

Ю.С. ФИЛИМОНОВА¹, Е.Г. ВЕЛИЧКО¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МОДИФИКАЦИИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Аннотация. Рассмотрена модификация состава и структуры тяжелого бетона с применением комплексной химико-минеральной добавки, состоящей из золы-уноса ТЭС, суперпластификатора, высоковалентного ускорителя твердения АС и тонкодисперсного клинкерного компонента. Модифицированный бетон характеризуется повышением прочности на сжатие в марочном возрасте на 67%, снижением водосодержания бетонной смеси на 13,6% и улучшением ее удобоукладываемости на 11-12 см. При комплексном использовании суперпластификатора и высоковалентного ускорителя твердения АС наблюдается значимый синергетический эффект в формате усиления их пластифицирующего действия. Установлена высокая эффективность применения разнородного клинкерного компонента.

Ключевые слова: дисперсный состав, зола-уноса ТЭС, клинкерный компонент, плотность, суперпластификатор, ускоритель твердения, структура, удобоукладываемость, прочность.

YU.S. FILIMONOVA¹, E.G. VELICHKO¹

¹National Research Moscow State Civil Engineering University, Moscow, Russia

RESEARCH OF COMPLEX MODIFICATION OF HEAVY CONCRETE

Abstract. Modification of the composition and structure of heavy concrete with the use of a complex chemical-mineral additive consisting of fly ash from thermal power plants, a superplasticizer, a high-valence hardening accelerator AC and a fine-dispersed clinker component is considered. Modified concrete is characterized by an increase in compressive strength at a brand age by 67%, a decrease in the water content of a concrete mixture by 13.6% and an improvement in its workability by 11-12 cm. With the combined use of a superplasticizer and a high-valence hardening accelerator AC a significant synergistic effect is observed in the format of enhancing their plasticizing effect. The high efficiency of the application of the mixed-dispersed clinker component has been established.

Keywords: dispersed composition, TPP fly ash, clinker component, density, superplasticizer, hardening accelerator, structure, workability, strength.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Величко Е.Г., Попова Ю.Б. Технологические аспекты повышения тепло щиты ограждающих конструкций // Международный сборник научных трудов «Модернизация инвестиционно-строительного и жилищно-коммунального комплексе под ред. проф. В.О. Чулкова. М.: МГАКХиС, 2011. С.180-199.
2. Collepari M. Self-Compacting Concrete: What is New, Proceedings of Seventh CANMET, ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, 1-16 (2003).
3. Калашников В.И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // *Строительные материалы*, **10**, 4-6 (2008).
4. Шестернин А.И., Коровкин М.О., Ерошкина Н.А. Основы технологий самоуплотняющихся бетонов, *Молодой ученый*, **6**, 226-228(2015).
5. Тарасеева Н.И. Роль безотходных технологий в расширении сырьевой базы для получения эффективных модифицирующих добавок и активных наполнителей в цементных растворах и бетонах, *New university. Technical sciences*, **10(32)**, 90-93(2014).

6. Mohammad A.K. Recycling of Fly Ash as an Energy Efficient Building Material: A Sustainable Approach. *Key Engineering Materials*. **692**, 54-65(2016). DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.692.54.
7. Ahmad H., Wahid N., Rahman M.F.A., Karim N.A. Influence of Fly Ash on the Compressive Strength of Foamed Concrete at Elevated Temperature. *MATEC Web of Conferences*, **15**, (2014). DOI:10.1051/mateconf/20141501003.
8. Xu S.Q. The Comprehensive Utilization of Fly Ash. *Applied Mechanics and Materials*, **459**, 82-86(2013) DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.459.82
9. Feng N., Peng G. High Performance Concrete with High Volume Fly Ash. *Key Engineering Materials*. **302-303**, (470-478)2006. DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.302-303.470
10. Nai-Qian Feng, Gai-Fei Peng A Development of the Research on High Performance Concrete Incorporated with High Volume Fly Ash. *Key Engineering Materials*. **302-302**, 26-34(2006). DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.302-303.26156.
11. Reiterman Comparative Investigations of some Properties Related to Durability of Cement Concretes Containing Different Fly Ashes. *Advanced Materials Research*. **1054**, 154-161(2014). DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1054.154
12. Калашников В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов, *Construction Materials*, **3**, 20-23(2008)
13. Суздальцев О.В. Новые высокоэффективные бетоны, *New university. Technical sciences*, **7-8(29-30)**, 44-47(2014).
14. Melihov I.V. Physicochemical Evolution of Solid, (Binomial. Knowledge laboratory, Moscow, 2009).
15. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы, (Chemistry, Moscow, 1980).
1. Dykin I., Velichko E.G., Eremin A.V., Multilevel-modified cement systems, *Bulletin of Civil Engineers*, **4 (57)**, 111–114(2016).
2. YU.V. Isaeva, E.G. Velichko, A.SH. Kasumov Structure optimization of ultra-light cement mortar with due regard for geometrical and physical and mechanical characteristics of components, *Construction Materials*, **8**, 84-87(2015) DOI: 10.31659/0585-430X-2015-728-8-84-88.
3. Яковлев Г.И., Гордина А.Ф., Полянских И.С., Токарев Ю.В., Первушин Г.Н., Салтыков А.А., Бекмансуров М.Р. Направленное управление структурой и свойствами гипсовых композиций, *Promising materials in construction and engineering*, 60-67 (2014).
4. YAKovlev G.I., Ginuchickaya YU.N., Kizinieovich O., Kizinieovich V., Gordina A.F. Influence of dispersions of multilayer carbon nano-tubes on physical-mechanical characteristics and structure of building ceramics, *Construction Materials*, **8**, 20-29(2016)
5. Энтин З.Б., Юдович Б.Э. Многокомпонентные цементы. Научн. тр. // НИИцемент, вып 107. 1994. С. 3-76. DOI: 10.31659/0585-430X-2016-740-8-25-29.
6. Величко Е.Г., Шумилина Ю.С. К проблеме формирования дисперсного состава и свойств высокопрочного бетона// Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 2. С. 235-243. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.235-243.

