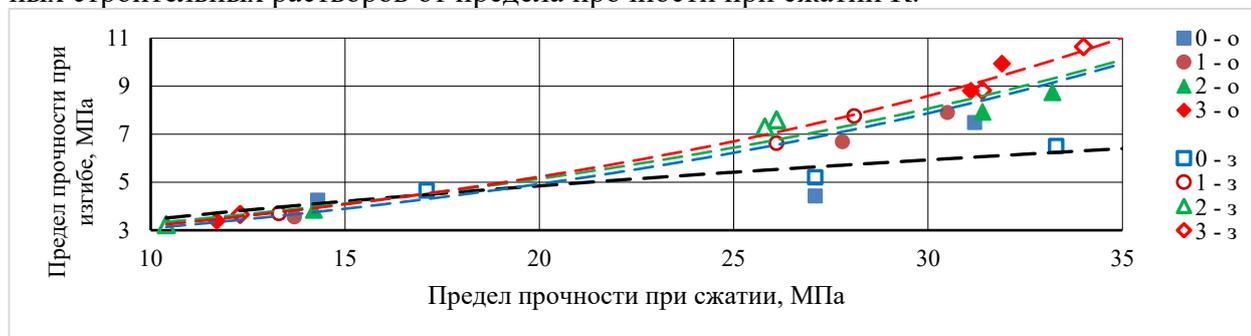


Рис. 2. Зависимость предела прочности при изгибе от предела прочности при сжатии
Fig. 2. Dependence of the flexural strength on the compressive strength

0 – 3 – содержание РПП, %; о, з – соответственно опока или зола в составе КМД; черный пунктир – О + 3 без ВУД и РПП; синий, зеленый, красный пунктир – соответственно О + 3, ВУД, содержание РПП 1, 2, 3%

Из представленных на рис. 2 результатов очевидно:

- в области прочности при сжатии до 20 МПа (это результаты испытаний в возрасте 2 сут) на зависимость $R_f = f(R)$ практически не влияют такие факторы, как состав КМД и содержание РПП;
- с ростом возраста строительного раствора при выдерживании в воздушно-сухих условиях прослеживается тенденция не только количественного, но и качественного изменения зависимости $R_f = f(R)$ при наличии в составе РПП, что позволяет сделать вывод о положительной роли РПП в повышении предела прочности при изгибе при выдерживании до 120 сут в воздушно-сухих условиях.

Зависимость предела прочности при изгибе R_f от предела прочности при сжатии R описывается уравнением:

$$\frac{R_f}{R} = a \cdot \exp(bR), \quad (1)$$

коэффициенты a, b и показатель достоверности аппроксимации R^2 которого представлены в табл.1.

На рис. 3 представлена зависимость начального модуля упругости исследованных строительных растворов от предела прочности при сжатии. 0 – 3 – содержание РПП, %; о, з – соответственно опока или зола в составе КМД; черный пунктир – О + 3 без ВУД и РПП; синий, зеленый, красный пунктир – соответственно О + 3, ВУД, содержание РПП 1, 2, 3%

Таблица 1. Параметры уравнения ф. (1)
 Table 1. Parameters of the equation f. (1)

№	Состав / Compound	Параметры уравнения ф. (1) Parameters		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
1	0 – 0	2,76	0,026	0,565
2	0 – 1	1,87	0,047	0,996
3	0 – 2	2,1	0,043	0,999
4	0 – 3	1,85	0,051	0,989
5	3 – 0	3,24	0,02	0,9
6	3 – 1	1,94	0,048	0,989
7	3 – 2	1,85	0,054	0,997
8	3 – 3	2,02	0,048	0,993
9	0+3 – 0	1,1	0,495	0,552
10	0+3 – 1	1,93	0,047	0,972
11	0+3 – 2	2,1	0,045	0,936
12	0+3 – 3	1,94	0,05	0,99

Из представленных на рис. 3 результатов следует:

- в области прочности при сжатии до 20 МПа (это результаты испытаний в возрасте 2 сут) на зависимость $E = f(R)$ практически не влияют такие факторы, как состав КМД и содержание РПП;
- с ростом возраста строительного раствора при выдерживании в воздушно-сухих условиях прослеживается тенденция, во-первых, количественного изменения зависимости $E = f(R)$ при наличии в составе РПП, при этом содержание РПП также оказывает некоторое влияние на численные значения, во-вторых, отмечается сближение значений модуля упругости составов, не содержащих и содержащих РПП в дозировке 2 – 3%, что позволяет сделать вывод о влиянии РПП в формировании деформационных свойств растворов при выдерживании до 120 сут в воздушно-сухих условиях.

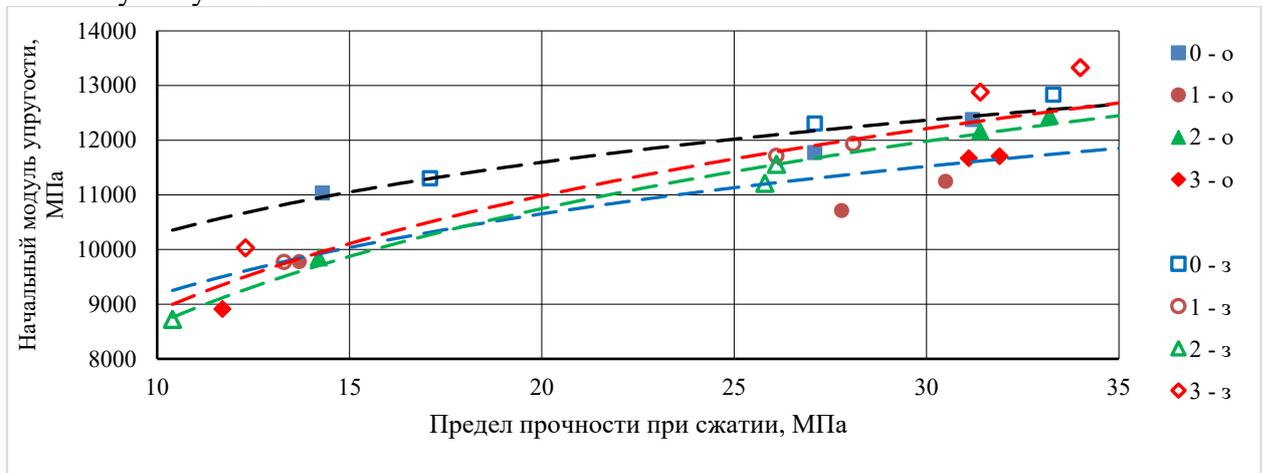


Рис. 3. Зависимость начального модуля упругости строительных растворов от предела прочности при сжатии

Fig. 3. Dependence of the initial modulus of elasticity of building mortars on the compressive strength limit

Следует отметить, что повышение модуля упругости в данном случае является негативным результатом, поскольку повышает уровень растягивающих напряжений при проявлении деформаций, например, температурных и влажностных.

Зависимость начального модуля упругости E от предела прочности при сжатии R описывается уравнением:

$$E = a \cdot \ln(R) + b, (2)$$

коэффициенты a , b и показатель достоверности аппроксимации R^2 которого представлены в табл.2.

Таблица 2. Параметры уравнения ф.(2)
 Table 2. Parameters of the equation f. (2)

№	Состав / Compound	Параметры уравнения ф. (1) Parameters		
		a	b	R^2
1	О – 0	1560	6868	0,915
2	О – 1	1642	5455	0,933
3	О – 2	2999	1889	0,998
4	О – 3	2804	2014	0,999
5	З – 0	2275	4830	0,998
6	З – 1	2884	2307	1,0
7	З – 2	2915	1891	0,989
8	З – 3	3157	2099	0,997
9	О+З – 0	1897	5912	0,891
10	О+З – 1	2143	4234	0,759
11	О+З – 2	3040	1641	0,986
12	О+З – 3	3055	1858	0,845

На рис. 4 представлена зависимость прочности сцепления со стандартным бетонным основанием исследованных строительных растворов от дозировки РПП, вида МД (о или з) в составе КМД и возраста испытаний (28 и 120 сут). О – 3 – дозировка РПП, %; О или З – вид МД в составе КМД; 28, 120 – возраст испытаний, сут.

