

УДК 666.972.1.022

**Н. М. ЗАЙЧЕНКО, С. В. ЛАХТАРИНА, Н. В. ГАВРИЛЬЧЕНКО, Я. С. ИСАЕВА**  
ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДОНБАССА**

**Аннотация.** Выполнена оптимизация состава мелкозернистого бетона с органо-минеральным модификатором (ОММ) на основе агломерированного микрокремнезема мокрой газоочистки Стахановского завода ферросплавов с отсевом дробления известняка Докучаевского флюсоподобного комбината, а также с суперпластификатором С-3 на основе сульфированных нафталин-формальдегидных поликонденсатов при помощи полного трехфакторного эксперимента с уровнями варьирования  $-1, 0, +1$  по критериям: удобоукладываемость бетонной смеси и предел прочности при сжатии бетона в проектном возрасте. Разработаны составы мелкозернистого бетона с применением отходов промышленности Донбасса, характеризующиеся пределом прочности при сжатии в проектном возрасте не менее 30 МПа.

**Ключевые слова:** подвижность, отсев дробления известняка, органо-минеральный модификатор, суперпластификатор.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время для изготовления ряда конструкций и изделий в жилищном, промышленном, сельскохозяйственном, дорожном и гидротехническом строительстве все более широкое применение находят мелкозернистые бетоны. Преимуществами мелкозернистого бетона являются однородная структура без крупных включений и высокая технологичность смесей, способствующая формованию конструкций и изделий различными способами [1]. Мелкозернистый бетон характеризуется более высокими значениями водонепроницаемости, морозостойкости и предела прочности при изгибе. Разработанные в настоящее время высокопрочные мелкозернистые бетоны отличаются значительным расходом цемента, более  $600 \text{ кг/м}^3$ , а также высоким содержанием микрокремнезема, более  $150 \text{ кг/м}^3$ , что в итоге приводит к значительному повышению его себестоимости [2].

Значительный экономический эффект при строительстве может быть получен при использовании в составах бетонов техногенного сырья, в частности отходов камнедробления, а также комплекса минеральных и химических добавок с целью повышения строительно-технических свойств и долговечности бетона [3]. Использование местных песков или мелкодисперсных отходов нерудной промышленности вместо крупного заполнителя позволяет снизить стоимость бетонных и железобетонных конструкций, сократить загрузку транспорта. Производство изделий из мелкозернистых бетонных смесей осуществляется как по традиционной технологии, так и из жестких смесей на автоматизированных виброформовочных установках.

Известно, что расход цемента в мелкозернистых бетонах на 20...30 % выше, чем в бетонах с крупным заполнителем. В то же время, имеются различные технологические приемы, позволяющие снижать расход цемента. В частности, введение в мелкозернистый бетон добавок суперпластификаторов и комплексных добавок приводит не только к существенному сокращению расхода цемента, но и к улучшению реологических свойств бетонной смеси, а также строительно-технических свойств мелкозернистых бетонов (к улучшению удобоукладываемости, повышению плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, снижению усадки и пр.) [4].

Сырьевая база мелких природных заполнителей бетона ограничена, и ее объем будет уменьшаться по мере выработки месторождений кондиционных песков, поэтому рядом исследователей предлагается использование песков из отсева дробления щебня [6].

© Н. М. Зайченко, С. В. Лахтарина, Н. В. Гаврильченко, Я. С. Исаева, 2020

Пески из отсевов дробления применяются достаточно широко для строительства автомобильных дорог в России, США, Германии, для строительства гидротехнических сооружений, таких как плотины Saguling (Индонезия), Jebha (Нигерия), GrandMaison (Франция), Vueltoza (Венесуэла) и др. [7–8].

В отечественной и зарубежной практике широко исследованы вопросы утилизации таких техногенных отходов, как золы, шлаки, отработанные формовочные смеси литейного производства, микрокремнезем и другие. Однако применение местного сырья из отходов добычи и обработки камня для производства цементобетонных смесей сдерживается в связи с отсутствием научнообоснованных зависимостей и рекомендаций.

