

СОВРЕМЕННЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Овчаренко Геннадий Иванович, Бойков Дмитрий Васильевич, Хаукен Асхар, Рачаб-Зода Зиёратшои Умаршо

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова Контактный телефон +7(905)9281190; E-mail egogo1980@mail.ru

Аннотация: Разработаны составы пластифицированных высокоподвижных бетонных смесей с увеличенной долей тонкодисперсного компонента (ПЦ+зола) до 600-700 кг/куб.м с соответствующим уменьшением доли щебня до 750-900 кг/куб.м. Определены оптимальные соотношения между ПЦ и золой, обеспечивающие экономию 16-18% цемента и 6-7 % щебня. Показан положительный эффект от введения ВКЗ для устранения негативных явлений, свойственных смесям с высокой подвижностью: водоотделение, расслоение, усадка.

Ключевые слова: высокоподвижные бетонные смеси, высококальцевая зола ТЭЦ, усадка, водоотделение, расслоение.

MODERN CONCRETE FOR MONOLITHIC CONSTRUCTION

G.I. Ovcharenko, DV Boykov, A. Hauken, Z. U. Rachab-Zoda

Abstract: The compositions of plasticized high slump concrete mixes with an increased fraction of fine-dispersed component (PC + ash) up to 600-700 kg / m³ were developed with a corresponding decrease in the share of coarse aggregate to 750-900 kg / m³. The optimal co-relations between PC and ash are determined, which ensure savings of 16-18% of cement and 6-7% of coarse aggregate. The positive effect of the high calcium ash in concrete is shown to eliminate the negative phenomena typical for mixtures with high fluidity: water separation, separation concrete mixes, shrinkage.

Key words: high- fluidity concrete mixes, high-calcium ash, shrinkage, water separation, separation concrete mixes.

Введение

В настоящее время в массовом жилищном строительстве на постсоветском пространстве получили распространение три главных типа домов – кирпичные, крупнопанельные и с монолитным каркасом. При этом доля последнего типа неуклонно увеличивается. Два из трех типов требуют применения высокоподвижных бетонных смесей с осадкой конуса 16-20 см и более для перекачивания бетононасосами. В развитых странах в этих случаях повсеместно распространяется технологи применения самоуплотняющихся бетонных смесей (СУБ) [1,2]. Особенностью составов СУБ является применение современных гиперпластификаторов на поликарбосилатной основе, содержание щебня крупностью не более 15 мм (а иногда и не более 5 мм) не более 50 %, введение 150-300 кг/м³ тонкодисперсного минерального порошка. Однако себестоимость СУБ для России достаточно высока как из-за дороговизны гиперпластификаторов, так и из-за необходимости введения тонкодисперсного наполнителя.

Поставщики бетонных смесей в наших странах пока еще реализуют традиционный подход при проектировании составов, опираясь на гостированный метод абсолютных объемов. При этом в реальном производстве отмечается повышенное водоотделение,

расслоение смесей, повышенная усадка и трещинообразование при твердении бетона, существенный разброс прочности по сечению конструкций.

Представляется целесообразным реализовать промежуточный вариант: производить бетоны на основе обычных пластификаторов с введением минерального порошка и уменьшенным расходом щебня.

Поэтому целью данного исследования было реализовать промежуточный вариант на пути к СУБ с использованием в качестве минерального порошка высококальциевую золу ТЭЦ, обеспечивающую эффект безусадочности и экономии цемента.

Материалы и методы исследования

В настоящей работе в качестве тонкодисперсного компонента использовалась высококальциевая зола (ВКЗ) ТЭЦ-3 г.Барнаула, сжигающая угли Канско-Ачинского Бассейна. Характеристика зол от сжигания этих углей представлена в [3,4].

В составах бетонов использовали щебень из гравия фракции 5-15 мм Шульгинского карьера, полевошпатовый мелкодисперсный песок поймы реки Обь с модулем крупности $M_{кр} = 1,3$. Микрокремнезем (МК) Новокузнецкого завода ферросплавов в некоторые смеси вводили для устранения деформаций чрезмерного расширения за счет ВКЗ. В качестве пластификатора бетонных смесей применяли «Штайнберг F-10». Осадка бетонных смесей составляла 20-22 см. Раствороотделение и сохраняемость подвижности бетонных смесей испытывали по ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные. Методы испытаний» Испытания бетонов на сжатие проводили в образцах-кубах с размером ребра 100 мм, на изгиб – в балочках 40x40x160 мм. Собственные деформации твердеющих бетонов определяли замером длины образцов с реперами индикатором часового типа.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлено содержание компонентов в пяти исследуемых составах бетонов, подобранных таким образом, чтобы постепенно довести содержание растворной части до уровня СУБ за счет увеличения вяжущей составляющей с различным золо-цементным соотношением и с избытком (повышающий коэффициент) тонкодисперсного компонента за счет удаления соответствующего объема щебня.

