

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

© А. С. Успанова, З. Х. Исмаилова, Х-М. М. Вахажи

*ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия*

Использование техногенного сырья в производстве строительных растворов является актуальным направлением в технологии производства строительных материалов. Экологическая безопасность производства строительных материалов, возможности их переработки и утилизации диктуется необходимостью энерго- ресурсосбережения, ограниченностью природных запасов и массовым загрязнением окружающей среды.

**Ключевые слова:** техногенное сырье, строительные растворы, органоминеральная добавка.

Промышленность строительных материалов, изделий и конструкций стремительно развивается во всем мире, открывая новые композитные материалы и технологии их применения. Однако по мере развития технологий наряду с физико-механическими и технологическими свойствами строительных материалов, такими как эффективность, низкая себестоимость и технологичность, выделяют экологическую безопасность производства и возможности рециклинга [1]. Современное проектирование технологии производства большинства строительных материалов предусматривает частичное или полное применение вторичного или техногенного сырья для отдельных видов материалов или их номенклатуры. Особое место среди строительных материалов с применением техногенного сырья занимают бетоны и растворы, функциональное назначение которых обширно. Специфика бетонов и растворов позволяет применять предварительно обработанное техногенное сырье как в качестве добавок и наполнителей, так и в виде крупного и мелкого заполнителей [2]. Использование вторичного сырья в технологии производства строительных растворов считается актуальным для дальнейшего исследования, т.к. сухие строительные смеси пользуются прогрессирующим спросом. Одним из эффективных способов применения вторичного сырья является разработка органоминеральных добавок на основе золошлаковых отходов

и смесей, которые представляют огромный интерес для дальнейших экспериментальных исследований.

Для оптимизации свойств строительных растворов применялась органоминеральная добавка, включающая в себя: 98,0-99,5% ЗШС и ПАВ (С-3) 0,5-2,0% от массы цемента. Эффективность введения различных добавок в строительные растворы зависит не только от тонкости помола данных добавок, их состава, но и технологии приготовления растворов и последовательности добавления добавок [3].

На основе изучения влияния органоминеральных добавок (ОМД) на строительные штукатурные растворы были исследованы следующие способы введения в растворы [4]:

- а) при совместном помоле добавки с цементом;
- б) к ранее домолотому цементу;
- в) к исходному цементу без домола.

Для приготовления стандартного раствора использовались портландцемент ПЦ 500-Д0, (ГОСТ 10178-85), производства ГУП «Чирри-Юртовский цементный завод», местные мелкие пески Червленного и Толстой-Юртовского месторождений, химический состав которых представлен в таблице 1.

При приготовлении строительного раствора применялась ПАВ от массовой доли цемента от 0,5 до 2%, а доля ОМД в растворе варьировалась от 20 до 80% от массы цемента.

Таблица 1 – Химический состав минеральных заполнителей

Наименование месторождения заполнителя	Состав, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Другие неорг. компоненты	ппп	
Червленное	64,27	2,55	3,78	2,31	7,48	0,10	0,36	13,35	5,8	
Толстой-Юртовское	79,97	4,22	1,54	2,09	2,92	0,12	0,80	6,64	1,7	
Вязущее (Ц)										
Состав, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	ппп	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
ПЦ 500-Д0, Чири-Юртовский цемент	20,09	5,30	4,06	2,03	63,14	0,07	2,44	2,20	0,22	0,38

Эффективность введения ОМД по каждому из указанных способов определялась по влиянию на прочность стандартного раствора, полученного различными способами. Для первого способа вязущее для раствора изготовлялось совместным помолом цемента и ОМД в измельчителе-дезинтеграторе модели «ГОРИЗОНТ-300/4500-7.5». По второму способу цемент домальывали в измельчителе-дезинтеграторе, а затем перемешивали с предварительно молотой ОМД. Для третьего способа предва-

рительно размолотую ОМД перемешивали с исходным цементом без каких-либо вмешательств.

Прочность стандартного раствора, полученного вышеописанными тремя способами, определялась согласно нормативной методике, т.е. испытанием образцов-кубов со стороной 30мм после 28 суток хранения в нормальных условиях. Результаты проведенных испытаний представлены в виде графиков (рисунки 1-4).

Параллельно с данными испытания для

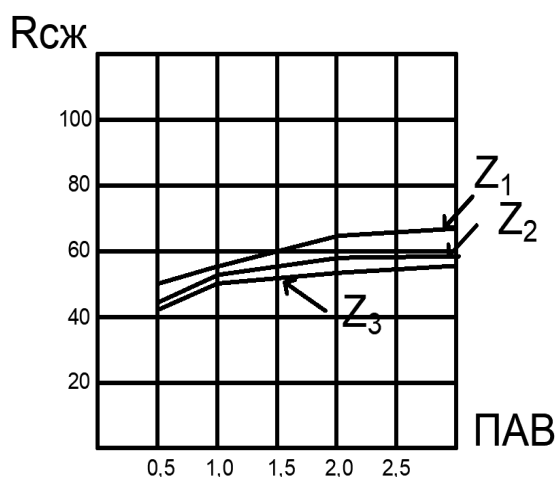


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие от дозировки ПАВ

где,  $Z_1$  – прочность раствора при первом способе приготовления;  $Z_2$  – прочность раствора по второму способу приготовления;  $Z_3$  – прочность раствора при третьем способе приготовления.

