



К. т. н., член-корр. РАЕН
О.К. Базоев

Универсальная добавка «Д-5» для бетонов нового поколения

О.К. Базоев

Уровень современного строительства предъявляет к бетонам все более высокие требования: повышенная пластичность и удобоукладываемость бетонной смеси, ускоренный набор прочности в ранние сроки твердения (достижение распалубочной прочности на следующие сутки после заливки), высокая прочность в возрасте 28 суток, повышенная водонепроницаемость ($W 12$ и более), морозостойкость, сульфатостойкость и др.

Такие свойства обычному бетону могут придать только специальные добавки, которые все больше и больше применяются в строительной практике и можно предположить, что в ближайшие 10–15 лет произойдет практически полное вытеснение обычного бетона модифицированным бетоном с улучшенными характеристиками, получаемыми за счет специальных добавок.

В настоящее время в основном применяются добавки с узконаправленным действием: пластификаторы, ускорители твердения, замедлители твердения, противоморозные добавки, добавки, повышающие сульфатостойкость бетонов, водонепроницаемость, прочность и другие. Указанные добавки улучшают только один, максимум два показателя, поэтому, чтобы получить бетоны с требуемыми характеристиками, часто применяют две-три добавки, а то и более. А это не всегда приносит ожидаемый результат, так как не все добавки совместимы друг с другом. Кроме того, у производителей бетона возникают технические и технологические трудности, когда требуется введение в бетонную смесь нескольких добавок.

Творческий коллектив научно-производственного предприятия «Ирстройпрогресс» поставил перед собой задачу разработать универсальную добавку к бетону, которая должна повышать пластичность и удобоукладываемость бетонной смеси и при этом обеспечивать ускоренный набор прочности в ранние сроки твердения, повышать прочность бетона на 40–50 %, обеспечивать водонепроницаемость не менее $W 12$, повышать морозостойкость и сульфатостойкость бетонов, при этом расход добавки не должен превышать 4 % от массы цемента.

В результате длительных и кропотливых исследований была разработана универсальная добавка к бетонам «Д-5», которая отвечает всем указанным требованиям.

В настоящей статье приводятся результаты исследований влияния добавки «Д-5» на свойства бетонов и растворов. Оценка эффективности добавки «Д-5» производилась в соответствии с ГОСТ 24211 – 2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов».

На первом этапе были проведены исследования влияния добавки «Д-5» на свойства цементно-песчаных растворов. Для этого за эталон был принят цементно-песчаный состав при соотношении цемент:песок = 1:2,6. Использовался цемент марки 500Д0 (Старый Оскол), песок с модулем крупности $M_{кр} 2,28$. Величина водоцементного отношения подбиралась из условия обеспечения осадки конуса 8 см. Добавка «Д-5» вводилась в количестве 4 % от массы цемента.

Для исследования влияния добавки «Д-5» на прочность цементно-песчаных растворов изготавливались образцы – призмы размером $40 \times 40 \times 160$ мм.

Образцы в первые сутки после изготовления хранились под пленкой. Затем они распалубливались и хранились в воде до момента испытания при температуре 18–22 °С. Образцы испытывались на сжатие и на растяжение в возрасте 1,3,7,14,28 и 120 суток. Испытания на водонепроницаемость проводились в соответствии с ГОСТ 12730.5 на приборе «АГАМА».

Результаты испытаний цементно-песчаных составов представлены в *таблице № 1* и на графике набора прочности растворов (*рис. 1*).

Анализ результатов показывает, что добавка «Д-5» в цементно-песчаных составах значительно ускоряет набор прочности растворов в первые сутки твердения, увеличивает марочную прочность растворов в возрасте 28 суток почти на 60 % и повышает водонепроницаемость до величины $W 1,4$ (МПа).

На втором этапе были проведены исследования влияния добавки «Д-5» на свойства тяжелых бето-

Результаты испытаний цементно-песчаных растворов

Цементно-песчаные составы	Предел прочности (сжатие/растяжение) в возрасте, сут (МПа)						Водонепроницаемость, МПа
	1	3	7	14	28	120	
Состав без добавки (эталон)	<u>7,8</u> 3,1	<u>17,9</u> 5,2	<u>25,7</u> 6,7	<u>36,8</u> 7,2	<u>38,6</u> 8,9	<u>52,6</u> 12,1	W 0,6
Состав с добавкой Д-5 (4%)	<u>15,0</u> 5,0	<u>29,3</u> 6,1	<u>52,3</u> 7,6	<u>54,9</u> 9,3	<u>61,4</u> 9,6	<u>68,4</u> 12,5	W 1,4

нов. Составы тяжелого бетона подбирались с целью получения бетона класса В 25 при осадке конуса бетонной смеси 8 см. В составах с добавкой «Д-5» добавка вводилась взамен песка, при этом корректировалось водосодержание бетонной смеси так, чтобы обеспечить величину осадки конуса в пределах 8 см. Добавка вводилась в количестве 2 %, 3 % и 4 % от массы цемента (табл. 2).

