

compelling case for the use of industrial aluminum waste in concrete production, showing the potential environmental and economic benefits. The study also highlights the importance of continued research and innovation in developing sustainable solutions for waste management and resource use.

In conclusion, the article makes a compelling case for the use of industrial aluminum industry waste in concrete production. The research is well done and the results demonstrate the potential for both environmental and economic benefits. This study makes a valuable contribution to the field of sustainable construction and waste management, encouraging further research and implementation of industrial waste recycling techniques.

List of references

1. A. J. Kasenov, A. K. Tleulesov, A. N. Akhmetbek. Production of Concrete from Waste of JSC "Aluminium of KAZAKHSTAN"
2. Akhmetbek, A. N., Kasenov, A. J. The possibility of using red bauxite sludge in construction // Education and Science without Borders. - 2017.VOL. 12. - P. 64-67.
3. Dvorkin, L. I., Dvorkin, O. L. Construction materials from industrial waste // Training and reference manual. - Rostov-on-Don : Phoenix. - 2007. - 368 с.
4. Kudryshova, B. C., Stanevich, V. T. Production of construction materials based on industrial waste as an environmental dominant of modern economic development // Science and Technology of Kazakhstan. - 2014. - № 1-2. - С. 65-68.

УДК 691.3

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Алтынбекова Алия Досжанкызы

kleo-14@mail.ru

Докторант PhD кафедры Технологии промышленного и гражданского строительства,
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – Р. Лукпанов

Введение

Улучшение качества бетонных составов может быть достигнуто как за счет применения химических добавок, так и при использовании местных компонентов для создания бетона нового поколения, что является весьма актуальной задачей технологии бетона. Бетон нового поколения - это высокотехнологичные, высококачественные, многокомпонентные бетонные смеси и составы с добавками, сохраняющие требуемые свойства при эксплуатации во всех условиях работы. Рост многокомпонентных бетонов обусловлен значительными системными эффектами, что позволяет управлять формированием структуры на всех этапах технологии, обеспечивая получение композитов «направленного» качества, состава, структуры и свойств [1].

Современный цементный бетон - это композиционный строительный материал, который можно получить с заданными характеристиками для определенных условий эксплуатации путем модификации его структуры и свойств различными добавками [2]. Это обеспечивает материалу долговечность, эксплуатационную надежность, экологическую безопасность и применимость в любых условиях эксплуатации [3, 4].

Современные экономические ограничения требуют ускорения темпов работ в строительной отрасли. Во многих ситуациях очень важна потребность в бетоне с

достаточной прочностью в самом раннем возрасте. Такой бетон получается при использовании некоторых добавок, таких как водоредуцирующие пластификаторы, ускорители схватывания и ускорители твердения.

В стандартах на добавки для бетонов и растворов различают ускорители схватывания и ускорители твердения, а именно: -ускоритель схватывания определяется как добавка, которая уменьшает начальное схватывание для перехода смеси из пластичного в жесткое состояние; -ускоритель твердения определяется как добавка, которая увеличивает скорость развития ранней прочности в бетоне с или без влияния на время схватывания [5].

Широкий ассортимент отечественных и импортных химических добавок затрудняет выбор. Производители бетона стремятся улучшить его свойства путем модификации при одновременном снижении расхода цемента, уменьшении энергозатрат при производстве ЖБИ, минимизации стоимости добавок при стабильных показателях их качества. Это достаточно сложная задача, которую можно решить, используя в качестве минеральных и химических модификаторов бетона различные отходы и побочные продукты многих отраслей промышленности [6]. Чаще всего свойства бетона модифицируются с помощью химических добавок. При этом оптимальные характеристики, такие как прочность, удобоукладываемость и так далее, достигаются при определенной критической дозе химического модификатора, после чего эффект спадает [7].

В настоящей статье в состав комплексной модифицированной добавки (далее КМД) входит гипс, отход спиртового производства – послеспиртовая барда (далее ПБ) и щелочь (каустическая сода, NaOH) для нейтрализации кислотности послеспиртовой барды, это связано с тем, что очистка производится некачественно и послеспиртовая барда сохраняет кислотность. Таким образом, совместное использование гипса, щелочи и пластификатора улучшает физико-механические свойства. Целью исследования является разработка КМД и изучение ее влияния на физико-механические свойства цементных систем.

В рамках данного исследования был проведен комплекс лабораторных испытаний по оценке физико-механических свойств экспериментальных образцов с последующим сравнительным анализом изменения качественных характеристик цемента и влияния на него комплексного модификатора.

