



УДК 691.32

Богданов Руслан Равильевич

ассистент

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Пашаев Антон Владимирович

инженер

E-mail: pashaev9700@mail.ru

Журавлев Максим Владимирович

инженер

E-mail: maximzhuravl@yandex.ru

Калимуллин Айрат Арлионович

инженер-технолог

E-mail: fluwow@yandex.ru

ООО «ТАТБИО»

Адрес организации: 420054, Россия, г. Казань, ул. Авангардная, д. 80/1

Гиперпластификаторы на основе эфира поликарбоксилата и полиарила и их влияние на физико-технические свойства цементных композиций

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить влияние гиперпластификаторов на физико-технические свойства (процессы гидратации цемента, сроки схватывания и нормальную плотность, предел прочности при изгибе и сжатии) цементных композиций.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в том, что определены эффективные гиперпластификаторы и их оптимальное количественное содержание. Так, по результатам эксперимента наиболее эффективными определены добавки «АСЕ 430» и «МР 3040». Экспериментальные исследования кинетики тепловыделения при гидратации цемента показали, что величина температурного максимума в составах с исследуемыми добавками выше по сравнению с контрольным составом. При этом введение добавки «МР 3040» на основе эфира полиарила приводит также к увеличению контракции цементного теста. Наибольший прирост предела прочности при изгибе (на 20-23 % выше контрольного образца) и сжатии (на 83-85 % выше контрольного образца) мелкозернистого бетона наблюдается при введении добавки «АСЕ 430» в дозировке 1-1,5 % от массы цемента.

Выводы. Значимость полученных результатов работы для строительной отрасли заключается в установлении вида и оптимального количественного содержания гиперпластификатора и определении влияния на физико-технические свойства цементных композиций. Установлено, что наибольший водоредуцирующий эффект, а также прирост прочности при изгибе и сжатии наблюдается при введении добавок «АСЕ 430» и «МР 3040» в количественном содержании 1-1,5 % от массы цемента.

Ключевые слова: модификация, добавки, гиперпластификатор, цементное тесто, гидратация.

Введение

В настоящее время неотъемлемым компонентом высокофункциональных бетонов являются химические добавки [1, 2]. Среди них особое место занимают пластифицирующие добавки. Эффективные суперпластификаторы позволяют добиться увеличения подвижности бетонной смеси, увеличения плотности и долговечности бетонов в дальнейшем использовании, сохраняя низкое водоцементное отношение, получить высокопрочные бетоны при использовании разных видов и марок портландцемента [3-7]. Для экспериментальных исследований из широкого ассортимента пластифицирующих добавок были выбраны современные гиперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилата и полиариала, как наиболее эффективные по водоредуцирующему эффекту и увеличению подвижности [4, 7, 8].

Разная степень действия гиперпластификаторов объясняется различием их химической основы. Зарубежные модификаторы представляют собой полиэфиркарбоксилаты, их эффективность обусловлена длиной полимерных цепочек, обеспечивающих диспергирующее действие на агрегированные частицы цемента и их раздвижку, а также более полное покрытие поверхности частиц с формированием сольватных оболочек и высвобождения свободной воды в системе [1, 2]. В результате данных воздействий существенно увеличивается подвижность и исключается возможность формирования коагуляционных структур за счет взаимодействия частиц между собой. Таким образом, показана возможность получения цементных растворов с минимальными значениями вязкости, что необходимо для получения самоуплотняющихся растворных смесей. Обоснована необходимость применения суперпластифицирующих добавок на поликарбоксилатной основе для обеспечения максимальной подвижности смеси, введение которых в состав смесей позволяет снизить начальную вязкость смесей до 10 раз [9].

Применение суперпластификаторов и комплексных органоминеральных модификаторов дает возможность получить бетоны с высокой прочностью и с высокими эксплуатационными характеристиками [2, 9, 10]. За счет этого можно получить снижение использования арматуры и использования цемента в бетонных конструкциях [10].