За эталон был принят состав тяжелого бетона при соотношении: цемент : песок : щебень = 1:2:4. Использовался цемент марки 500Д0 (Старый Оскол), песок с модулем крупности Мкр 2,28 и гранитный щебень фракции 5–20 мм.

Для испытания на прочность были изготовлены образцы – кубики размером 100×100×100 мм. Вы-

держивание образцов осуществлялось: после изготовления и уплотнения – в металлической форме под пленкой в течение 20 часов при температуре 18–22°C; после распалубки и до момента испытаний – в воде, при температуре 18–22 °С.

Испытания на прочность проводились в возрасте 1,3,7,14,28 суток. Испытания на водонепроницаемость проводились в соответствии с ГОСТ 12730,5, по «мокрому пятну». Для испытаний каждого состава на водонепроницаемость изготавливались по 6 бетонных образцов-цилиндров, которые испытывались одновременно на специальной установке (рис. 2).

Вода под давлением подавалась к нижним торцам образцов – цилиндров. Давление воды повышалось ступенями по 0,2 МПа в течение 5 минут и выдерживалось на каждой ступени в течение 16 часов. Испытание проводилось до тех пор, пока на верхней торцовой поверхности образца не появятся признаки фильтрации воды в виде капель или мокрого пятна. Водонепроницаемость оценивалось максимальным значением давления воды, при котором еще не наблюдалось ее просачивание через образец.

В таблице 3 представлены результаты испытаний бетонов на прочность при сжатии и на водонепроницаемость.

Анализ результатов исследований показал, что добавка «Д-5», вводимая в бетонную смесь в количестве 3–4 % от массы цемента, обладает универсальными свойствами, так как представляет собой эффективный пластификатор и ускоритель твердения, позволяющий в равноподвижных смесях (осадка конуса 8–10 см) достигать 100 % прочность на 3 сутки твердения в нормальных условиях, она также повышает прочность бетона в возрасте 28 суток на 50 %, а водонепроницаемость – до 16 атмосфер и более. С помощью добавки «Д-5» можно получать высокопрочные водонепроницаемые бетоны с ускоренным набором прочности. Такие бетоны позволяют ускорить темпы строительства монолитных зданий и сооруже-

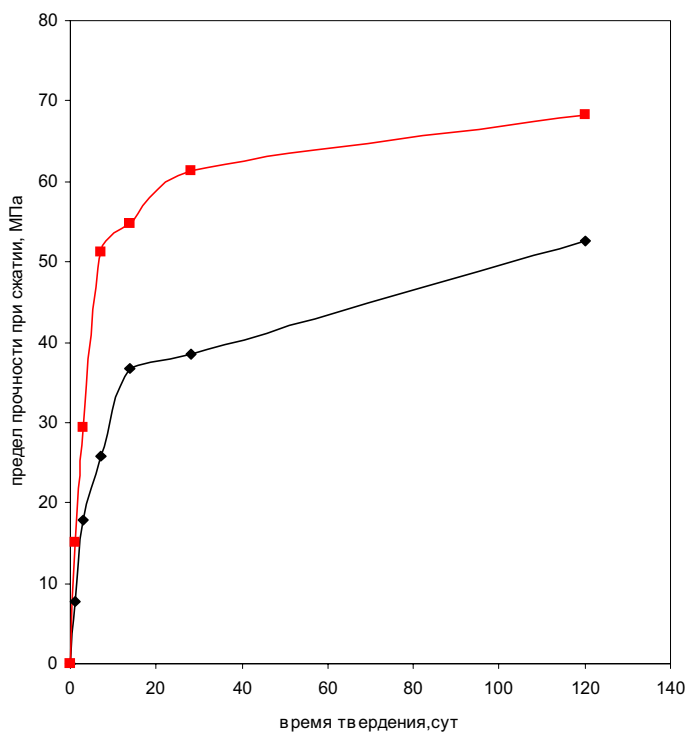


Рис. 1. График набора прочности растворов.

Таблица 2

Составы тяжелого бетона с осадкой конуса 8 см

Бетоны	Показатели				
	Цемент, кг/м ³	Добавка, кг/м ³	Песок, кг/м ³	Щебень, кг/м ³	В/Ц
Эталон (без добавки)	315	0	630	1262	0,6
Бетон с добавкой Д-5 (2%)	320	6,4	640	1281	0,5
Бетон с добавкой Д-5 (3%)	329	9,87	658	1316	0,48
Бетон с добавкой Д-5 (4%)	324	12,96	648	1296	0,48



Рис. 2. Установка для определения марки бетона по водонепроницаемости по «мокрому пятну».

ний не менее чем в 2 раза, а на заводах сборного железобетона – полностью исключить процесс пропарки изделий, кроме того, они не нуждаются в дополнительной гидроизоляции и могут быть использованы в подземном и гидротехническом строительстве.

Для более полного изучения свойств добавки «Д-5» необходимо было исследовать ее влияние на свойства литых бетонов (при осадке конуса более 20 см), которые часто используются в монолитном строительстве.

