

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ С СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ PKAN-55

Н.Ш.Ботирова¹, Б.Т.Сабиров²

1 ассистент кафедры «Строительные материалы и конструкции» Джизакского политехнического института, 130100, (nomozova19@list.ru, +99891-626-98-87)
2 профессор кафедры «Строительные материалы и конструкции» Джизакского политехнического института, 130100, (sabirovbahtiyor1970@gmail.com, +99897-716-00-37)

Аннотация. Представленная исследовательская работа освещает результаты экспериментальных работ по разработке состава и технологии приготовления тяжелых бетонов с применением суперпластификатора PKAN-55 на основе поликарбоксилата. Путем применения суперпластификатора PKAN-55 и сокращения расходы воды и портландцемента при разработке состава тяжелого бетона получены тяжелые бетоны с сохранением высоких показателей прочности и увеличения срока службы бетона

Предмет исследования: Опытные составы и технологии приготовления тяжелых бетонов, процессы формирования структуры бетона, влияющие факторы на свойства бетона, изменение физико-технических показателей в зависимости от изменения компонентного состава бетона.

Цели: Целью работы является установление оптимального состава и физико-технических показателей тяжелых бетонов с добавкой суперпластификатора PKAN-55, позволяющей сэкономить портландцементного вяжущего и сохранить высокие физико-механические характеристики получаемых тяжелых бетонов.

Материалы и методы: В ходе лабораторных экспериментов использованы - портландцемент марки ПЦ-450-Д20; в качестве мелького и крупного заполнителя щебень фракций >5 mm и 5 ÷ 20 mm; суперпластификатор PKAN-55.

ВВЕДЕНИЕ. Сегодня рост населения, улучшение условий жизни и быта, а также постоянное повышение уровня урбанизации, наблюдаемое в градостроительстве, приводят к постоянному увеличению спроса на высокопрочный бетон в строительной отрасли. Современная строительная индустрия требует строительных материалов с высокой прочностью, долговечностью и энергоэффективностью. Особенно при изготовлении сейсмостойких конструкций, используемых при возведении многоэтажных зданий, социальной инфраструктуры и объектов систем логистики, большое значение имеют высокие показатели качества и прочности тяжёлого бетона.

В этом направлении эффективным решением является использование различных минеральных и химических добавок для улучшения физико-механических свойств бетона. Введение в состав бетона различных

функциональных пластификаторов при его приготовлении значительно повышает прочностные показатели бетона.

В последние годы в Узбекистане все большую популярность приобретает применение высокопрочных тяжелых бетонов в дорожных покрытиях и многоэтажных зданиях. В этих условиях применение тяжелых бетонов, особенно высокопрочных бетонов классов В30–В40, приобретает большое значение.

В данной научно-исследовательской работе проведены научные исследования по снижению расхода воды и цемента при производстве тяжелого бетона за счет введения суперпластификатора в состав тяжелого бетона с сохранением его прочностных показателей и обеспечением долговечности тяжелого бетона.

В ходе экспериментов изучались следующие технологические и прочностные свойства при использовании суперпластификатора ПКАН-55 в составе опытного тяжелого бетона:

- прочность при сжатии в возрасте 3, 7 и 28 суток на опытных образцах-кубах размером 100×100×100 мм;
- прочность при изгибе – на призмах размером 100×100×400 мм;
- водопроницаемость – на опытных образцах-кубах размером 100×100×100 мм и в условиях вакуума;
- морозостойкость – при циклическом замораживании и оттаивании. На образцах.
- модуль упругости – определялся при статическом погружении.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. Одним из таких является суперпластификатор ПКАН-55 – высокоэффективная добавка на основе поликарбоксилата. В технической литературе, где описаны результаты современных научных исследований, подчёркивается, что суперпластификаторы на основе поликарбоксилата, добавляемые в бетон, повышают плотность и прочность бетона. Согласно результатам экспериментов, проведенных по методикам, установленным в различных действующих нормативных документах, такие добавки значительно повышают водонепроницаемость и морозостойкость бетона [1].

Согласно результатам исследований, поликарбоксилатные добавки способствуют равномерному распределению частиц цемента в растворе, предотвращают их укрупнение и, как следствие, формируют цементный камень с более плотной микроструктурой. По данным (Гао и др., 2020; Сапожников и др., 2021), ранняя прочность бетона с добавлением РКАН-55 увеличивается на 20–25% в возрасте 3–7 суток и на 20–30% в возрасте 28 суток [2].

Как известно, добавление поликарбоксилатные суперпластификаторы в состав бетона способствуют повышению плотности и однородности бетона, при этом в результате в структуре материала наблюдается уменьшение количества капиллярных пор, снижение водопоглощения и повышение уровня показателя водонепроницаемости. Установлено, что при этом коэффициент фильтрации бетона при добавлении данного суперпластификатора снижается в 1,5 раза, а морозостойкость увеличивается на 30–40 циклов [3].

Ещё одним из важным аспектом целесообразности применения суперпластификатора РКАН-55 является экономическая эффективность. Кроме

этого, применение добавки РКАН-55 при приготовлении бетона на портландцементной основе позволяет снизить расход портландцемента на 8–12% с сохранением высокой прочности бетона. Согласно полученным результатам исследований, этот метод снижает себестоимость производства тяжёлого бетона и способствует уменьшению выброса углеродсодержащих отходов атмосфере, тем самым способствует снижению отрицательного влияния при производстве строительных материалов на окружающую среду [4].