Материалы и методы исследования

Для выполнения исследования и реализации поставленной цели и задач были использованы материалы, соответствующие требованиям и стандартам.

Цемент. В качестве вяжущего материала использовался портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 Н, в связи с доступностью данного вяжущего материала.

В состав КМД входят: - ПБ - основной компонент модифицирующей добавки, отвечающий требованиям ТУ 1110 РК 00393896 ОАО -01-2003, в количестве 2,5%, 5,0%, 7,5%, 10%, кратно 2,5%. Поставляется в жидком виде, производитель ОАО «Айдабульский спиртзавод»; - гипс, который способствует ускорению процесса твердения в количестве 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, кратно 0,5%. Производитель АО «Жамбылгипс»; - каустическая сода в количестве 5% для нейтрализации водородного показателя пластификатора.

Расход сырья образцов смеси представлен в таблице 1.

Таблица 1. Составы сравниваемых образцов

№	Тип	Цемент	Песок	Щебень	Гипс	ПБ	NaOH 5,0%	Вода
1	Тип 1	350	840	1200	-	-		196
2	Тип 2-1	346,5	840	1200	3,5 (1,0%)	8,7 (2,5%)	0,4	186,8
3	Тип 2-2	346,5	840	1200	3,5 (1,0%)	17,5 (5,0%)	0,8	177,6
4	Тип 2-3	346,5	840	1200	3,5 (1,0%)	26,2 (7,5%)	1,3	168,4
5	Тип 2-4	346,5	840	1200	3,5 (1,0%)	35 (10,0%)	1,7	159,2
6	Тип 3-1	344,7	840	1200	5,2 (1,5%)	8,7 (2,5%)	0,4	186,8
7	Тип 3-2	344,7	840	1200	5,2 (1,5%)	17,5 (5,0%)	0,8	177,6
8	Тип 3-3	344,7	840	1200	5,2 (1,5%)	26,2 (7,5%)	1,3	168,4
9	Тип 3-4	344,7	840	1200	5,2 (1,5%)	35 (10,0%)	1,7	159,2
10	Тип 4-1	343	840	1200	7 (2,0%)	8,7 (2,5%)	0,4	186,8
11	Тип 4-2	343	840	1200	7 (2,0%)	17,5 (5,0%)	0,8	177,6
12	Тип 4-3	343	840	1200	7 (2,0%)	26,2 (7,5%)	1,3	168,4
13	Тип 4-4	343	840	1200	7 (2,0%)	35 (10,0%)	1,7	159,2
14	Тип 5-1	341,2	840	1200	8,7 (2,5%)	8,7 (2,5%)	0,4	186,8
15	Тип 5-2	341,2	840	1200	8,7 (2,5%)	17,5 (5,0%)	0,8	177,6
16	Тип 5-3	341,2	840	1200	8,7 (2,5%)	26,2 (7,5%)	1,3	168,4
17	Тип 5-4	341,2	840	1200	8,7 (2,5%)	35 (10,0%)	1,7	159,2

Лабораторные исследования включают:

1) Определение времени схватывания теста (начало и конец схватывания) в соответствии с ГОСТ 310.3-76 [8], (рис. 1, а).

2) Определение прочности бетона при сжатии с размером 100x100x100 мм и испытаны в возрасте 1, 3, 7, 14 и 28 суток в соответствии с ГОСТ 10180-2012 [9], (рис. 1, б, в).