Таблица 1 – Содержание компонентов бетонной смеси

№ состава	Содержание компонентов бетонной смеси на 1 м ³ , кг (% по массе)						Повыш. коэф.
	Цемент	Зола	Щебень	Песок	МК	Вода+добавка	
1 (контроль)	470,0 (19%)	0,0 (0%)	1100,0 (46%)	620,0 (26%)	0,0 (0)	226,0 (9%)	нет
2	427,0 (18%)	183,0 (8%)	950,0 (39%)	620,0 (26)	0,0 (0)	233,4 (10%)	1,3 (70:30)
3	427,0 (18%)	183,0 (8%)	919,0 (38%)	620,0 (26)	30,5 (1)	229,0 (10%)	1,3 (70:30)
4	462,0 (19%)	310,0 (13)	746,0 (31%)	620,0 (26)	38,0 (2)	238,0 (10%)	1,65 (60:40)
5	446,0 (18%)	446,0 (18)	630,0 (26%)	620,0 (26)	45,0 (3)	270,0 (11%)	1,9 (50:50)
СУБ	500 (21%)	200 (8,3)	700 (30%)	750 (31)	50 (2)	180 (8%)	

На графике набора прочности образцов при сжатии (рисунок 1) видно, что все образцы кроме состава 5 показали прочность выше контроля, начиная с 14 суток. При этом расход цемента в разных составах был уменьшен на 8-43 кг/м³.

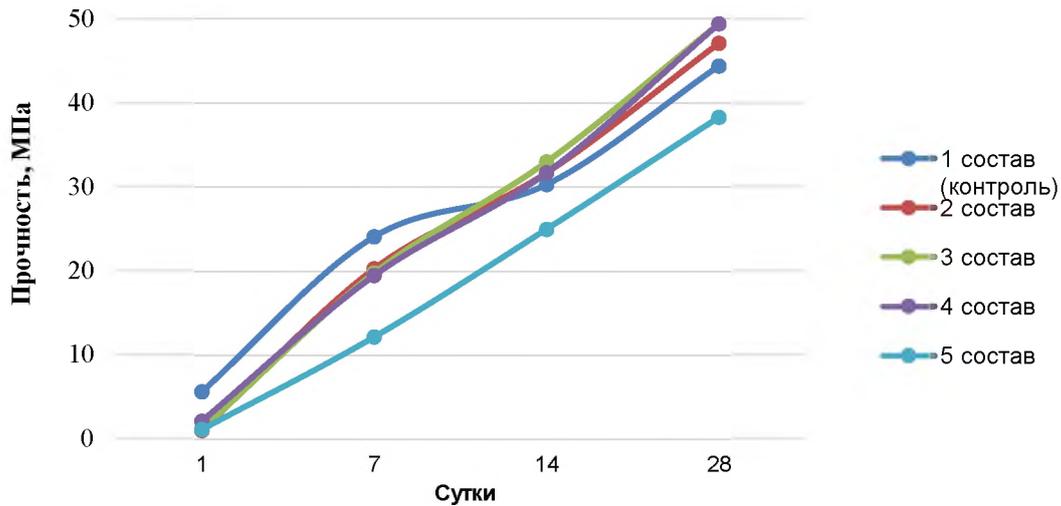


Рисунок 1 – График набора прочности при сжатии бетонами разных составов по табл.1.

На модели рисунка 2 зависимости прочности при сжатии бетонов во времени и от увеличенной растворной части в них, можно отметить некоторое отставание в прочности в ранние сроки и превышение её в нормативные на 10-15 МПа.

Прочность на сжатие

$$z = (-3,795577655816) \cdot x^2 + (0,02142986922772) \cdot y^2 + (4,43439814665207) \cdot x \cdot y + (22,027044882999)$$

