

Гегерь В. Я., д-р техн. наук, проф.,
Лукутцова Н. П., д-р техн. наук, проф.,
Карпиков Е. Г., аспирант,
Петров Р. О., студент

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА КОМПЛЕКСНОЙ МИКРОДИСПЕРСНОЙ ДОБАВКОЙ

natluk58@mail.ru

Разработаны новые способы повышения эффективности мелкозернистого бетона путем модификации его структуры, комплексной микродобавкой на основе кварцевого песка, суперпластификатора С-3 и стеарата кальция, позволяющей получить изделия декоративно-архитектурного назначения из мелкозернистого бетона на основе некондиционного кварцевого песка с прочностью при сжатии до 50 МПа, при изгибе до 8,3 МПа, водопоглощением 1,4 % и морозостойкостью более F75.

Ключевые слова: комплексная микродисперсная добавка, кварцевый песок, суперпластификатор С-3, стеарат кальция, мелкозернистый бетон, прочность, водопоглощение, технологическая линия.

Острота экологической ситуации в Брянском регионе, ужесточение нормативных требований к охране окружающей среды выдвигает проблему экологически безопасной локализации отходов в число первоочередных задач. При этом основной целью является надежная изоляция отходов от биосферы. Успешно решить такую задачу можно путем связывания отходов в химически устойчивые материалы.

Наряду с этим возникает проблема использования некондиционных кварцевых песков – песков, имеющих модуль крупности, не позволяющий использовать их в производстве бетонов. В Брянской области находятся огромные запасы таких песков, а их использование может решить множество проблем, связанных как с экологическими, так и с экономическими вопросами [1].

Целью работы является разработка комплексной микродисперсной добавки для получения эффективного мелкозернистого бетона (МЗБ) нового поколения на основе некондиционного кварцевого песка.

Научная новизна работы определяется тем, что в ней созданы новые способы повышения эффективности мелкозернистого бетона путем модификации его структуры, разработанной комплексной микродобавкой.

Мелкозернистые смеси обладают повышенной вязкостью и пониженной подвижностью по сравнению с обычными бетонными. Количество воздуха в уплотненных жестких мелкозернистых смесях значительно больше, чем в обычных, а удаление его затруднено ввиду большой структурной вязкости мелкозернистых смесей и дисперсности воздуха в них.

Как известно, песок обладает более высокой пустотностью, чем смесь песка и щебня. При невысоком содержании цемента в смесях более тощих, чем 1:3, цементного теста может не хватить для обмазки зерен песка и заполнения всех пустот. В этом случае возникает дополнительный объем пор, обусловленный нехваткой цементного теста, что вызывает увеличение общей пористости бетона и снижение его прочности. Этим обстоятельством объясняется сложность получения достаточно прочных песчаных бетонов при невысоких расходах цемента, характерных для обычного бетона.

Устранить данные недостатки мелкозернистых бетонов, а так же улучшить их физико-технические показатели возможно с помощью разработанной комплексной микродобавки, позволяющей использовать некондиционные кварцевые пески (НКП) в качестве полноценного заполнителя для бетонов.

Для получения комплексной микродобавки использовался кварцевый песок (КП), молотый в шаровой мельнице совместно с пластификатором С-3 и гидрофобизатором стеарат кальция, массовая доля которых составляла соответственно 1 и 0,5 % от массы материала, а время помола – 60 мин.

Введение молотого кварцевого песка, а также добавление значительного количества очень мелкого кварцевого песка фракции от 0,1 до 0,9 мм, формирует в водной среде совместно с цементом специфическую реологическую матрицу течения и обеспечивает сильное разжижение тонкозернистой смеси под действием суперпластификатора С-3 на основе сульфированного нафталинформальдегида. Это позволяет дополнительно наполнить текучую смесь не-

кондиционным песком и существенно снизить удельный расход воды и цемента. Введение суперпластификатора при использовании нетрадиционного сырья позволяет направленно управлять кинетикой структурообразования бетонной смеси, что в свою очередь, дает возможность регулировать основные физико-технические параметры бетона.