Вначале 2000-х актуальным и востребованным стало применение монолитного домостроения с применением различных добавок. Большой выбор разных видов суперпластификаторов (СП) и гиперпластификаторов (ГП) усложнял работу технологам, потому что оценку эффективности нельзя было сделать по всем параметрам. Широкий ассортимент видов суперпластификаторов (СП) и гиперпластификаторов (ГП) затруднял работу практиков, так как оценка эффективности не охватывала всех параметров. В связи с этим ученые разработали новый метод, который позволял оценить эффективность любых добавок СП и ГП при взаимодействии с определенным цементом для широкого спектра характеристик [1, 2].

В современном мире в большинстве случаев используют гиперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилата [5, 8]. Учеными было выявлено новые особенности гиперпластификаторов, которые увеличивают раннюю прочность бетона, снижают водоцементное соотношение (ВЦ) и расход цемента при добавлении в малом количестве гиперпластификатора, что приводит к получению оптимальных физико-механических свойств в бетоне [8, 9].

По сравнению с другими пластифицирующими добавками, у гиперпластификаторов большим плюсом является то, что он существенно снижает стоимость производства бетона, а так же трудоемкость.

Чтобы правильно подобрать пластифицирующую добавку, нужно учитывать их эффективность в зависимости от вида заполнителей цементных композиций и цемента [8]. Уменьшение водоцементного отношения позволяет увеличить прочность. При использовании суперпластификаторов на основе эфира полиарила, уменьшается водоцементное отношение [3, 7, 9]. При этом гиперпластификатор на основе полиарила менее чувствителен к виду цемента. Большую эффективность показывает добавка MasterPolyheed 3040 на основе эфира полиарила, которая позволяет снизить водоцементное соотношение и вязкость бетонной смеси на 25-30 %. За счёт низкой цены состава смеси, уменьшается стоимость производства бетона, уменьшается время уплотнения и укладки бетона, тем самым делает ее очень эффективным.

Цель работы – изучение влияния современных гиперпластификаторов на физико-технические свойства цементного теста, камня и мелкозернистого бетона. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние гиперпластификаторов на нормальную плотность и сроки схватывания цементного теста, а также определить предел прочности цементного камня в возрасте 28 суток;
- исследовать влияние модификаторов на процессы гидратации цемента методами термостной калориметрии и определением контракции цементного теста;
- исследовать влияние модификаторов на предел прочности при изгибе и сжатии мелкозернистого бетона в возрасте 7 и 28 суток.

Методы, материалы и оборудование, применяемые в исследовании

В качестве вяжущего использовали портландцемент ЦЕМ П/А-Ш 32,5Б и ЦЕМ П/А-Ш 42,5Н (ГОСТ 31108-2016) производства ОАО «Сухоложскцемент», далее цементы будут обозначены Ц1 и Ц2. В состав цемента Ц1 входят основные минералы: C_3S – 62 %, C_2S – 14,7 %, C_3A – 5,5 %, C_4AF – 12,7 % и добавки: доменный шлак – 15,1 %, пуццолан (трепел) – 2,9%, SO_3 – 2,9 %. В состав цемента Ц2 входят основные минералы: C_3S – 65,6 %, C_2S – 11,7 %, C_3A – 6,5 %, C_4AF – 11,3 % и добавки: доменный шлак – 15,5 %, известняк – 3 %, SO_3 – 3,0 %.

В качестве модификаторов в исследованиях использованы следующие добавки:

- MasterGlenium® ACE 430 в виде водного раствора поликарбоксилатного эфира, который имеет светло-коричневый цвет. Рекомендованное количественное содержание добавки 0,2-1 % от веса цемента (ООО «БАСФ Строительные системы»);

- Glenium® MasterPolyheed® 3040 в виде водного раствора эфира полиарила, который имеет желтый цвет. Рекомендованное количественное содержание добавки 0,3-2,0 % от массы цемента (ООО «БАСФ Строительные системы»);

- РС 2016 в виде порошкового продукта, полученного методом распылительной сушки на основе поликарбоксилатного эфира, Рекомендованное количественное содержание 0,16-0,5 % от массы цемента (ООО «Новые технологии»). Далее добавки будут обозначены ACE 430, МР 3040, РС 2016 соответственно.

Нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста с пластифицирующими добавками изучали при помощи прибора Вика согласно ГОСТ 310.3. Кинетика тепловыделения цементного теста исследовалась с помощью измерительного комплекса «Термохрон DS1921». Контракцию цементного теста изучали на контракциометрическом тестере активности цемента «Цемент-прогноз», по методике МИ 2486-98 и МИ 2487-98. Предел прочности при сжатии цементного камня определяли на образцах кубиках, размером 2×2×2 см. Прочность при сжатии и изгибе цементно-песчаного раствора определяли на образцах балочках, размерами 4×4×16 см по ГОСТ 310.4.

Результаты исследования влияния комплексного модификатора на процессы гидратации цемента

Проведены экспериментальные исследования влияния гиперпластификаторов на изменение нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста (табл. 1).

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что водопотребность цементного теста снижается на 26-30 % при содержании добавки ACE430 в количестве 1,5 % от массы цемента Ц1, а для цемента Ц2 водопотребность снижается на 14-18 % при содержании добавки 1-1,5 % ACE 430. Начало схватывания Ц1 с добавкой ACE 430 увеличивается на 30-170 мин, а с Ц2 – увеличивается на 120-250 мин.

Оптимальным содержанием добавки МР 3040, как видно в таблице 1, является ее содержание 1-1,5 % от массы Ц1. При данном содержании добавки наблюдается снижение водопотребности цементного теста на 31-33 % для Ц1, а для содержания добавки МР 3040 как видно из таблицы 1, является 1-1,5 % от массы Ц2. В данном случае наблюдается снижение водопотребности цементного теста на 16-18 % для Ц2. Сроки схватывания Ц1 при введении добавки МР 3040 увеличиваются, начало схватывания на 50-370 мин., конец схватывания на 20-280 мин, а для Ц2 при введении той же добавки начало (100-260) и конец (60-270) схватывания увеличиваются,

При содержании добавки РС2016 в количестве 0,3-0,4 5% от массы Ц1 наблюдается снижение водпотребности цементного теста на 13-15 %. Для Ц2 при содержании идентичной добавки в количестве 0,3-0,45 % снижается водопотребность цементного теста на 10-11 %. Сроки схватывания при введении добавки РС 2016 увеличиваются, для Ц1 начало схватывания на 70-120 мин, конец схватывания на 120-150 мин, а для Ц2 начало схватывания увеличивается на 120-150 мин, а конец схватывания на 120-320 мин.

По результатам эксперимента видно, что по интенсивности снижения водопотребности цементного теста исследуемые гиперпластификаторы располагаются в следующей убывающей последовательности: ACE 430, МР 3040, РС 2016. Для всех исследуемых модификаторов характерно значительное увеличение сроков схватывания цементного теста.

Таблица 1

**Влияние добавок на изменение нормальной густоты (Н.Г.)
и сроков схватывания цементного теста**

№ п/п	Наименование добавки	Содержание добавок, %	Н.Г. %	Сроки схватывания	
				Н.С.*	К.С.*
1	-	-	<u>29,00</u>	<u>150</u>	<u>270</u>
			25,50	160	260
2	АСЕ430	0,5	<u>24,60</u>	<u>160</u>	<u>330</u>
			23,20	300	370
3		1,0	<u>20,16</u>	<u>220</u>	<u>440</u>
			22,20	390	450
4		1,5	<u>18,90</u>	<u>320</u>	<u>580</u>
			21,30	430	590
5	MP 3040	0,5	<u>23,20</u>	<u>200</u>	<u>300</u>
			23,20	280	330
6		1,0	<u>20,00</u>	<u>350</u>	<u>430</u>
			21,80	380	420
7		1,5	<u>19,5</u>	<u>520</u>	<u>560</u>
			21,30	440	540
8	PC 2016	0,5	<u>26,30</u>	<u>220</u>	<u>350</u>
			27,90	300	390
9		1,0	<u>25,10</u>	<u>260</u>	<u>490</u>
			26,90	290	490
10		1,5	<u>24,85</u>	<u>270</u>	<u>580</u>
			25,95	330	590

Примечание*: Н.С. и К.С. – начало и конец схватывания, соответственно. Над чертой даны значения для цемента Ц1, под чертой для Ц2.