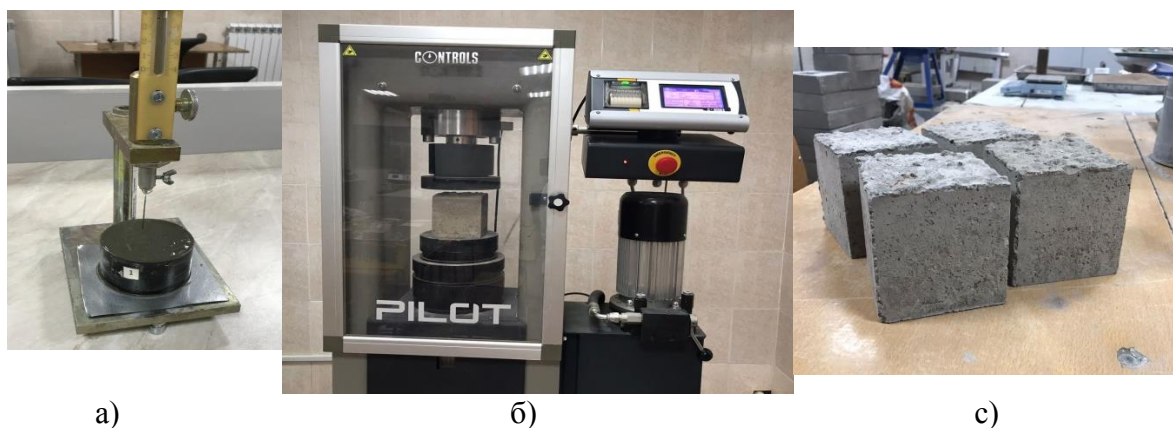


Рисунок 1. Проведение лабораторных исследований

Результаты и их обсуждение

Сроки схватывания. На графике 2 представлены результаты времени схватывания первый «пик» соответствует началу схватывания, второй - концу. Порядок расположения типов сравниваемых составов в последовательности снизу - вверх, где красная линия соответствует типу 1 эталонному составу без добавок, в сравнении с которым проводится сравнение.

По полученным результатам исследования были определены сроки схватывания составов для:

Состав №1. Начало схватывания цементного теста без добавки (КМД) составляет 2 ч 45 мин, а конец схватывания 6 ч 10 мин.

Состав №2 составы с использованием добавки. Начало схватывания цементного теста составляет 20 мин – 1 ч 55 мин, а конец схватывания 2 ч 10 мин – 5 ч 10 мин.