Как известно, микродобавки на основе молотого тонкодисперсного кварцевого песка с течением времени теряют свою активность. Поэтому для обеспечения стабильности свойств добавки применялся стеарат кальция технический С-17 $C_{36}H_{70}O_4Ca$, увеличивающий срок хранения, повышающий морозостойкость, водонепроницаемость и уменьшающий усадку бетона.

Исследования дисперсности микродобавки проводились на лазерном анализаторе частиц Microsizer 201. Полученные результаты показывают, что график распределения частиц кварцевого песка, молотого в шаровой мельнице в течении 60 минут имеет экстремальный характер. Максимальное количество частиц находится в пределах 66,4...81,1 мкм и составляет 30 % от общей массы исследуемого количества молотого кварцевого песка. При совместном помоле кварцевого песка, добавки С-3 и стеарата кальция наибольшее содержание частиц находится во фракциях 99...121 мкм – 32 %.

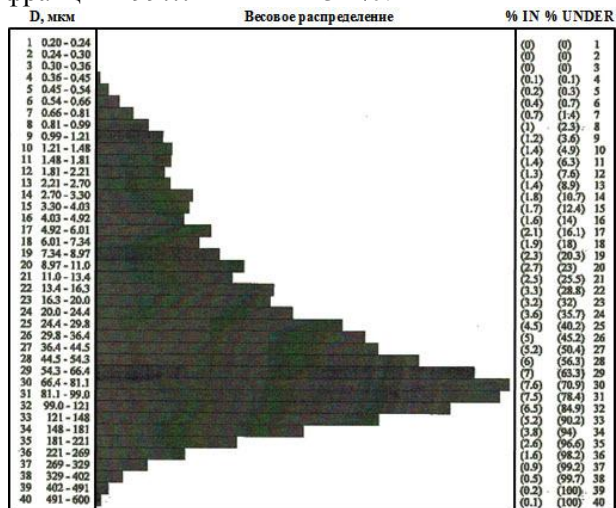


Рис. 1. График распределения частиц кварцевого песка, молотого в шаровой мельнице

Некондиционный кварцевый песок без добавок является наиболее тонкодисперсным. График распределения частиц кварцевого песка показывает полифракционность анализируемого порошка (рис.1). При введении добавок С-3 и стеарат кальция в состав кварцевого песка, распределение частиц исследуемых порошков монофракционно, а, следовательно, содержит наибольшее количество частиц одной фракции, что положительно отражается на характеристиках МЗБ (рис. 2).

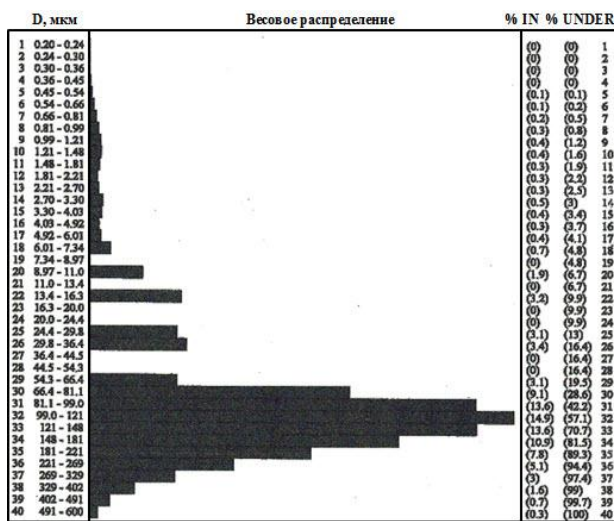


Рис. 2. График распределения частиц кварцевого песка, добавок С-3 и стеарат кальция, молотых совместно в шаровой мельнице