Проведены экспериментальные исследования кинетики тепловыделения при гидратации цемента и контракции цементного теста в присутствии пластифицирующих добавок. На рис. 1 приведены температурные кривые гидратации портландцемента с исследуемыми модификаторами.

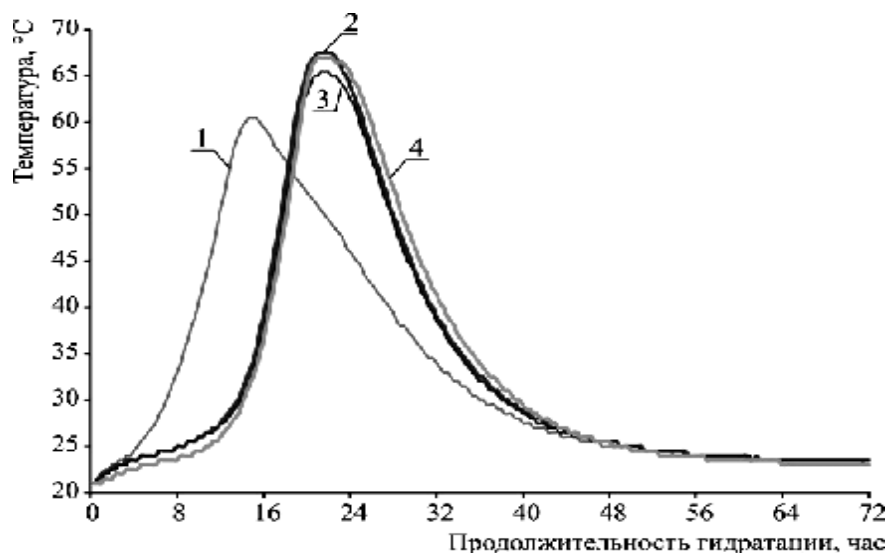


Рис. 1. Тепловыделение при гидратации портландцемента Ц1 с добавлением пластифицирующих добавок:

1 – без добавок; 2 – АСЕ 430 (1 %); 3 – MP 3040 (1 %); 4 – PC 2016 (0,3 %) (иллюстрация авторов)

Из представленных данных на рис. 1 видно, что при введении пластифицирующих добавок замедляется гидратация цементного теста, по сравнению с контрольным составом. Продолжительность индукционного периода при введении гиперпластификаторов увеличивается на 180-300 минут по сравнению с составом без

добавок. Максимальный температурный пик с гиперпластификаторами наблюдается на 360-480 минут позднее контрольного состава. При введении АСЕ 430 наблюдается наибольший максимум температурного пика, равный $67,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, что на $7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше состава без добавки, что свидетельствует об увеличении степени гидратации вяжущего. В составах с добавками МР3040 и РС2016 температурный максимум также выше на $5,1-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению с контрольным составом.

Выполнены экспериментальные исследования по измерению контракции цементного теста на контракциометрическом тестере активности цемента «Цемент-прогноз». Результаты исследования приведены на рис. 2.