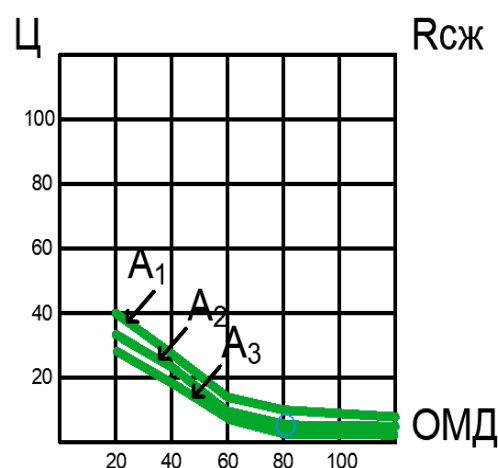
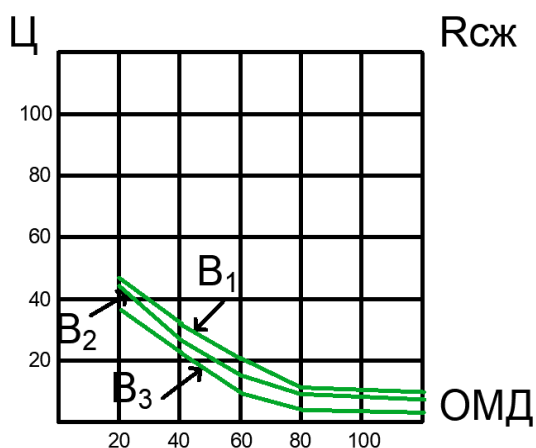


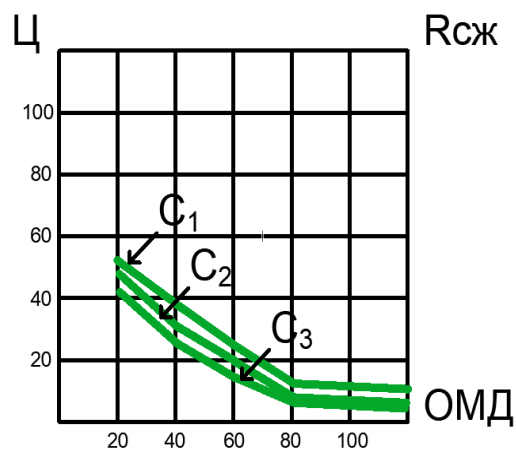
Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие от дозировки ОМД

где,  $A_1$  – прочность раствора при ПАВ 0,5% по первому способу приготовления;  $A_2$  – прочность раствора при ПАВ 0,5% по второму способу приготовления;  $A_3$  – прочность раствора при ПАВ 0,5% по третьему способу приготовления.



**Рис. 3.** Зависимость прочности на сжатие от дозировки ОМД

где,  $B_1$  – прочность раствора при ПАВ 1,0% по первому способу приготовления;  $B_2$  – прочность раствора при ПАВ 1,0% по второму способу приготовления;  $B_3$  – прочность раствора при ПАВ 1,0% по третьему способу приготовления.



**Рис. 4.** Зависимость прочности на сжатие от дозировки ОМД

где,  $C_1$  – прочность раствора при ПАВ 2,0% по первому способу приготовления;  $C_2$  – прочность раствора при ПАВ 2,0% по второму способу приготовления;  $C_3$  – прочность раствора при ПАВ 2,0% по третьему способу приготовления.

оценки влияния способа введения ОМД на прочность строительных растворов были построены математические модели в зависимости от следующих факторов [5]:

$X_1$  – доля наполнителя, в % по массе;

$X_2$  – содержание ПАВ, в % по массе.

Условия планирования эксперимента представлены в таблице 2.

Регрессионный анализ проведенной серии экспериментов позволил получить двухфакторные модели зависимости прочности стандартных растворов  $R_{сж}$ , МПа от выбранного способа добавления ОМД. В результате расчетов получены уравнения регрессии следующего вида:

$$R_1 = 39,915 - 24,1N + 20,6D - 28,954N^2 - 4,259D^2 - 4,764ND$$

$$R_2 = 36,972 - 38,523N - 19,737D - 9,059N^2 - 4,657ND$$

$$R_3 = 34,153 - 53,877N + 20,074D + 11,0N^2 - 4,565D^2 - 4,36ND$$

$$R_4 = 49,25 - 89,082N + 18,533D + 40,765N^2 - 3,3D^2 - 7,638ND$$

$$R_5 = 42,92 - 88,675N + 19,208D + 45,446N^2 - 3,775D^2 - 7,206ND$$

$$R_6 = 41,384 - 94,683N + 15,789D + 55,3N^2 - 1,93D^2 - 6,6ND$$

где,  $R_1$  и  $R_4$  – прочность строительных растворов на основе совместного помола цемента и ОМД;  $R_2$  и  $R_5$  – прочность строительных растворов, полученных отдельным помолом цемента и ОМД;  $R_3$  и  $R_6$  – прочность строительных растворов, полученных на исходном цементе (без помола и домол) и ОМД.