Донбасс обладает значительными запасами полезных ископаемых осадочного происхождения. Однако по ряду технико-экономических причин освоение этих месторождений не производится. В условиях сложившихся экономических отношений рынок строительных материалов нуждается в конкурентоспособной продукции относительно низкой стоимости. Такая продукция может быть получена на основе техногенного сырья различных отраслей промышленности. К указанному сырью и относятся отсевы дробления, образующиеся ежегодно на предприятиях по производству щебня [9].

В частности на территории Старобешевского района в отвалах дробильно-обогащительных фабрик (ДОФ) Докучаевского флюсодоломитного комбината и Комсомольского рудоуправления находится более 143 млн м<sup>3</sup> (80 млн т) отходов переработки флюсовых известняков. При традиционной технологии переработки флюсовых известняков отходами текущего производства становится фракция крупностью 0...40 мм из загрязненного известнякового щебня с частицами глины [11]. Проблема использования отходов предприятий горнодобывающей отрасли актуальна и в мировом масштабе. Так, согласно данным Администрации федеральных дорог Департамента транспорта США (FHWA) ежегодно в США образуется около 175 млн т отходов дробления горных пород предприятий горнорудной отрасли, а суммарные накопления отсевов и шламов составляют около 4 млрд т [12]. Известно, что в отвалах горных предприятий Донбасса накопилось свыше 7 млрд т пород, представляющих собой техногенные месторождения [10].

Отсевы дробления, полученные в процессе переработки плотных горных пород, представляют собой мелкодисперсный материал. Ввиду низкой стоимости известняковый отсев нашел широкое применение в строительстве. Он с успехом используется при производстве пресованных стеновых изделий, таких как кирпич, блоки; фигурные элементы мощения, других железобетонных изделий, асфальтобетона, при производстве керамических изделий. По своим свойствам он менее прочен, чем гранитный отсев. Однако это экологически чистый и безвредный для человека материал, применяющийся в строительстве [13–14].

Основным препятствием для использования отсевов переработки горных пород в технологии цементных бетонов является повышенное содержание в их составе пылевидных частиц (менее 0,16 мм), достигающее 18...25 % [2, 14].

В то же время рядом исследователей установлено положительное влияние тонкодисперсных минеральных наполнителей разнообразной природы на физико-механические свойства цементного камня. Сформулированы теоретические основы влияния микронаполнителей на цементную матрицу. Основными физико-химическими процессами при этом являются: появление дополнительных центров кристаллизации; повышение поверхностной энергии мелкодисперсных частиц и реализация этой энергии в реакциях гидратации; более полная кристаллизация цементного вяжущего [8, 15].

Однако при этом отмечено, что тонкодисперсные наполнители повышают водопотребность паст, содержащих цемент и тонкодисперсные минеральные наполнители [15–16].

Следует отметить, что в последние годы в составы бетонов все чаще вводятся различные модификаторы, в т.ч. химические добавки. Введение химических добавок в мелкозернистые бетоны приводит к модифицированию их структуры, изменению величины и характера пористости, к сокращению расхода цемента либо к повышению прочности и комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств, что приобретает особое значение при использовании различных заполнителей [17].

**Целью работы** является разработка оптимальных составов бетона с органо-минеральным модификатором (ОММ) на основе агломерированного микрокремнезема мокрой газоочистки с отсевом дробления известняка Докучаевского флюсодоломитного комбината, а также с суперпластификатором С-3 на основе сульфированных нафталинформальдегидных поликонденсатов по критерию предела прочности при сжатии бетонов не менее 30 МПа.

В качестве вяжущего применили портландцемент ЦЕМ I 42,5 Амвросиевского цементного завода Филиал № 1 ООО «ПИК ЦЕМЕНТ+» (активность R<sub>c</sub> 48,6 МПа), удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178.

*Органо-минеральный модификатор (ОММ).* В экспериментальном исследовании производили замену части вяжущего на ОММ в количестве 7,5, 10, 12, 5%.

В его состав входит совместный помол микрокремнезема (МК) агрегированного из шламонакопителей Стахановского завода ферросплавов, (сильнослипающийся порошок), отсева дробления известняка (ОДИ) Докучаевского флюсодоломитного комбината и сухого суперпластификатора (СП) С-3.

Доля микрокремнезема в составе ОММ составляет 50 %;

отсева дробления известняка – 50 %;

суперпластификатора С-3 – 0,5 %.