REFERENCES

1. Velichko E.G., Popova YU.B. Tekhnologicheskie aspekty povysheniya teplo shchity ograzhdayushchih konstrukcij // Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov «Modernizaciya investicionno-stroitel'nogo i zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa pod red. prof. V.O. CHulkova. - М: MGAКKHIS, 2011. p. 180-199.
2. Collepardi M. Self-Compacting Concrete: What is New, Proceedings of Seventh CANMET, *ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete*, 1-16(2003).
3. Kalashnikov V.I. Raschet sostavov vysokoprochnyh samouplotnyayushchihsya betonov, *Construction Materials*, **10**, 4-6(2008).
4. Shesternin A.I., Korovkin M.O., Eroshkina N.A. Osnovy tekhnologii samouplotnyayushchihsya betonov, *Young scientist*, **6**, 226-228(2015).
5. Taraseeva N.I. Rol' bezothodnyh tekhnologij v rasshirenii sr'evoy bazy dlya polucheniya effektivnyh modificiruyushchih dobavok i aktivnyh napolnitelej v cementnye rastvory i betony, *New university. Technical sciences*, **10(32)**, 90-93(2014).
6. Mohammad A.K. Recycling of Fly Ash as an Energy Efficient Building Material: A Sustainable Approach. *Key Engineering Materials*. **692**, 54-65(2016). DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.692.54.
7. Ahmad H., Wahid N., Rahman M.F.A., Karim N.A. Influence of Fly Ash on the Compressive Strength of Foamed Concrete at Elevated Temperature. *MATEC Web of Conferences*, **15**, (2014). DOI:10.1051/mateconf/20141501003.
8. Xu S.Q. The Comprehensive Utilization of Fly Ash. *Applied Mechanics and Materials*, **459**, 82-86(2013) DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.459.82
9. Feng N., Peng G. High Performance Concrete with High Volume Fly Ash. *Key Engineering Materials*. **302-303**, (470-478)2006. DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.302-303.470
10. Nai-Qian Feng, Gai-Fei Peng A Development of the Research on High Performance Concrete Incorporated with High Volume Fly Ash. *Key Engineering Materials*. **302-302**, 26-34(2006). DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.302-303.26156.

11. Reiterman Comparative Investigations of some Properties Related to Durability of Cement Concretes Containing Different Fly Ashes. *Advanced Materials Research*. **1054**, 154-161(2014). DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1054.154
12. Kalashnikov V.I. Promyshlennost' nerudnyh stroitel'nyh materialov i budushchee betonov, *Construction Materials*, **3**, 20-23(2008)
13. Suzdal'cev O.V. Novye vysokeffektivnye betony, *New university. Technical sciences*, **7-8(29-30)**, 44-47(2014).
14. Melihov. I.V. Physicochemical Evolution of Solid, (Binomial. Knowledge laboratory, Moscow, 2009).
15. Ur'ev N.B. Vysokokoncentrirovannye dispersnye sistemy, (Chemistry, Moscow, 1980).
16. Dykin V., Velichko E.G., Eremin A.V., Multilevel-modified cement systems, *Bulletin of Civil Engineers*, **4 (57)**, 111–114(2016).
17. YU.V. Isaeva, E.G. Velichko, A.SH. Kasumov Structure optimization of ultra-light cement mortar with due regard for geometrical and physical and mechanical characteristics of components, *Construction Materials*, **8**, 84-87(2015) DOI: 10.31659/0585-430X-2015-728-8-84-88.
18. YAKovlev G.I., Gordina A.F., Polyanski I.S., Tokarev YU.V., Pervushin G.N, Saltykov A.A., Bekmansurov M.R. Napravlennoe upravlenie struktur i svoystvami gipsovyyh kompozitsiy, *Promising materials in construction and engineering*, 60-67 (2014).
19. YAKovlev G.I., Ginuchickaya YU.N., Kizinieyevich O., Kizinieyevich V., Gordina A.F. Influence of dispersions of multilayer carbon nano-tubes on physical-mechanical characteristics and structure of building ceramics, *Construction Materials*, **8**, 20-29(2016)
20. Entin Z.B., YUdovich B.E. Mnogokomponentnye cementy. - Nauchn. tr. // NIICement, **107**. 1994. pp. 3-76. DOI: 10.31659/0585-430X-2016-740-8-25-29.
21. Velichko E.G., SHumilina YU.S. K probleme formirovaniya dispersnogo sostava i svoystv vysokoprochnogo betona// Vestnik MGSU. 2020. T. 15. **2**. pp. 235-243. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.235-243.

Информация об авторах:

Филимонова Юлия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия, преподаватель кафедры строительных материалов и материаловедения.
E-mail: JuliaS06@mail.ru

Величко Евгений Георгиевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных материалов и материаловедения.
E-mail: pct44@yandex.ru

Information about authors:

Filimonova Yulia S.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, lecturer of the department of building materials and materials science.
E-mail: JuliaS06@mail.ru

Velichko Evgeniy G.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, doctor of technical sciences, professor, professor of the department building materials and materials science.
E-mail: pct44@yandex.ru