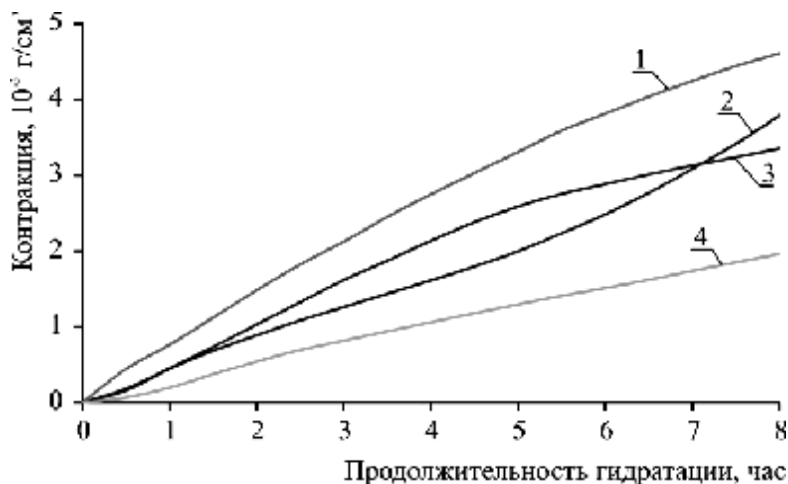


Рис. 2. Контракция цементного теста на портландцементе Ц1 с добавлением пластифицирующих добавок:

1 – без добавок; 2 – АСЕ 430 (1 %); 3 – МР 3040 (1 %); 4 – РС 2016 (0,3 %) (иллюстрация авторов)

На рис. 2 видно, что при введении добавки «АСЕ 430» увеличивается величина контракции (на $0,355 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$ в первые 3 часа гидратации цементного теста), что свидетельствует об ускорении процесса гидратации цемента. В дальнейшем величина контракции цементного теста с добавкой «АСЕ 430» ниже (на $0,439 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$ в первые 8 часов гидратации), чем в контрольном составе. Величина контракции цементного теста с добавкой «РС2016» в первые 3 часа гидратации цементного теста ниже (на $0,445 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$), чем в составе без добавки, а в дальнейшем ниже (на $1,83 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$ в первые 8 часов гидратации), чем в составе без добавок. Среди исследуемых гиперпластификаторов можно выделить добавку «МР 3040», введение которой увеличивает величину контракции как в первые 3 часа (на $0,863 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$), так и через 8 часов гидратации (на $0,817 \cdot 10^3\text{ г/см}^3$), по сравнению с составом без добавок. Величина контракции при гидратации цементного теста с добавкой «МР 3040» в первые 8 часов гидратации выше в 1,38-2,35 раза по сравнению с добавками «АСЕ 430» и «РС 2016», соответственно.

Проведены экспериментальные исследования влияния исследуемых гиперпластификаторов на предел прочности цементного камня при сжатии в возрасте 28 суток. Результаты эксперимента представлены на рис. 3.

Приведенные на рис. 3 данные свидетельствуют о повышении предела прочности при сжатии при введении гиперпластификаторов. Введение в цементное тесто добавки АСЕ 430 повышает прочность цементного камня на 24-55 % на цементе Ц1 и на 23-45 % на цементе Ц2 по сравнению с контрольным образцом. Для добавки МР 3040 наибольшие показатели предела прочности при сжатии (на 40-55 % выше контрольного) достигаются при дозировке 1-1,5 % от массы цемента. Введение гиперпластификатора РС 2016 позволяет повысить прочность цементного камня на 19-41 % и 16-43 % соответственно.

Выполнены экспериментальные исследования влияния гиперпластификаторов на предел прочности при изгибе и сжатии мелкозернистого бетона. Испытания проводили на цементном растворе согласно ГОСТ 310.4. Результаты исследований приведены в табл. 2.