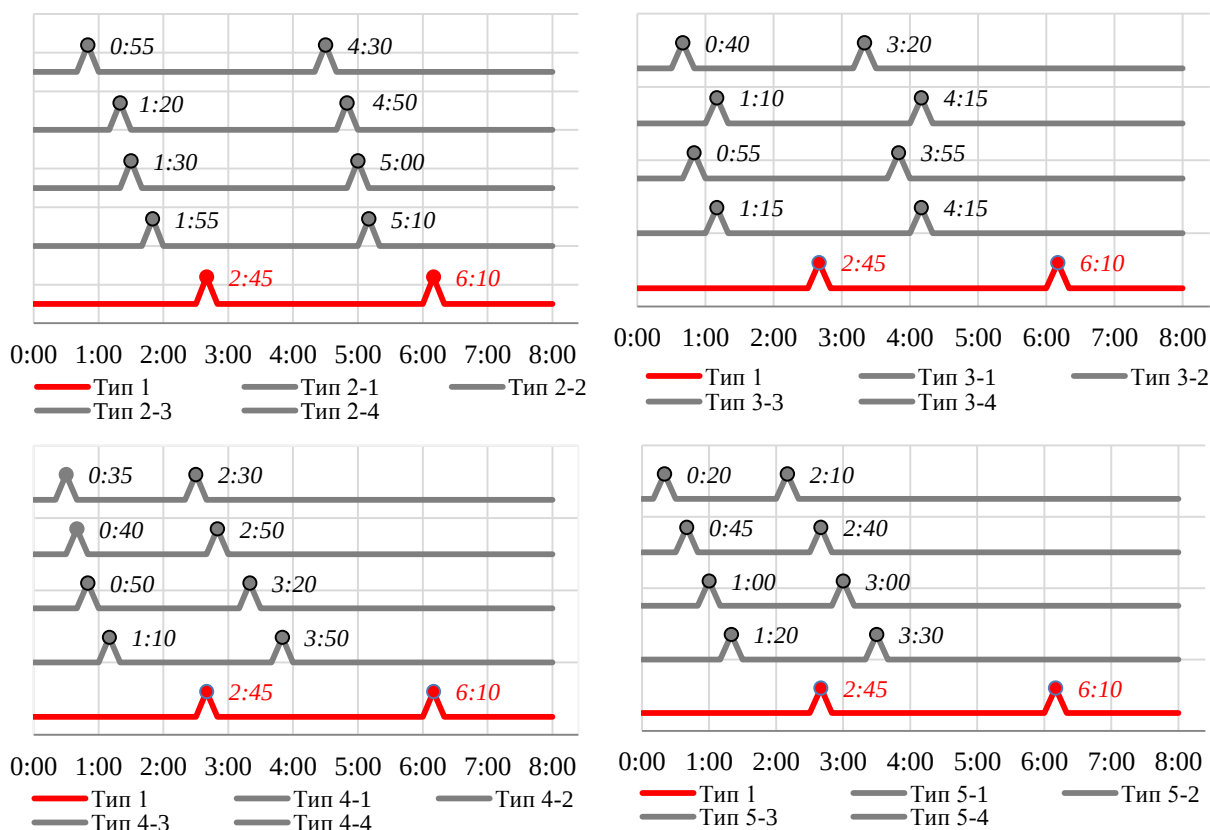


Рисунок 2. Влияние добавки на сроки схватывания

На графике видно, что введение добавки в оптимальном соотношении приводит к изменению времени схватывания по сравнению с эталонным, но в пределах нормы. Следует заметить, что изменяется не только время начала схватывания, но и его конец. Как видно из полученных результатов, максимальный пластифицирующий эффект добавки в растворно-цементной смеси проявляется при концентрации 5,0-7,5% относительно массы цемента при В/Ц = 0,28. При добавлении добавки время схватывания сокращается до 25% по сравнению с эталонным составом. При этом промежуток между началом и концом схватывания сокращается на 40%. Повышение содержания добавки в составе цементной смеси до 7% от массы цемента не только влияет на процессы разжижения цементной смеси, твердения и сокращения времени схватывания смеси, но и способствует повышению прочности цементного камня.

Прочность бетона при сжатии. Полученные результаты прочностных испытаний бетонных образцов представлены на рисунке 3.

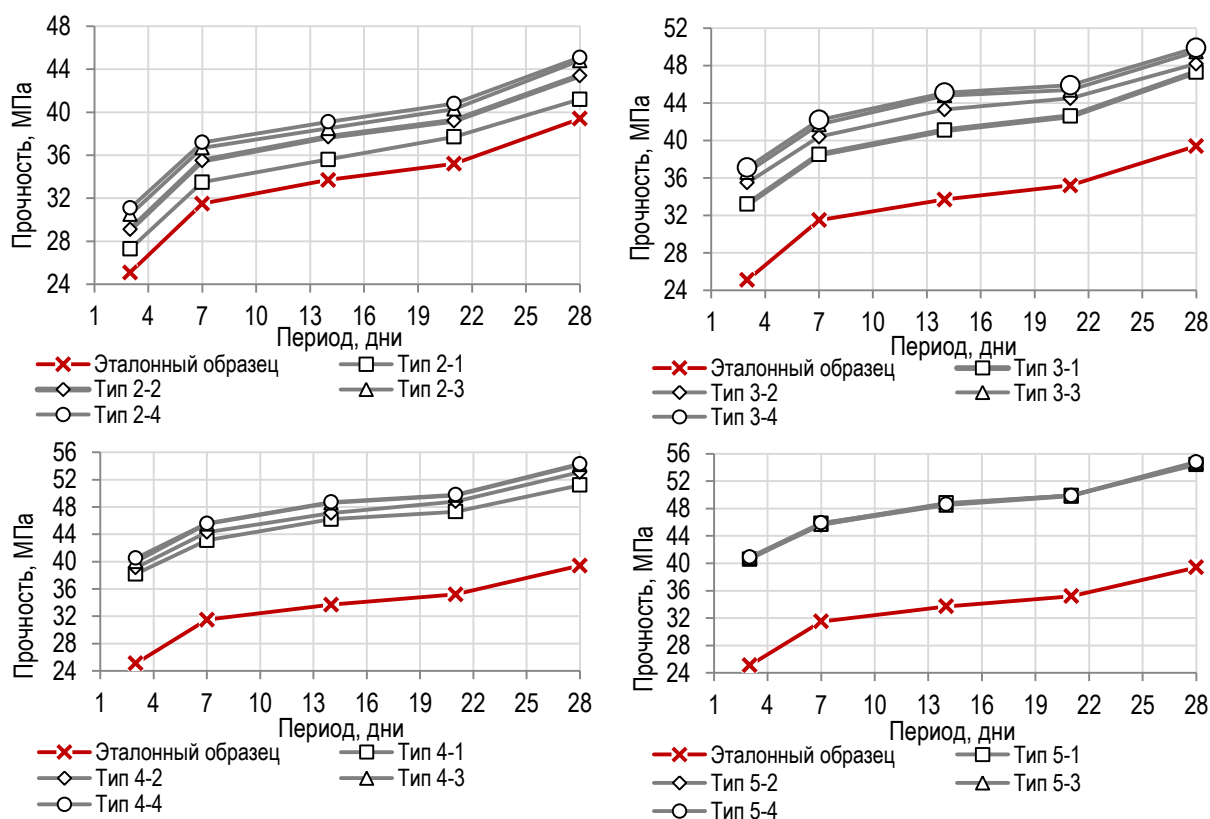


Рисунок 3. Прочность бетона в возрасте 3, 7, 14 , 21 и 28 суток

Эталонные образцы Типа 1 (без добавки) проявили самую низкую прочность, что в процентном соотношении на 28,54% меньше, чем у составов с использованием добавки. Средние значения прочности на 28 сутки находились в диапазоне от 25,1 до 39,4 МПа.