Совместный помол микрокремнезема и отсева дробления сопровождается заметным агломерирующим эффектом, поэтому вводится 0,5 % суперпластификатора С-3, который является интенсификатором помола.

В качестве *заполнителей* в соответствии с предложенной темой используется промышленный отход Донбасса, в частности отсев дробления известняка Докучаевского флюсодоломитного комбината – с модулем крупности  $M_k = 2,48$  согласно ГОСТ 31424. Содержание пылевидных и глинистых частиц в отсева не превышает 10 % по массе. Отсев применяется как соотношение мелкого заполнителя – песка и крупного (условно щебня) в пропорции песок/щебень (далее П/Щ) 65/35, 70/30, 75/25 % для приготовления мелкозернистого бетона.

*Химические добавки.* Для обеспечения повышения подвижности бетонной смеси в качестве химической добавки был использован суперпластификатор С-3 (СП С-3) в количестве 0,8; 1,0; 1,2 % по отношению к массе цемента.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Оптимизация состава бетона с органо-минеральным модификатором (ОММ) на основе агломерированного микрокремнезема мокрой газоочистки с отсевом дробления известняка Докучаевского флюсодоломитного комбината, а также с суперпластификатором С-3 на основе сульфированных-нафталинформальдегидных поликонденсатов выполнена с использованием полного трехфакторного эксперимента с уровнями варьирования –1, 0, +1. Параметры оптимизации и значение факторов варьирования приведены соответственно в табл. 1 и 2. Регрессионный анализ математических моделей, построение поверхностей функции отклика осуществлено на ПЭВМ с использованием программы «MatchCAD».

**Таблица 1** – Параметры оптимизации состава легкого бетона и их граничные значения

Код параметра оптимизации	Физический смысл параметра оптимизации	Единица измерения	Граничное значение функции отклика
Y <sub>1</sub>	Предел прочности при сжатии образцов бетона в возрасте 28 суток нормального твердения	МПа	Не менее 30
Y <sub>2</sub>	Подвижность бетонной смеси	см	Не менее 1 (П1)

**Таблица 2** – Значение факторов варьирования

Код фактора	Физический смысл фактора	Единица измерения	Интервал варьирования	Уровни фактора		
				–1	0	+1
X <sub>1</sub>	Содержание добавки суперпластификатора (% от массы вяжущего)	%	0,2	0,8	1,0	1,2
X <sub>2</sub>	Содержание ОММ	%	2,5	7,5	10	12,5
X <sub>3</sub>	Доля песка в отсева дробления известняка	%	5	65	70	75

Уравнения регрессии аппроксимированы полиномами первой степени:

$$Y_1 = 35,72 - 1,31x_1 + 3,24x_2 + 3,79x_3 - 0,75x_1x_2 + 0,71x_1x_3, \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,78 + 0,18x_1 - 0,12x_2 - 0,22x_3 - 0,11x_1x_3, \quad (2)$$

Формулы перехода от кодированных значений к натуральным:

$$x_1 = \frac{x_1 - 0,8}{0,2}, \quad x_2 = \frac{x_2 - 10}{2,5}, \quad x_3 = \frac{x_3 - 70}{5}. \quad (3-5)$$

Графическая интерпретация уравнений регрессии (1) и (2), характеризующих соответственно изменение предела прочности бетона при сжатии, МПа, и подвижности бетонной смеси, см, от действующих факторов ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ), представлена на рисунке.

Таблица 3 – Матрица планирования и результаты эксперимента

№	Кодированное значение факторов			Натуральное значение факторов			Расход компонентов, кг					Y <sub>1</sub> МПа	Y <sub>2</sub> см
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Ц	ОММ	ОДИ (Ш)	ОДИ (П)	СП		
1	+1	+1	+1	1,2	12,5	75	447	64	404	1 213	5,8	37,02	0,7
2	+1	+1	-1	1,2	12,5	65	447	64	566	1 051	5,8	36,80	1,2
3	+1	-1	+1	1,2	7,5	75	473	39	404	1 213	5,9	33,05	0,6
4	+1	-1	-1	1,2	7,5	65	473	39	566	1 051	5,9	30,87	1,4
5	-1	+1	+1	0,8	12,5	75	447	64	404	1 213	3,8	40,20	0,4
6	-1	+1	-1	0,8	12,5	65	447	64	566	1 051	3,8	41,87	0,8
7	-1	-1	+1	0,8	7,5	75	473	39	404	1 213	3,8	32,53	0,6
8	-1	-1	-1	0,8	7,5	65	473	39	566	1 051	3,8	33,57	0,7
9	0	0	0	1	10	70	460	51	485	1 132	4,9	37,13	1,1
К	-	-	0	-	-	70	511	-	485	1 132	-	29,62	0,5