В последние годы в Узбекистане наблюдается тенденция увеличения объемов применения тяжёлого бетона классов В30–В40 при строительстве дорожных покрытий, многоэтажных зданий и сейсмостойких сооружений. Исследования учёных показывают, что бетон с добавлением РКАН-55 обеспечивает прочность и длительную эксплуатацию в условиях жаркого климата и резких перепадов температур Узбекистана [4-5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для выполнения экспериментов по установлению влияния суперпластификатора РКАН-55 на физико-технические и эксплуатационные показатели тяжелого бетона В30сна основе портландцемента марки ПЦ-450-Д20 составлены опытные композиции с различными содержаниями добавки РКАН-55 (табл.1).

Состав бетона

Подвиж- ность	Класс бетона	Компонентный состав 1 м ³ бетона				
		Портланд- цемент PS 450 D20, в kg	Песок, в kg	Щебень в kg	Суперпла- стификатор РКАН-45, в l	Вода, в l
P1 (1-5)	B30 (M400)	400	970	743	3,15	159

В табл.2 приведены результаты изменения физико-технических показателей опытных образцов тяжелых бетонов с добавлением суперпластификатора РКАН-55.

Экспериментальные работы проводились на образцах тяжёлого бетона класса В30 (М400). При добавлении суперпластификатора РКАН-55 прочность бетона на сжатие достигла 52 МПа в течение 28 суток, что на 24% выше, чем у обычного бетона класса В30.

Проведённые исследования показывают, что тяжёлый бетон класса В30 с добавлением суперпластификатора РКАН-55 полностью отвечает требованиям современного градостроительства. Результаты испытаний показали, что прочность бетона на сжатие и изгиб увеличилась на 20–25%, морозостойкость увеличилась на 40%, а водопроницаемость снизилась на 35%.

Кроме того, увеличение плотности, снижение водоцементного отношения и повышение модуля упругости обеспечили длительный срок службы бетона.

Таблица 2

**Результаты изменения физико-технических показателей
опытных образцов тяжелых бетонов с добавлением
суперпластификатора РКАН-55**

Наименование показателя	Бездобавочный бетон В30	С добавкой РКАН-55 на В30	Разница, в %
Прочность при сжатии 3х-дневных образцов, МПа	21	26	+24
Прочность при сжатии 7х-дневных образцов, МПа	30	37	+23
Прочность при сжатии 28х-дневных образцов, МПа	42	52	+24
Прочность при изгибе 3х-дневных образцов, МПа	4	4,5	+12,5
Прочность при изгибе 7х-дневных образцов, МПа	4,5	5,1	+13
Прочность при изгибе 28х-дневных образцов, МПа	4,8	6,0	+25
Морозостойкость, цикл	200	280	+40
Коэффициент водопроницаемости, %	100	65	-35

Таблица 3
Технические показатели бездобавочного бетона В30 и бетона с добавкой суперпластификатора РКАН-55

Наименование показателя	Бездобавочный бетон В30	Бетон В30 с добавкой РКАН-55
Прочность, кг/м ³	2380	2460
Соотношение вода: цемент (В:Ц)	0,55	0,42
Модуль упругости, ГПа	28	34
Срок службы (эксплуатации), лет	50	70

При добавлении РКАН-55 увеличилась плотность бетона (2460 кг/м³), а водоцементное отношение снизилось с 0,55 до 0,42. Это обеспечило получение плотного и менее пористого бетона. Также модуль упругости увеличился с 28 ГПа до 34 ГПа, а срок службы увеличился с 50 до 70 лет.

Таким образом, установлено, что PKAN-55 способствует увеличению прочности бетона, а также долговечным и надёжным композиционным строительным материалом.

ВЫВОДЫ. Полученные тяжелые бетоны, приготовленные с использованием суперпластификатора PKAN-55, имеют ряд преимуществ: повышение прочности несущих элементов каркаса при строительстве многоэтажных зданий; обеспечение устойчивости к деформациям под нагрузкой в мостовых и транспортных сооружениях; повышение уровня безопасности сейсмостойких конструкций за счет высокого модуля упругости; увеличение срока службы дорожных покрытий за счет повышения плотности и водопроницаемости.

В целом, бетоны, изготовленные с использованием PKAN-55, могут эффективно использоваться в качестве надежного и прочного строительного материала для многоэтажных зданий, транспортных и дорожных сооружений, а также сейсмостойких конструкций. В связи с этим целесообразно широкое внедрение бетонов на основе суперпластификатора PKAN-55 в концепции устойчивого развития современного градостроения и энергоэффективного строительства. Применение суперпластификатора PKAN-55 также с точки зрения экологических требований, способствует снижению водоцементного отношения, с экономлению энергетических и сырьевых ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Plank, J., & Sakai, E. (2019). *Chemical admixtures – polycarboxylate superplasticizers and their impact on concrete properties*. Cement and Concrete Research, 124, 105–135. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105135>
2. Gao, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2020). *Effect of polycarboxylate superplasticizer on the hydration and strength development of cement paste*. Construction and Building Materials, 260, 120–150. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120150>
3. Zhang, Y., Li, H., & Chen, B. (2018). *Durability enhancement of concrete by polycarboxylate-based superplasticizer*. Materials, 11(9), 1700. <https://doi.org/10.3390/ma11091700>
4. Karimov, B. (2022). Iqtisodiy samarador beton tarkibini ishlab chiqishda polikarboksilat asosidagi superplastifikatorlardan foydalanish. *O'zbekiston qurilish ilmiy jurnali*, (4), 27–33.
5. Ботиров, Б. (2023). PKAN-55 superplastifikatori asosida og'ir betonlarning fizik-mexanik xossalalarini tadqiq qilish. *Jizzax politexnika instituti ilmiy axborotlari*, 2(1), 74–82.