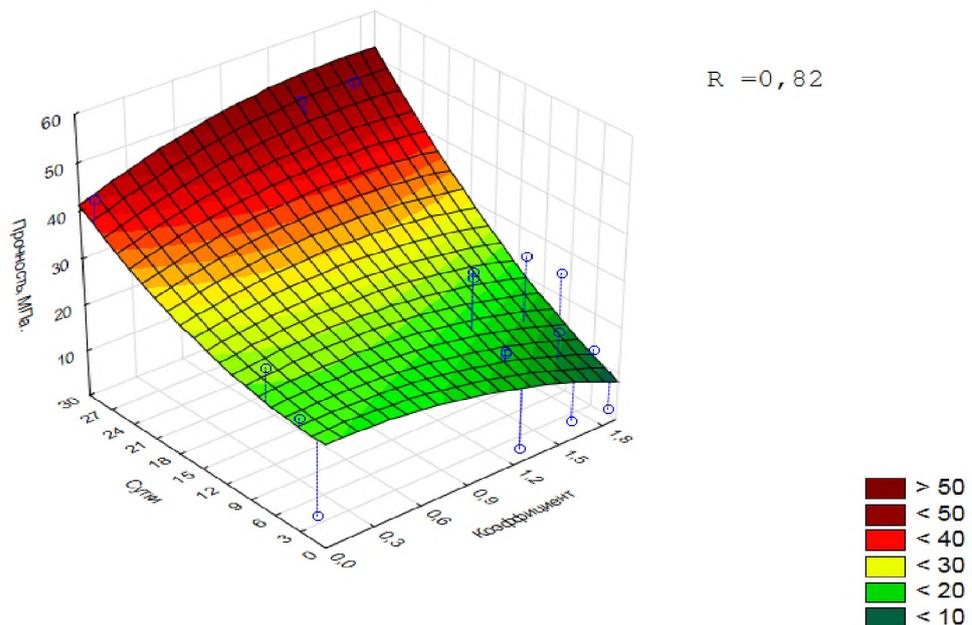


Рисунок 2 – Развитие прочности бетонов при сжатии во времени от содержания растворной части по коэффициенту избытка вяжущего .

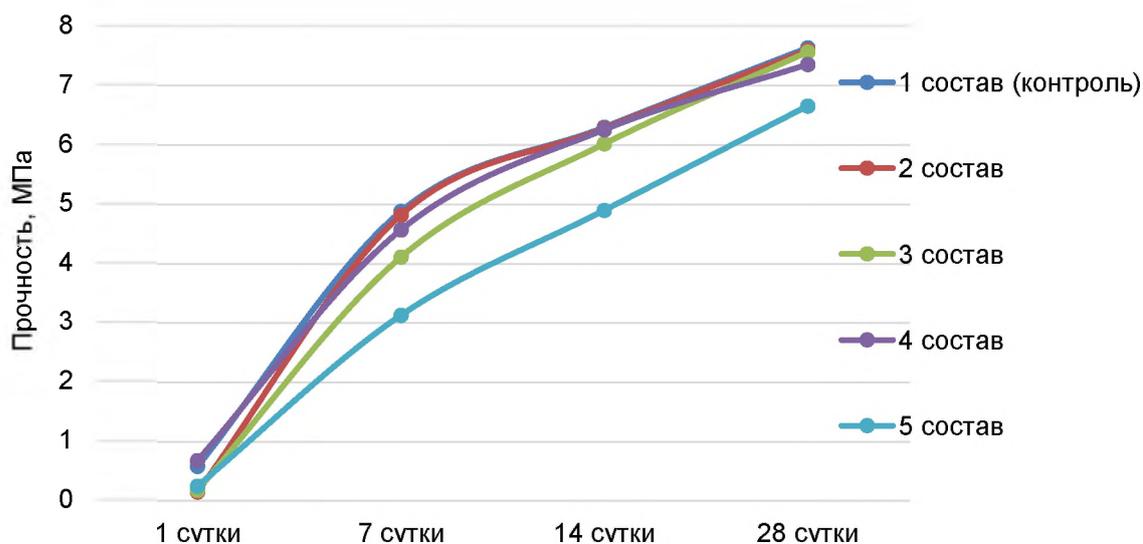


Рисунок 3 – График набора бетонами прочности при изгибе

Прочность бетонов при изгибе (рисунки 3 и 4) более чувствительна к возможным деструктивным процессам при твердении ВКЗ. И уже в составе 4 отмечается заметное её снижение. Что говорит о том, что даже наличие МК полностью не устраняет деструктивные процессы. Поэтому следует выбрать составы бетона 2 или 3 с соотношением зола:цемент 30:70.