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ВЫВОДЫ

Разработаны оптимальные составы мелкозернистых бетонов, обеспечивающие получение бетонных смесей с показателем удобоукладываемости не менее 1 см (П1) и бетона с пределом прочности при сжатии в проектном возрасте не менее 30 МПа.

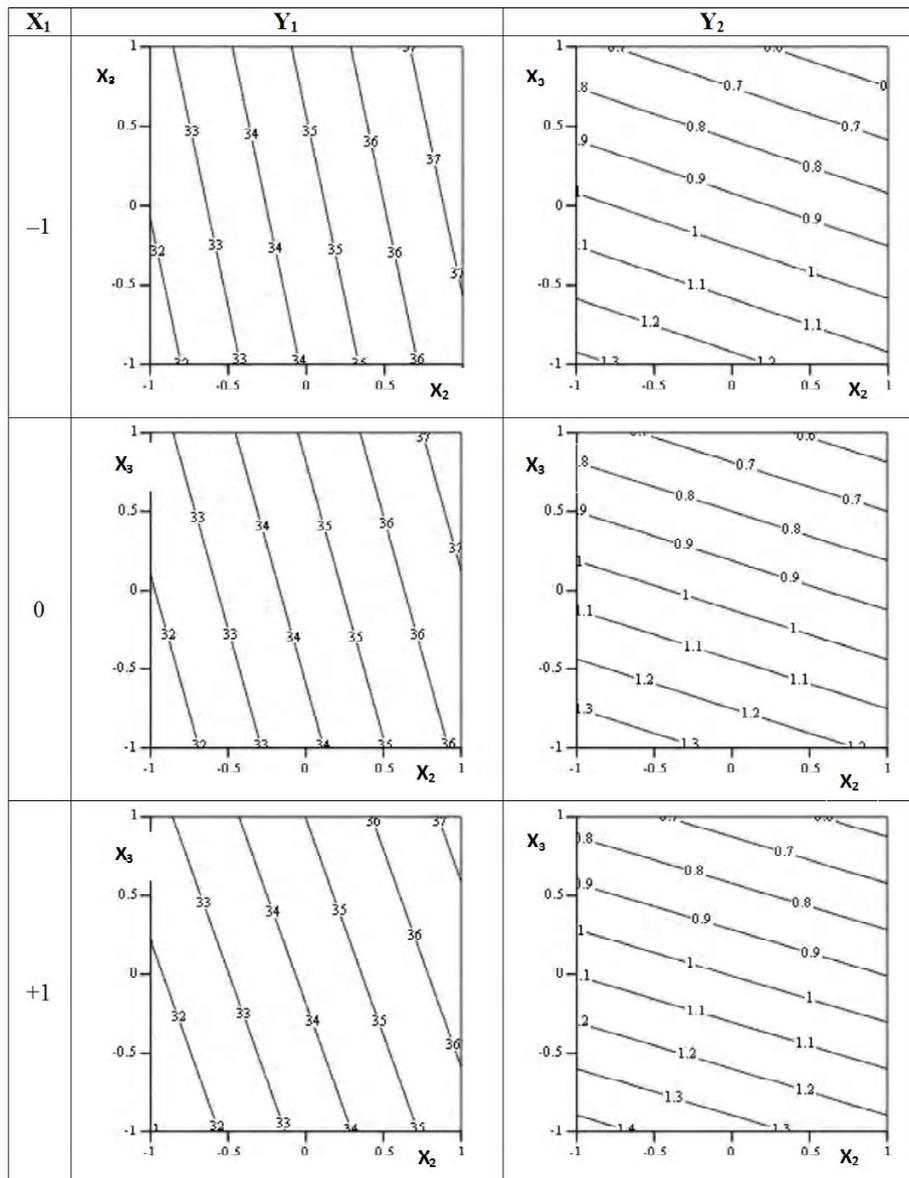
Установлено, что на показатель прочности бетона наибольшее влияние оказывают факторы  $X_2$  и  $X_3$ . Увеличение расхода органо-минерального модификатора как частичной замены портландцемента с повышением доли мелкого заполнителя в составе отсева дробления известняка существенно повышает предел прочности при сжатии бетона на 9 и 11 % соответственно. Это, вероятнее всего, объясняется более высокой степенью гидратации цементного камня и образованием низкоосновных гидросиликатов кальция типа С-S-H за счет высокой пуццолановой активности микрокремнезема в составе ОММ, а также уменьшения межзерновой пустотности зерен заполнителя за счет увеличения доли песка.