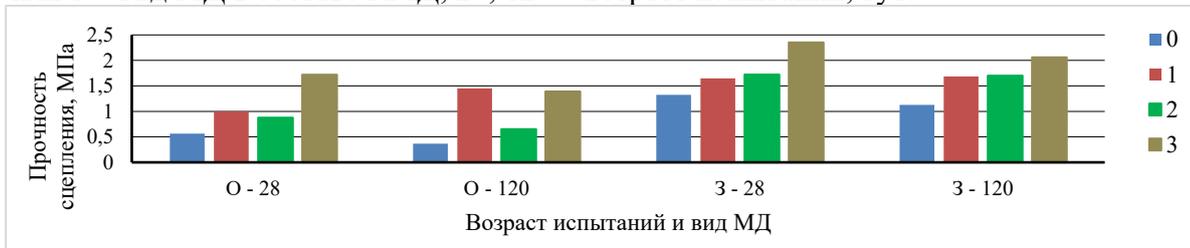


Рис. 4. Зависимость прочности сцепления со стандартным бетонным основанием строительных растворов

Fig. 4. Dependence of adhesion strength of building mortars on standard concrete base

Из представленных на рис. 4 результатов следует:

- с повышением дозировки РПП, как правило, имеет место рост прочности сцепления с основанием;
- длительное (до 120 сут) выдерживание в воздушно-сухих условиях может вызывать некоторое снижение прочности сцепления, до 25% в составах с РПП и опоккой и до 13% в составах с РПП и золой, в составах без РПП снижение прочности сцепления с опоккой составило до 35%, с золой до 15%;
- составы с золой обеспечивают более высокую прочность сцепления.

На рис. 5 представлена зависимость прочности сцепления со стандартным бетонным основанием исследованных строительных растворов от предела прочности при изгибе.

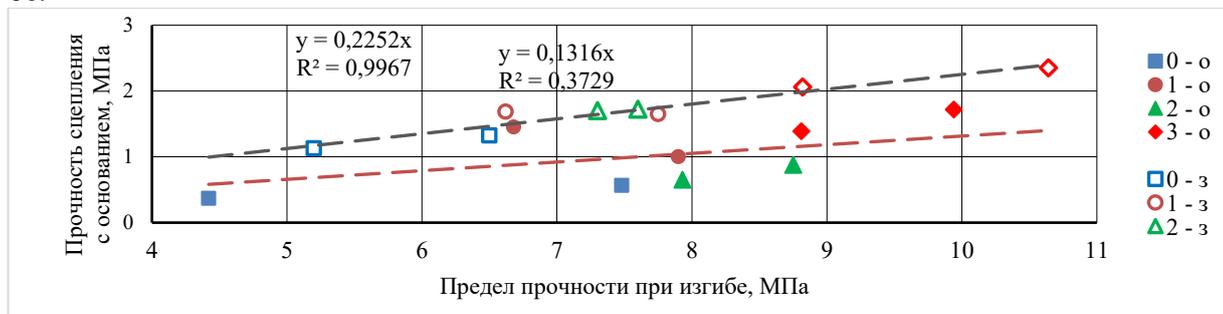


Рис. 5. Зависимость прочности сцепления со стандартным бетонным основанием строительных растворов от предела прочности при изгибе

Fig. 5. Dependence of the adhesion strength of building mortars to a standard concrete base on the flexural strength limit

Зависимость наглядно демонстрирует роль вида МД в составе КМД (о или з) в формировании прочности сцепления со стандартным бетонным основанием. 0 – 3 – содержание РПП, %; о, з – соответственно опока или зола в составе КМД

Из представленных на рис. 5 результатов очевидно, что существует тесная зависимость между прочностью сцепления и прочностью при изгибе, величина прочности сцепления составляет в среднем 0,13 от прочности при изгибе для составов с опокой при диапазоне 0,08 – 0,22 и 0,22 для составов с золой при диапазоне 0,2 – 0,25.