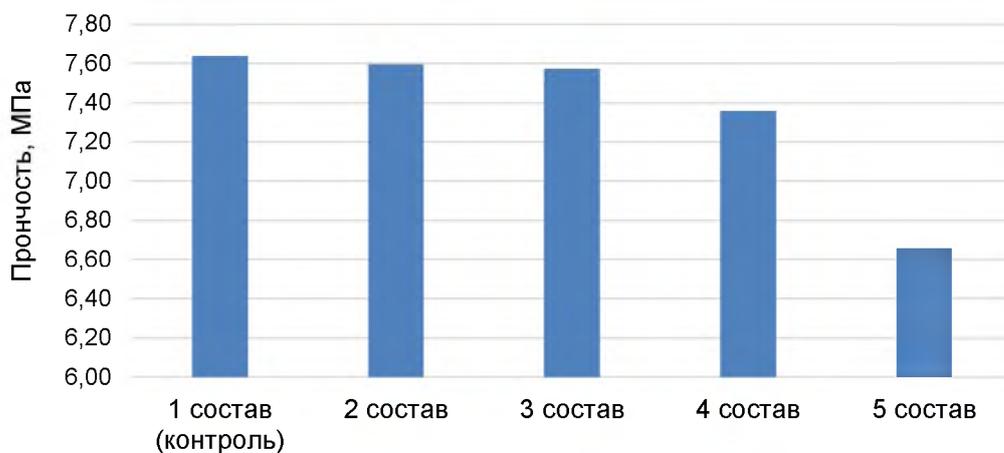


Рисунок 4 – Сравнительная прочность бетонов при изгибе на 28 сутки

На рисунке 5 представлена модель, показывающая собственные деформации бетонов, из которой видно изначальное проявление усадки до 0,7 мм/м в составах без золы. В дальнейшем при введении в состав бетонной смеси ВКЗ, наблюдается интенсивное возрастание расширения, увеличивающееся до 2 мм/м. Данное явление возникает за счет гидратации «пережженных» СаО и MgO, а также вследствие дополнительного образования этtringита и эттринитоподобных фаз золы[3,4].

$$z=(-,1660545340264)*x^2+(-,0013154409255)*y^2+(,05450717660779)*x*y+(,40849582539312)$$

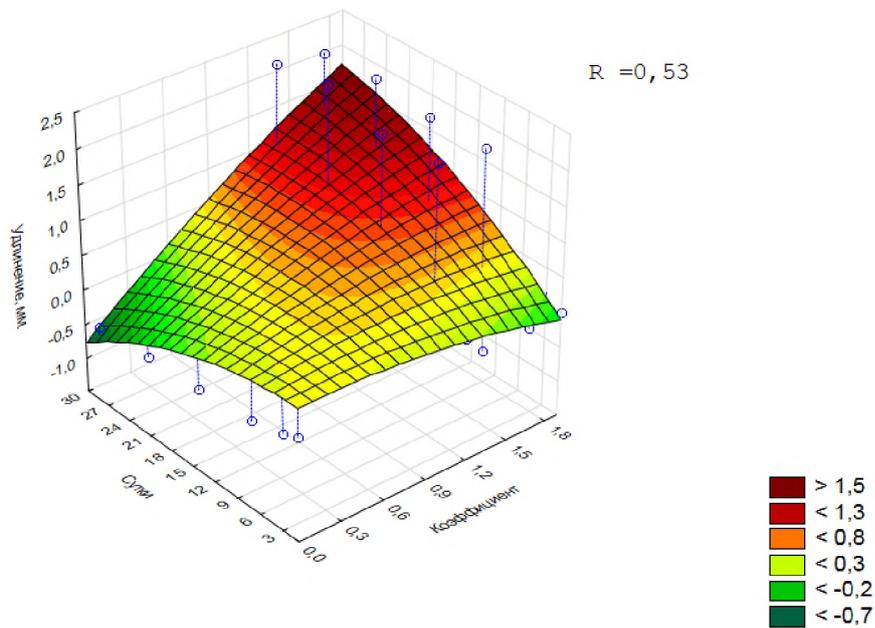


Рисунок 5 – Собственные деформации бетонов

Такие деформации расширения обеспечивают бетонам безусадочность, отсутствие трещин при длительном твердении железобетонных конструкций больших площадей и размеров (перекрытия, колонны и т.п.)

Водоотделение бетонных смесей (рисунок 6) существенно снижается при увеличении растворной части от контрольного состава к золосодержащим, что улучшает как работу с такими смесями, так и последующие свойства бетонов.