С другой стороны, увеличение содержания органо-минерального модификатора, как частичной замены портландцемента с одновременным повышением доли мелкого заполнителя в составе отсева дробления известняка приводит к снижению показателей удобоукладываемости на 15 и 28 % соответственно. Это, вероятно, связано с увеличением удельной поверхности твердой фазы.

Наибольшее положительное влияние на показатель удобоукладываемости бетонной смеси в количестве 23 % оказывает содержание в составе суперпластификатора С-3. В то же время увеличение расхода суперпластификатора приводит к уменьшению значений предела прочности бетона при сжатии на 4 %.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях [Текст] / С. С. Каприелов, В. И. Травуш, Н. И. Карпенко, А. В. Шейнфилд [и др.] // Строительные материалы. – 2008. – № 3. – С. 9–13.



**Рисунок** – Графическая интерпретация уравнений регрессии (1) и (2), характеризующих соответственно изменение предела прочности бетона при сжатии, МПа, и подвижности бетонной смеси, см, от действующих факторов ( $X_1, X_2, X_3$ ).

2. Львович, К. И. Песчаный бетон и его применение в строительстве [Текст] / К. И. Львович. – СПб. : Стройбетон, 2007. – 320 с.
3. Использование отходов переработки горных пород при производстве нерудных строительных материалов [Текст] / О. Е. Харо, Н. С. Левкова, М. И. Лопатников, Т. А. Горностаева // Строительные материалы. – 2003. – № 9. – С. 18–19.
4. Гусенков, А. С. Модифицированные мелкозернистые бетоны на основе отсеков дробления известняка [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.05 / Гусенков Александр Сергеевич. – Москва, 2006. – 25 с.
5. Туркина, И. А. Бетоны на отходах производства [Текст] / И. А. Туркина // Технологии бетонов. – 2013. – № 8(85). – С. 42–44.
6. Левкова, Н. С. Повышение эффективности комплексного использования сырья за счет отсеков дробления щебня из изверженных пород [Текст] / Н. С. Левкова, Т. А. Горностаева // Вестник БГТУ имени Шухова. – 2003. – № 5. – С. 308–311.
7. Ахтямов, В. Ф. Влияние отходов нерудного производства на свойства тяжелых бетонов [Текст] / В. Ф. Ахтямов, Э. Н. Хазипова // Вестник СибАДИ. – 2018. – Том 15, № 2. – С. 261–268.
8. Баженов, Ю. М. Технология бетона [Текст] / Ю. М. Баженов. – М. : Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.

9. Пахрудинов, И. П. Бетоны на основе отсева щебеночных заводов [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.05 / Пахрудинов Исмаил Пирмагомедович. – Ростов н/Д, 2006. – 25 с.
10. Кустов, В. В. Обоснование рациональных параметров технологии формирования и разработки техногенных месторождений сыпучих горных пород [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 25.00.22 / Кустов Владимир Васильевич. – Донецк, 2016. – 23 с.
11. Дрешпак, А. С. Анализ параметров обогащения известняков из неоднородных карбонатных месторождений [Электронный ресурс] / А. С. Дрешпак // Збагачення корисних копалин. Наук.-техн. зб. – 2015. – Вып. 61 (102). – Режим доступа : <http://docplayer.ru/88163977-Analiz-parametrov-obogashcheniya-izvestnyakov-iz-neodn-norodnyh-karbonatnyh-mestorozhdeniy.html>.
12. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] : учебно-справочное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 368 с.
13. Павленко, С. И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности [Текст] : учебное пособие с грифом УМО / С. И. Павленко. – М. : Издательство АСВ, 1997. – 176 с.
14. Баженов, Ю. М. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами [Текст] / Ю. М. Баженов, Л. А. Алимов, В. В. Воронин // Изв. вузов. Строительство. – 1996. – № 7. – С. 55–58.
15. Grabiec, A. M. Study on compatibility of cement-superplasticiser assisted by multicriteria statistical optimization [Текст] / A. M. Grabiec, Z. Piasta // J. of Materials Processing Technology. – 2004. – Vol. 152. – P. 197–203.
16. Vapat, D. Performance of cement concrete with mineral admixtures [Текст] / D. Vapat // Advance in Cem. Res. – 2001(13). – № 4. – P. 139–155.
17. Yanzhou, P. Dense Packing properties of mineral admixtures in cementitious material [Текст] / Peng Yanzhou, Hu Shuguang, Ding Oingun // Particuologie: Sci. Andtechnol. Particles. – 2009. – Vol. 7. – N 5. – P. 399–402.