Образцы с использованием добавки (КМД) показали прочность выше, чем Типа 1 на 36,95%. Средние значения прочности на 28 сутки находились в диапазоне от 41,2 до 54,8 МПа.

По результатам исследований, процессы твердения происходят не только на начальном этапе твердения, но и равномерно продолжают увеличивать прочность в течении последующего времени, что положительно характеризует тяжелый бетон с добавкой в условиях естественного твердения. Анализируя показатель предела прочности, полученного на образце, равного 39,4 МПа, с показателем, полученного по составу, который находился в диапазоне 41,2-54,8 МПа, можно утверждать, что новый модифицированный бетон является высококачественным. В результате полученных данных можно отметить, что модифицированный бетон с добавкой (КМД) на 3-е сутки имеет более высокую прочность на 46,51-48,7%; на 7-е сутки - 43,19-45,05%; на 14-е сутки - 36,29-39,02%; на 21-е сутки - 34,36-36,72% и на 28-е сутки - 28,54-31,97% по сравнению с эталонным составом. Проведенный анализ результатов исследований показывает, что максимально положительный эффект на кинетику набора прочности бетона оказывает добавка при концентрации 5,0-7,5% относительно массы цемента. Полученные результаты утверждают, что добавка (КМД) способствует увеличению скорости набора прочности в ранние периоды твердения и обеспечивают высокую прочность.

Заключение

Введение добавки в оптимальном соотношении приводит к изменению времени схватывания по сравнению с эталонным, но в пределах нормы. Следует заметить, что изменяется не только время начала схватывания, но и его конец. При добавлении добавки (5,0-7,5%) время схватывания сокращается до 25% по сравнению с эталонным составом. При этом промежуток между началом и концом схватывания сокращается на 40%.

Исследования позволяют выявить влияние добавки на свойства бетона в процессе его производства. Так, добавление добавки в состав тяжелого бетона позволяет увеличить прочность на 28 суток твердения на 4,56-39,08% по сравнению с эталонным образцом. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что исследуемая добавка, образуя оптимальную структуру, повышает прочностные свойства модифицированного бетона. Это позволяет рассчитывать на более высокие эксплуатационные свойства тяжелого бетона.

Список использованных источников

1. V.I. Kalashnikov, How to transform the old generation concrete in high-performance concretes of new generation, Concrete and reinforced concrete, Equipment, Materials, Technologies. 1 (2012) 82–89.
2. S. Marceau, F. Lespinasse, J. Bellanger, C. Mallet, Microstructure and mechanical properties of polymer-modified mortars, European Journal of Environmental and Civil Engineering. 16 (2012) 571–581. <https://doi.org/10.1080/19648189.2012.675148>
3. C. Qingyu, S. Wei, G. Liping, Z. Guorong, Polymer-modified concrete with improved flexural toughness and mechanism analysis, Journal of Wuhan University of Technology-Materials Science Edition. 27 (2012) 597–601. DOI:10.1007/s11595-012-0512-5
4. N.Z. Muhammad, A. Keyvanfar, M.Z. Abd. Majid, A. Shafaghat, J. Mirza, Waterproof performance of concrete: A critical review on implemented approaches, Construction and Building Materials. 101 (2015) 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.048>
5. J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, C. Yu, J.X. Hong, Chemical admixtures, Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability, Cement and Concrete Research. 78 (2015) 81–99. DOI:10.1016/j.cemconres.2015.05.016
6. Y. Tian, S. Shuaifeng, H. Shuguang, Mechanical and dynamic properties of high strength concrete modified with lightweight aggregates presaturated polymer emulsion, Construction and Building Materials. 93 (2015) 1151–1156.
7. Poluektova V.A., Kosukhin M.M., Malinovker V.M., Shapovalov N.A., 2013 Multifunctional superplasticiser for concrete on the basis of pyrocatechin production wastes. (Fundamental research, 1(3)) p 718-722.
8. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
9. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.