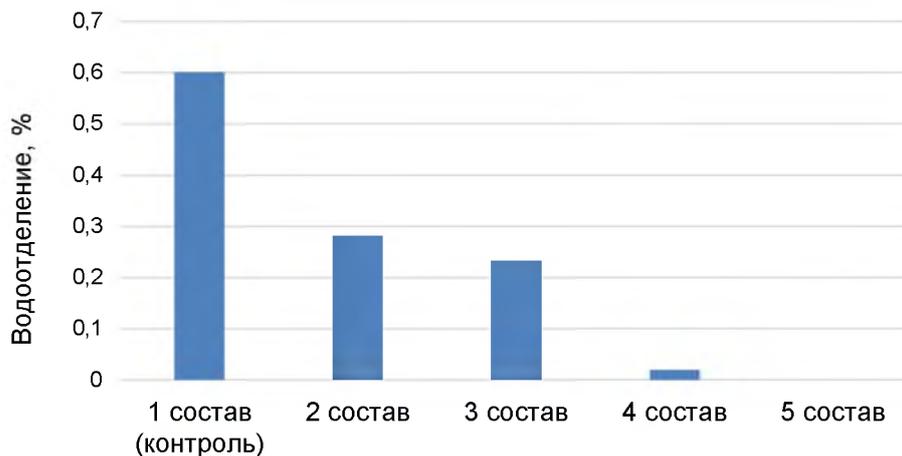


Рисунок 6 – Водоотделение бетонных смесей

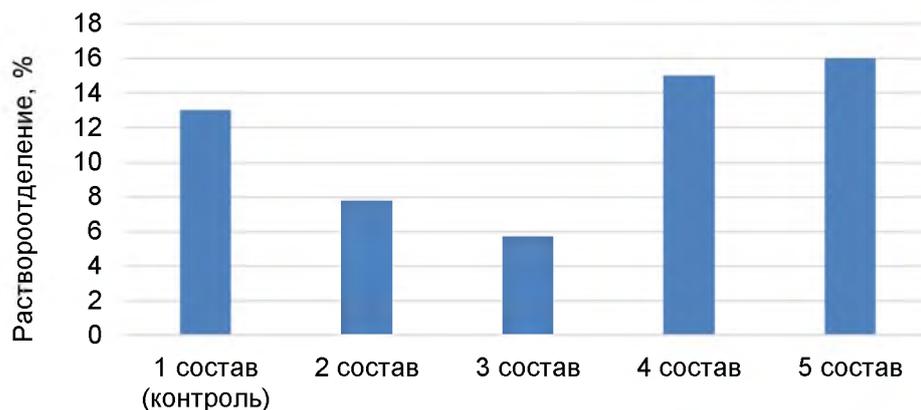


Рисунок 7 – Раствороотделение бетонных смесей

Раствороотделение бетонных смесей неуклонно снижается до состава № 3, а затем увеличивается и даже превышает контрольный состав за счет высокого содержания высокоподвижной растворной части и сниженного количества щебня.

Сохраняемость подвижности бетонными смесями ухудшается с увеличением содержания ВКЗ. Это обусловлено быстрыми темпами структурообразования бетонов с золой, что возможно потребует применения замедлителей твердения.

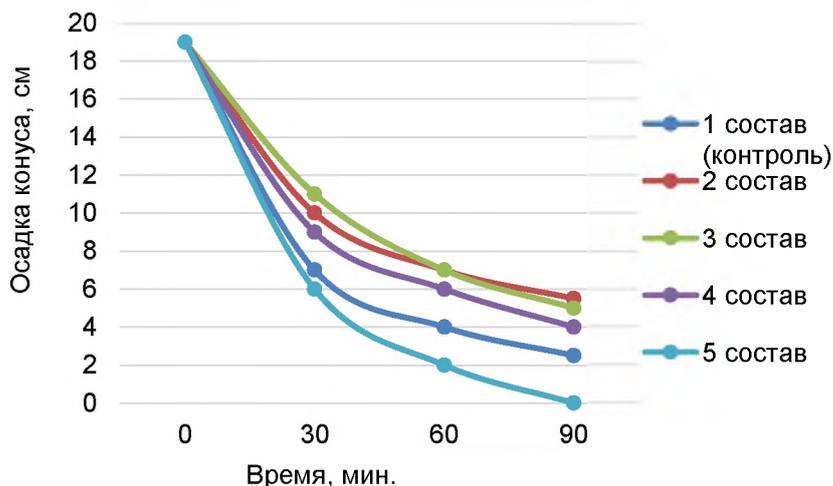


Рисунок 8 – Сохраняемость подвижности бетонных смесей

Список литературы

1. Poulson B. Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete // EFNARC. UK. 2002. № 2. Pp. 16-22.
2. European Guidelines for Self-Compacting Concrete. Specification, Production and Use. SCC European Project Group. 2005. 63 p. <http://www.efca.info>.
3. Овчаренко Г.И. Золой углей КАТЭКА в строительных материалах. Из-во Краснояр. Ун-та. Красноярск, 1992. 216 с.
4. Овчаренко Г.И., Плотникова Л.Г., Францен В.Б. Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах. Из-во АлтГТУ. Барнаул, 1997, 149 с.