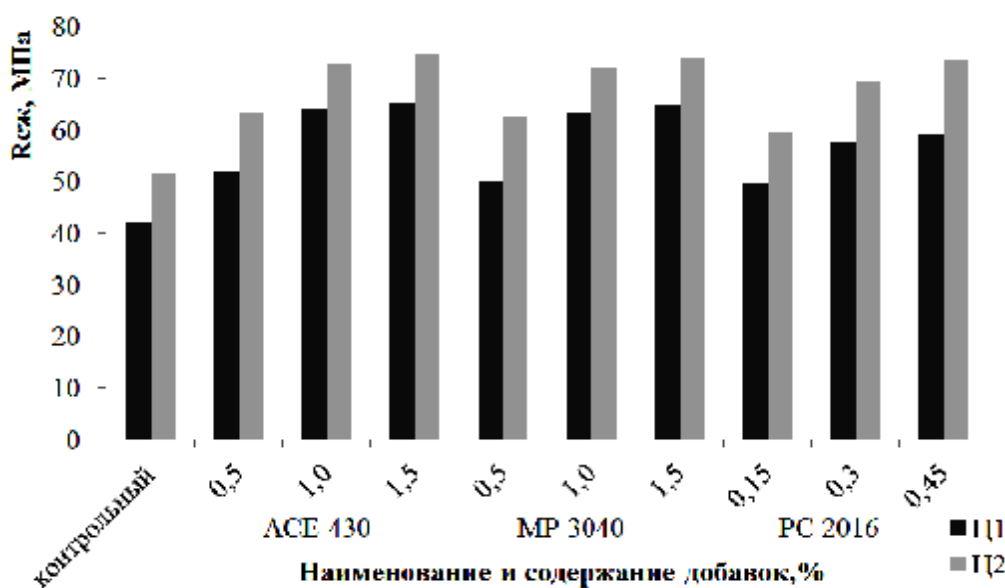


Рис. 3. Влияние гиперпластификаторов на предел прочности цементного камня при сжатии в возрасте 28 суток (иллюстрация авторов)

Таблица 2

Результаты экспериментальных данных пределов прочности при изгибе ($R_{изг}$, МПа), пределов прочности на сжатие ($R_{сж}$, МПа) мелкозернистого бетона с пластифицирующими добавками

№ п/п	Содержание добавок, %			Прочность при изгибе $R_{изг}$, кг/см ²		Прочность на сжатие $R_{сж}$, кг/см ²	
	АСЕ 430	MP 3040	PC 2016	7 сут.	28 сут.	7 сут.	28 сут.
1	–	–	–	<u>6,02</u> 6,82	<u>6,94</u> 7,93	<u>29,7</u> 36,6	<u>46,9</u> 52,2
2	0,5	–	–	<u>6,24</u> 6,95	<u>7,61</u> 8,38	<u>40,54</u> 48,64	<u>66,42</u> 73,89
3	1,0	–	–	<u>7,08</u> 8,31	<u>8,32</u> 9,67	<u>52,91</u> 65,61	<u>86,52</u> 95,60
4	1,5	–	–	<u>7,25</u> 8,12	<u>8,53</u> 9,66	<u>53,11</u> 65,85	<u>86,98</u> 92,63
5	–	0,5	–	<u>6,34</u> 7,01	<u>7,73</u> 8,45	<u>38,52</u> 46,22	<u>63,01</u> 70,09
6	–	1,0	–	<u>6,94</u> 8,09	<u>8,26</u> 9,63	<u>50,26</u> 62,32	<u>82,19</u> 90,82
7	–	1,5	–	<u>7,14</u> 8,28	<u>8,60</u> 9,75	<u>50,45</u> 60,54	<u>82,75</u> 85,61
8	–	–	0,15	<u>6,04</u> 6,95	<u>7,38</u> 8,25	<u>36,21</u> 43,45	<u>59,58</u> 66,16
9	–	–	0,3	<u>6,79</u> 7,76	<u>7,98</u> 9,13	<u>48,24</u> 59,81	<u>78,15</u> 82,05
10	–	–	0,45	<u>7,11</u> 8,05	<u>8,29</u> 9,48	<u>49,87</u> 61,33	<u>79,35</u> 81,34

Примечание*: Над чертой даны значения для цемента Ц1, под чертой для Ц2.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что при введении исследуемых добавок предел прочности при изгибе мелкозернистого бетона в возрасте 7 и 28 суток с добавками значительно выше, чем без них. Так предел прочности при изгибе с добавкой «АСЕ 430» увеличивается на 4-20 % в возрасте 7 суток и на 9-23 % в возрасте 28 суток на цементе Ц1, на 5-19 % в возрасте 7 суток и на 6-22 % в возрасте 28 суток на цементе Ц2. При введении добавки «MP 3040» предел прочности при изгибе увеличивается на 5-18 % в возрасте 7 суток и на 11-24 % в возрасте 28 суток на цементе Ц1, на 3-21 % в возрасте