По данным [16] прочность сцепления строительных растворов без КМД при содержании РПП 1-3% со стандартным бетонным основанием после 28 сут выдерживания в НУ составила в среднем 0,188 от прочности при изгибе, после выдерживания при 70°C в течение 2 недель 0,064, а после 60 циклов нагревания до 60°C и остывания 0,079. Согласно [20], при прочности на растяжение при изгибе изоляционных растворов от 7,0 до 9,1 МПа прочность сцепления с бетонным основанием составила от 0,7 до 1,2 МПа, т.е. 0,1 – 0,13, а согласно [21], при применении некоторых ремонтных смесей прочность сцепления с бетонным основанием достигает 2,5-3,4 МПа при прочности на растяжение при изгибе 8-13 МПа, т.е. 0,26 - 0,31.

Вывод. При выдерживании до 120 сут в воздушно-сухих условиях возможно некоторое снижение предела прочности при сжатии, что не связано с влиянием РПП. Соотношение R_2/R_{28} снижается от 0,51 до 0,36 с ростом дозировки РПП до 3%, что свидетельствует о замедлении твердения в раннем возрасте при введении РПП.

В возрасте 2 сут на зависимость прочности при изгибе и начального модуля упругости от прочности при сжатии $R_f(E) = f(R)$ практически не влияют такие факторы, как состав КМД и содержание РПП. С ростом возраста строительного раствора при выдерживании в воздушно-сухих условиях прослеживается тенденция не только количественного, но и качественного изменения зависимости $R_f = f(R)$ при наличии в составе РПП, что позволяет сделать вывод о положительной роли РПП в повышении предела прочности при изгибе в указанных условиях.

С повышением дозировки РПП в возрасте 28 сут имеет место рост прочности сцепления с основанием, при выдерживании до 120 сут в воздушно-сухих условиях возможно снижение прочности сцепления до 25% в составах с РПП и опокой и до 13% в составах с РПП и золой. Прочность сцепления со стандартным бетонным основанием составляет для составов с опокой 0,08 – 0,22 от прочности при изгибе и 0,2 – 0,25 для составов с золой.

Библиографический список:

1. Панченко А.И. Сухие смеси в России: особенности производства и применения // Строительные материалы. 2002. № 5. С. 19-22.
2. Загороднюк Л.Х., Гридчин А.М., Лесовик В.С. Тенденции развития производства сухих строительных смесей в России // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 6-14. DOI: 10.12737/22638.
3. Кузьмина В.П. Защита и ремонт железобетонных сооружений // Сухие строительные смеси. 2017. №2. С.23-25.
4. Коровкин М.О., Короткова А.А., Ерошкина Н.А. Ремонтные сухие строительные смеси для восстановления геометрических характеристик железобетонных конструкций // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2020. № 5 (30). С. 122-128.
5. Логанина В.И. Сухие строительные смеси для реставрации зданий исторической застройки / В.И. Логанина // Региональная архитектура и строительство. 2015. № 3 (24). С. 34-42.
6. Каклюгин А.В., Боброва В.В., Валов М.П., Щербакова В.С. Использование шлама химводоочистки теплоэлектростанций в производстве строительных материалов и изделий // Молодой исследователь Дона. 2020. № 4(25). С. 28-33.
7. Несветаев Г.В., Козлов А.В., Козлов Г.А., Филонов И.А. Влияние некоторых минеральных добавок на свойства мелкозернистых бетонов // Инженерный вестник Дона. 2022. №11 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n11y2022/7972.
8. Prokopski G., Huts A., Marchuk V. Granite dust as a mineral component of a dry cement mortar mixtures // Archives of Civil Engineering. 2020. Vol. 66. No 3. P. 81-96. DOI: 10.24425/ace.2020.134385.