Получена 06.12.2019

**М. М. ЗАЙЧЕНКО, С. В. ЛАХТАРИНА, М. В. ГАВРИЛЬЧЕНКО, Я. С. ІСАЄВА**  
**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ БЕТОНІВ ІЗ**  
**ЗАСТОСУВАННЯМ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ ДОНБАСУ**  
**ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»**

**Анотація.** Виконано оптимізацію складу дрібнозернистого бетону з органо-мінеральним модифікатором (ОММ) на основі агломерованого мікрокремнезему мокрої газоочистки Стахановського заводу феросплавів з відсівом подрібнення вапняку Докучаєвського флюсодоломітного комбінату, а також з суперпластифікатором С-3 на основі сульфонованих нафталінформальдегідних конденсатів за допомогою повного трьохфакторного експерименту з рівнями варіювання –1, 0, +1 за критеріями: легкоукладальність бетонної суміші і межа міцності при стиску бетону в проектному віці. Розроблено склади дрібнозернистого бетону з застосуванням відходів промисловості Донбасу, що характеризуються межею міцності при стисненні в проектному віці не менше 30 МПа.

**Ключові слова:** рухливість, відсів подрібнення вапняку, органо-мінеральний модифікатор, суперпластифікатор.

**MYKOLA ZAICHENKO, SERGEY LAKHTARYINA, NIKOLAY GAVRILCHENKO,**  
**YANA ISAEVA**  
**OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF FINE-GRAINED CONCRETES**  
**USING WASTE FROM THE DONBAS INDUSTRY**  
**Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture**

**Abstract.** The composition of fine-grained concrete with an organic-mineral modifier (OMM) based by agglomerated wetsilicafumefromtheStakhanovferroalloyplant, crushing limestone from the Dokuchaevsk flux-dolomite plant, and also with C-3 superplasticizer based on polycondensate of sulfonated naphthalene-formaldehydeto the concrete compressive strength at design age was optimized by using a full three-factor experiment with variation levels of –1, 0, +1. The mix compositions of fine-grained concrete with the use of industrial waste from the Donbas characterized by a compressive strength of at least 30 MPaat design age have been developed.

**Key words:** slump, crushing limestone, organic-mineral modifier, superplasticizer.

**Зайченко Николай Михайлович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: высокопрочные и особо высокопрочные бетоны на основе модифицированных дисперсных компонентов бетона.

**Лахтарина Сергей Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: легкие высокопрочные бетоны.

**Гаврильченко Николай Викторович** – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: мелкозернистые бетоны.

**Исаева Яна Сергеевна** – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: композиционные цементы.

**Зайченко Микола Михайлович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: високоміцні і надвисокоміцні бетони на основі модифікованих дисперсних компонентів бетону.

**Лахтарина Сергій Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: легкі високоміцні бетони.

**Гаврильченко Микола Вікторович** – магистрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: тонкозернисті бетони.

**Исаева Яна Сергіївна** – магистрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: легкі конструкційні бетони.

**Zaichenko Mykola** – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: high strength and high-performance concretes on the base of modified fillers.

**Lakhtaryina Sergey** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: lightweight high strength concrete.

**Gavrilchenko Nikolay** – master's student; Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: fine-grained concrete.

**Isaeva Yana** – master's student; Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: blended cement.