7 суток и на 7-23 % в возрасте 28 суток на цементе Ц2. Предел прочности при сжатии с добавкой «АСЕ 430» увеличивается на 41-85 %, с добавкой «МР 3040» – на 34-76 %, а с добавкой «РС 2016» – на 27-69 %. Наибольший прирост предела прочности при изгибе и сжатии мелкозернистого бетона наблюдается при введении добавки «АСЕ 430» при содержании 1-1,5 % от массы цемента.

Заключение

1. Исследования влияния гиперпластификаторов на основе эфира поликарбоксилата и полиарила на нормальную плотность и сроки схватывания цементного теста показала, что наибольший водоредуцирующий эффект достигается при введении добавок «АСЕ 430» и «МР 3040» в дозировке 1-1,5 % от массы цемента. При этом сроки схватывания цементного теста с данными модификаторами увеличиваются в меньшей степени по сравнению с добавкой «РС2016».

2. Результаты исследования гидратации цементного теста показывают, что величина температурного максимума в составах с исследуемыми добавками выше по сравнению с контрольным составом. При этом введение добавки «МР 3040» на основе эфира полиарила приводит также к увеличению контракции цементного теста.

3. Наибольший прирост предела прочности мелкозернистого бетона при изгибе (на 20-23 % выше контрольного образца) и сжатии (на 83-85 % выше контрольного образца) происходит с добавлением добавки «АСЕ 430» в дозировке 1-1,5 % от массы цемента.

Список библиографических ссылок

1. Калашников В. И., Демьянова В. С., Борисов А. А. Классификационная оценка цементов в присутствии суперпластификаторов для высокопрочных бетонов // Известия вузов. Строительство. 1999. № 1. С. 39–42.
2. Изотов В. С., Соколова Ю. А. Химические добавки для модификации бетона. М. : Палеотип, 2006. 244 с.
3. Морозов Н. М., Боровских И. В., Хозин В. Г., Галеев А. Ф. Исследование свойств цементных систем с комплексными наполнителями // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 7. С. 217–220.
4. Ibragimov R. A., Bogdanov R. R. The influence of a complex modifying agent on the hydration and structure formation of self-compacting concrete // ZKG: Zement – Kalk – Gips International. 2017. Т. 70. № 4. P. 44–49.
5. Изотов В. С., Мухаметрахимов Р. Х., Галаутдинов А. Р. Комплексная добавка для повышения эффективности гипсоцементно-пуццоланового вяжущего // Строительные материалы. 2016. № 8. С. 70–73.
6. Строганов В. Ф., Сагадеев Е. В., Морозов Н. М., Вахитов Б. Р., Шаехов Р. А. Исследование процессов биоповреждения высокопрочных песчаных бетонов // Химия и инженерная экология XVI международная научная конференция, посвященная 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. 2016. С. 273–276.
7. Калимуллин А. А., Назипова Ф. В., Богданов Р. Р. Модифицирование цементно-стружечных плит путем введения гиперпластификаторов // Деревообрабатывающая промышленность. 2017. № 4. С. 27–34.
8. Izotov V. S., Ibragimov R. A. Hydration products of portland cement modified with a complex admixture // Inorganic Materials. 2015. Т. 51. № 2. P. 187–190.
9. Ibragimov R. The influence of binder modification by means of the superplasticizer and mechanical activation on the mechanical properties of the high-density concrete // ZKG: Zement – Kalk – Gips International. 2016. Т. 69. № 6. P. 34–39.
10. Изотов В. С., Ибрагимов Р. А. Ресурсосбережение при производстве железобетонных изделий с добавками гиперпластификаторов // Технологии бетонов. 2013. № 5 (82). С. 40–41.