Для оценки полученных математических моделей произведено сравнение полученных расчетных данных с экспериментальными, статистические показатели проведенного эксперимента показаны в таблице 3.

Из представленных в таблице 3 данных вытекает, что полученные модели адекватны

Таблица 2 – Зависимость факторов и уровней варьирования

№ п/п	Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
	В натуральном виде	В кодированном виде	+1	0	-1	
1	Наполнитель Н	$X_1$	0,8	0,5	0,2	0,3
2	Добавка Д	$X_2$	2,0	1,25	0,5	0,75

Таблица 3 – Статистические характеристики проведенного эксперимента

Выходные параметры	Сумма квадратичных отклонений	Множественный коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации
$R_1$	77,5418	0,985782	0,971766
$R_2$	57,99932	0,98865	0,977429
$R_3$	39,7834	0,99196	0,983984
$R_4$	1,57404	0,989631	0,995261
$R_5$	3,66083	0,998968	0,997936
$R_6$	3,3949	0,998874	0,997749

и обладают хорошей сходимостью с проведенными экспериментальными данными ввиду наличия высоких коэффициентов множественной корреляции и детерминации.

На основе проведенных экспериментов выявлено, что при виброактивации цемента ОМД увеличение однородности смеси цемента и ОМД, дезагрегация и диспергирование частиц вяжущего, наблюдается более полная гомогенизация. Все эти факторы провоцируют увеличение растворимости зерен вяжущего и повышение суммы гидратных новообразований.

Из анализа проведенных исследований следует, что максимальный эффект характерен для первого способа добавления ОМД в стро-

ительные растворы – при совместном с цементом, что позволяет заменить до 40% цемента данной добавкой без ухудшения физико-механических и технологических свойств.

При постоянном содержании ОМД в зависимости от выбранного способа добавления добавки прочность строительных растворов, приготовленных по первому способу, превышает прочность строительных растворов, другими способами на 15-40%.

Таким образом, технология приготовления строительных растворов с использованием эффективных методов активации цемента с ОМД обеспечивает повышение физико-механических свойств растворов по сравнению с ними же, но без активации вяжущего.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин. Ростов н/Д.: Феникс, 2007. 368 с.
2. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. М.: АСВ, 2006. 289 с.
3. Ходаков Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов. М.: Издательство литературы по строительству, 1972. 239. С.
4. Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М.Ш., Бисултанов Р.Г. Высококачественные модифицированные бетоны с использованием вяжущего на основе реакционно-активного минерального компонента // Строительные материалы. 2016. №8. С. 74-80.
5. Технологическое моделирование: учебное пособие / Жуков А.Д.; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2013. 204 с.

## INFLUENCE OF THE METHOD OF INTRODUCING ORGANOMINERAL ADDITIVE IN CONSTRUCTION SOLUTIONS

© A. S. Uspanova, Z. H. Ismailova, H-M. M. Vakhazhy  
*GSOTU named after acad. M. D. Millionshikov, Grozny, Russia*

The use of technogenic raw materials in the production of mortars is an urgent area in the technology of production of building materials. The environmental safety of the production of building materials, the possibility of their processing and disposal is dictated by the need for energy and resource conservation, limited natural resources and massive environmental pollution.

**Keywords:** technogenic raw materials, mortar, organomineral additive

### REFERENCES

1. Dvorkin, L. I. and Dvorkin O.L. (2007) *Stroitel'nye materialy iz otkhodov promyshlennosti*. [Building materials from industrial waste]. Rostov- on -D.: Feniks, 368 pp.
2. Bazhenov, Yu. M., Dem'yanova, B. C. and Kalashnikov, V. I. (2006) *Modifitsirovannyye vysokokachestvennyye betony*. [Modified high quality concrete]. M.: ASB, 289 pp.
3. Khodakov G. S. (1972) *Tonkoe izmel'chenie stroitel'nykh materialov*. Fine grinding of building materials. M.: Building Literature Publishing House. 1972. 239 pp.
4. Murtazaev, S-A. Yu., Salamanova, M. Sh and Bisultanov, R. G. (2016). 'Vysokokachestvennyye modifitsirovannyye betony s ispol'zovaniem vyazhushchego na osnove reaktsionno-aktivnogo mineral'nogo komponenta'. *Stroitel'nye materialy*. [High-quality modified concrete using a binder based on a reactive mineral component. Building Materials]. №8. Pp. 74-80.
5. Zhukov, A. D. (2013) *Technological modeling: schoolbook*. Ministry of Education and Science of Russian Federation, Moscow State University of Civil Engineering. Moscow: MSUCE, 204 pp.