9. Кузьмина, В.П. Наполнители для сухих строительных смесей // Сухие строительные смеси. 2017. № 3. С. 8-15.
10. Белов, В.В., Образцов И.В. Расчет плотных упаковок частиц в смесях тонкодисперсных компонентов // Сухие строительные смеси. 2014. № 3. С. 32-35.
11. Саламанова М.Ш., Исмаилова З.Х., Окуева П.Х., Эскиев М.С. Анализ методов составления рецептов модифицированных сухих строительных смесей // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2017. № 4(8). С. 67-72.
12. Василик П.Г., Голубев И.В. Обзор современных эфиров целлюлозы торговой марки Mecerlose для плиточных клеев на цементной основе // Сухие строительные смеси. 2012. № 1. С. 18-21.
13. Манушина А.С., Урбанов А.В., Ахметжанов А.М. и др. Влияние минеральных и полимерных добавок на свойства плиточного клея // Сухие строительные смеси. 2016. № 2. С. 17-20.
14. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Куприна А.А. и др. Эффективные кладочные растворы для автоклавных стеновых материалов // Строительные материалы. 2016. № 12. С. 22-25.
15. Аласханов А.Х., Саламанова М.Ш., Бисултанов Р.Г., Юсупов С.С. Теоретические аспекты получения сухих строительных смесей на основе природных ресурсов Чеченской Республики // Теоретические основы создания эффективных композитов: Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2018. С. 12-17.
16. Несветаев, Г.В., Осипов В.В. Прочность сцепления с различными основаниями модифицированных строительных растворов в зависимости от условий выдерживания // Инженерный вестник Дона. №4 (2023) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/8333.
17. Бабков В.В., Чуйкин А.Е., Сеницын Д.А. и др. Исследование свойств модифицированных штукатурных составов, наносимых при отрицательных температурах на блоки из автоклавного газобетона // Сухие строительные смеси. 2012. № 4. С. 15-18.
18. Несветаев Г.В., Животкова И.А. Влияние некоторых минеральных добавок на свойства мелкозернистых бетонов и строительных растворов // Инженерный Вестник Дона, №5 (2024) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9200
19. Несветаев Г.В., Осипов В.В. О влиянии редиспергируемых полимерных порошков на модуль упругости и прочность сцепления строительных растворов // Инженерный вестник Дона. 2022. № 7(91).
20. Белых С.А., Кудряков А.И., Чикичев А.А. Сухая строительная смесь с повышенной адгезионной прочностью для отделки кирпичных поверхностей во влажных помещениях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1(60). С. 122-133.
21. Нарин С.Ю., Кронштатов А.П. Ремонтные составы CONCOLIT BARS для укрепления и восстановления бетонных конструкций и сооружений. Специальные цементы для бетонов // Сухие строительные смеси. 2011. № 6. С. 13-15.

References:

1. Panchenko A.I. Dry mixes in Russia: features of production and application. *Construction materials*. 2002;5: 19-22. (In Russ)
2. Zagorodnyuk L.Kh., Gridchin A.M., Lesovik V.S. Trends in the development of dry construction mixes production in Russia. *Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*. 2016;12: 6-14. DOI: 10.12737/22638. (In Russ)
3. Kuzmina V.P. Protection and repair of reinforced concrete structures. *Dry construction mixes*. 2017; 2.: 23-25. (In Russ)
4. Korovkin M.O., Korotkova A.A., Eroshkina N.A. Repair dry building mixes for restoring the geometric characteristics of reinforced concrete structures. *Education and Science in the Modern World. Innovations*. 2020;5 (30):122-128. (In Russ)
5. Loganina V.I. Dry building mixes for the restoration of historical buildings. *Regional Architecture and Construction*. 2015; 3 (24): 34-42. (In Russ)
6. Kaklyugin A.V., Bobrova V.V., Valov M.P., Shcherbakova V.S. Use of sludge from chemical water treatment of thermal power plants in the production of building materials and products . *Young researcher of the Don*. 2020; 4 (25):28-33.
7. Nesvetaev G.V., Kozlov A.V., Kozlov G.A., Filonov I.A. Influence of some mineral additives on the properties of fine-grained concrete. *Engineering Bulletin of the Don*. 2022;11 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7972. (In Russ)
8. Prokopski G., Huts A., Marchuk V. Granite dust as a mineral component of a dry cement mortar mixtures. *Archives of Civil Engineering*. 2020; 66(3): 81-96. DOI: 10.24425/ace.2020.134385.
9. Kuzmina, V.P. Fillers for dry building mixtures. *Dry building mixtures*. 2017; 3: 8-15. (In Russ)
10. Belov, V.V., Obratsov I.V. Calculation of dense packings of particles in mixtures of finely dispersed components. *Dry building mixtures*. 2014; 3: 32-35. (In Russ)