Такие исследования были проведены в независимой лаборатории одного из потенциальных потребителей нашей продукции. Для их условий строительства необходимо было получить литую бетонную смесь с осадкой конуса 22 см, которая затем должна перекачиваться насосами и заливаться в густоармированные конструкции, в которых невозможно будет применять вибратор. И к этому литому бетону предъявляются очень жесткие требования по ускоренному набору прочности в первые сутки твердения (не менее 150 кг/см² – через 24 часа и не менее 200 кг/см² – через 36 часов). Такие требования обусловлены ускоренными темпами строительства и необходимостью обеспечить распалубочную прочность бетона через 24 часа после заливки. Прочность бетона в возрасте 28 суток должна быть 350 – 400 кг/см² и при этом он должен иметь водонепроницаемость W1,6 (МПа).

Таблица 3

Результаты испытаний бетонов

Бетоны	Предел прочности (МПа) в возрасте, сут.					Водонепроницаемость, МПа
	1	3	7	14	28	
Эталон (без добавки)	4,9	16,3	24,1	28,1	34,5 (100%)	W 0,8
Бетон с добавкой Д-5 (2%)	7,4	19,3	27,5	35,6	46,5 (134,7%)	W 0,4
Бетон с добавкой Д-5 (3%)	6,8	32,0	41,2	45,3	52,4 (151,7%)	W 1,4
Бетон с добавкой Д-5 (4%)	16,7	40,8	48,6	49,3	51,3 (148,7%)	W 1,6*

Примечание* – дальнейшее повышение давления воды было невозможно по техническим причинам, так как испытательная установка рассчитана на предельное давление 1,6 МПа.

Таблица 4

Составы пластичных бетонов с осадкой конуса 22 см

Составы	Расход материалов на 1м ³ бетона (кг.)						В/Ц	Осадка конуса
	Цемент М400 Д0	Добавка «Д-5»	Песок Мкр 1,7	Песок Мкр 2,8	Щебень 5-20мм	Вода		
Состав № 1	500	20	330	495	825	210	0,42	22см
Состав № 2	550	22	405	405	810	215	0,39	22 см

Таблица 5

Результаты испытаний литых бетонов с добавкой «Д-5» (осадка конуса 22 см)

Составы	Прочность бетона при сжатии (кубиковая прочность), кг/см ² , возрасте						
	24 часа	36 часов	2 суток	3 суток	7 суток	14 суток	28 суток
Состав № 1	154	209	240	286	307	326	363
Состав № 2	177	249	286	292	314	329	393

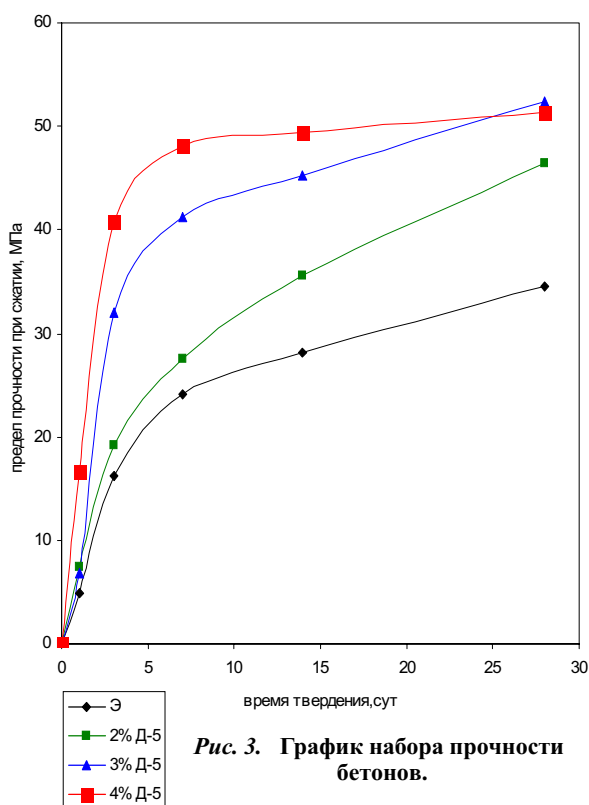


Рис. 3. График набора прочности бетонов.

Были проведены испытания различных составов бетона с применением лучших отечественных и зарубежных добавок к бетонам. И только составы с добавками «Д-5» и «Экстра», которая также разработана и производится на нашем предприятии, соответствовали тем высоким требованиям, которые были поставлены проектировщиками.

В данной статье мы приводим результаты испытаний двух составов литого бетона с добавкой «Д-5» (табл. 4 и 5). Данные, которые приведены в таблицах 4 и 5, свидетельствуют о том, что *добавка «Д-5» показывает свою высокую эффективность как в жестких, так и в литых бетонных смесях, поэтому ее можно рекомендовать для применения практически во всех видах тяжелого бетона для повышения пластичности бетонной смеси, ускорения набора прочности и повышения водонепроницаемости, прочности и долговечности бетонов.*

Испытания бетонов с добавкой «Д-5» на сульфатостойкость и морозостойкость продолжаются. Промежуточные результаты позволяют сделать прогноз о том, что добавка «Д-5» значительно повышает обе эти характеристики.