Bogdanov Ruslan Ravil'evich

assistant

E-mail: bogdanov.r.r@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Pashaev Anton Vladimirovich

engineer

E-mail: pashaev9700@mail.ru**Zhuravlev Maksim Vladimirovich**

engineer

E-mail: maximzhuravl@yandex.ru**Kalimullin Ajrat Arlionovich**

process engineer

E-mail: fluwow@yandex.ru**LLC «TATBIO»**

The organization address: 420054, Russia, Kazan, Avangardnaya st., 80/1

Superplasticizer based on polycarboxylate ether and polyaryl and their influence on the physico-technical properties of cement compositions**Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the effect of superplasticizers on the physico-technical properties (cement hydration processes, setting time and normal thickness, tensile strength during bending and compression) of cement compositions.

Results. The main results of the study are that effective superplasticizers and their optimal quantitative content have been determined. So, according to the results of the experiment, the most effective additives «ACE 430» and «MP 3040» were identified. Experimental studies of the kinetics of heat release during cement hydration showed that the magnitude of the temperature maximum in the compositions with the additives under investigation is higher compared with the control composition. Moreover, the introduction of the additive «MP 3040» based on polyaryl ether also leads to an increase in the contraction of the cement paste. The greatest increase in flexural strength (by 20-23 % above the control sample) and compression (by 83-85 % above the control sample) of fine-grained concrete is observed with the introduction of the «ACE 430» additive in the dosage of 1-1,5 % by weight of cement.

Conclusions. The significance of the work results for the construction industry consists in determining the type and optimal quantitative content of the superplasticizer and determining the effect on the physical and technical properties of the cement compositions. It has been established that the greatest water-reducing effect, as well as the increase in flexural and compressive strength, is observed with the introduction of additives «ACE 430» and «MP 3040» in the quantitative content of 1-1,5 % by weight of cement.

Keywords: modification, additives, superplasticizer admix, cement paste, hydration.

References

1. Kalashnikov V. I., Demyanova V. S., Borisov A. A. index rating cements in the presence of superplasticizers for high strength concrete // *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 1999. № 1. P. 39–42.
2. Izotov V. S., Sokolova Yu. A. Chemical additives for concrete modification. M. : Paleotype, 2006. 244 p.
3. Morozov N. M., Borovskikh I. V., Khozin V. G., Galeev A. F. Study of the properties of cement systems with integrated filler // *Vestnik Kazanskogo technologicheskogo universiteta*. 2015. Vol. 18. № 7. P. 217–220.

4. Ibragimov R. A., Bogdanov R. R. the influence of a complex modding agent on the hydration and structure of self-compacting concrete // ZKG: Zement – Kalk – Gips International. 2017. Vol. 70. № 4. P. 44–49.
5. Izotov V. S., Mukhametrakhimov R. H., Galiautdinov A. R. Complex additive to improve the efficiency of gypsum-pozzolanic binder // Stroitel'niye materialy. 2016. № 8. P. 70–73.
6. Stroganov V. F., Sagadeev E. V., Morozov N. M. Vakhitov R. B., Seehow R. A. Study of processes of biodegradation of high-strength sand concrete // Chemistry and engineering ecology XVI international scientific conference dedicated to the 15th anniversary of implementation of the principles of the Earth Charter in the Republic of Tatarstan. 2016. P. 273–276.
7. Kalimullin A. A., Nazipova F. V., Bogdanov R. R. Modification of cement-bonded particle boards by introducing hyperplasticizers // Derevoobrabativayushchaya promishlennost. 2017. № 4. P. 27–34.
8. Izotov V. S., Ibragimov R. A. Hydration products of portland cement modified with a complex admixture // Inorganic Materials. 2015. T. 51. № 2. P. 187–190.
9. Ibragimov R. The influence of binder modification by means of the superplasticizer and mechanical activation on the mechanical properties of the high-density concrete // ZKG: Zement – Kalk – Gips International. 2016. T. 69. № 6. P. 34–39.
10. Izotov V. S., Ibragimov R. A. resource-Saving in the production of concrete products with additives of plasticizers // Technologii betonov. 2013. № 5 (82). P. 40–41.