11. Salamanova M.Sh., Ismailova Z.Kh., Okueva P.Kh., Eskiev M.S. Analysis of methods for compiling recipes for modified dry building mixtures. *Grozny Natural Science Bulletin*. 2017; 4(8): 67-72. (In Russ)
12. Vasilik P.G., Golubev I.V. Review of modern cellulose ethers of the Mecellose trademark for cement-based tile adhesives. *Dry building mixtures*. 2012;1:18-21. (In Russ)
13. Manushina A.S., Urbanov A.V., Akhmetzhanov A.M. et al. Influence of mineral and polymer additives on the properties of tile adhesive. *Dry building mixes*. 2016; 2:17-20. (In Russ)
14. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Kuprina A.A. et al. Effective masonry mortars for autoclaved wall materials. *Construction materials*. 2016;12: 22-25. (In Russ)
15. Alaskhanov A.Kh., Salamanova M.Sh., Bisultanov R.G., Yusupov S.S. Theoretical aspects of obtaining dry building mixtures based on natural resources of the Chechen Republic. Theoretical foundations for creating effective composites: Collection of materials of the Russian online conference dedicated to the Day of Science. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2018; 12-17. (In Russ)
16. Nesvetaev, G.V., Osipov V.V. Adhesion strength of modified building mortars to various bases depending on curing conditions. *Engineering Bulletin of the Don*. 2023;4 ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2023/833. (In Russ)
17. Babkov V.V., Chuikin A.E., Sinitsyn D.A. et al. Study of the properties of modified plaster compositions applied at negative temperatures to autoclaved aerated concrete blocks. *Dry building mixtures*. 2012; 4: 15-18. (In Russ)
18. Nesvetaev G.V., Zhivotkova I.A. Influence of some mineral additives on the properties of fine-grained concrete and mortars. *Engineering Bulletin of the Don*, 2024;5 ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2024/9200
19. Nesvetaev G.V., Osipov V.V. On the influence of redispersible polymer powders on the modulus of elasticity and adhesion strength of mortars. *Engineering Bulletin of the Don*. 2022; 7(91). (In Russ)
20. Belykh S.A., Kudyakov A.I., Chikichev A.A. Dry building mixture with increased adhesive strength for finishing brick surfaces in wet rooms. *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2017; 1 (60):122-133. (In Russ)
21. Narin S.Yu., Kronshtatov A.P. CONCOLIT BARS repair mortars for strengthening and restoring concrete structures and buildings. Special cements for concrete. *Dry building mixtures*. 2011; 6:13-15. (In Russ)

Сведения об авторах:

Несветаев Григорий Васильевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология строительного производства»; nesgrin@yandex.ru

Хаджишалапов Гаджимагомед Нурмагомедович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация строительного производства»; yarus-x@mail.ru

Животкова Ирина Александровна, аспирант кафедры «Технология и организация строительного производства»; ira_kosheleva@list.ru.

Information about the authors:

Grigory V. Nesvetaev, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Department of Construction Production Technology; nesgrin@yandex.ru

N. Kh. Gadzhimagomed, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production; yarus-x@mail.ru

Irina A. Zhivotkova, Postgraduate Student, Department of Construction Production Technology and Organization; ira_kosheleva@list.ru.

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 21.09.2024.

Одобрена после рецензирования/ Revedicd 11.10.2024.

Принята в печать/Accepted for publication 05.11.2024.