Для изучения влияния микродобавки на физико-механические свойства мелкозернистого бетона изготавливали образцы размером 4×4×16 см из цемента М 500 Д20 и кварцевом песке с $M_{кр}=0,1...0,9$, которые твердели в нормальных условиях. Составы мелкозернистого бетона с комплексной микродисперсной добавкой приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы мелкозернистого бетона

№ состава	Количество, кг				Содержание от массы песка, %	
	Цемент	Песок	Вода	Содержание тонкодисперсного КП	С-3	Стеарат кальция
Контр.	0,5	1,5	0,18	—	—	—
1	0,5	1,5	0,18	0,075	1	0,5
2	0,5	1,5	0,18	0,15	1	0,5
3	0,5	1,5	0,18	0,225	1	0,5

Вследствие проведенных исследований влияния комплексной микродобавки на предел

прочности при сжатии установлено, что зависимость носит экстремальный характер. Через 28

суток твердения в нормальных условиях максимальная прочность достигается при введении микродобавки в количестве 10 % от массы цемента и составляет 48,94 МПа (рис. 3).

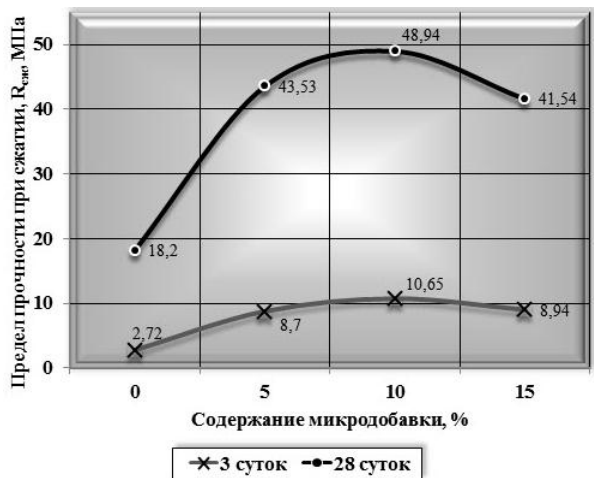


Рис. 3. Предел прочности при сжатии в зависимости от содержания комплексной микродобавки

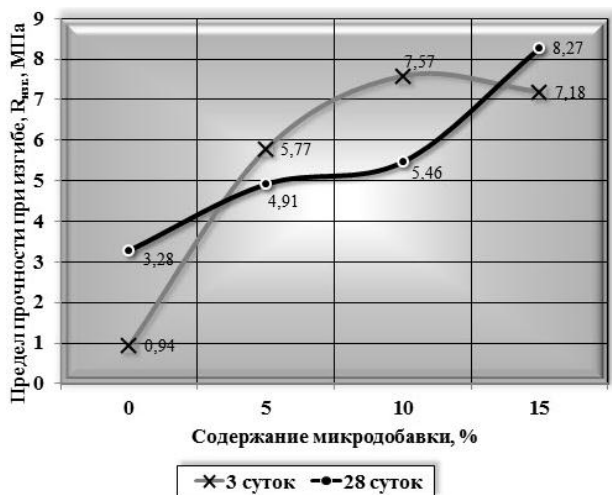


Рис. 4. Предел прочности при изгибе в зависимости от содержания комплексной органоминеральной микродобавки

Прочность при изгибе возрастает пропорционально содержанию микродобавки от 3,3 МПа до 8,3 МПа, т.е. в 2,5 раза. Наибольшее значение предела прочности при изгибе мелкозернистого бетона наблюдается так же при содержании комплексной микродобавки в количестве 10% (рис. 4). Исследования плотности МЗБ показывают аналогичную зависимость от содержания микродобавки (рис. 5). Рост плотности МЗБ обусловлен более плотной упаковкой зерен заполнителя по отношению друг к другу в результате введения комплексной микродобавки. Дальнейшее увеличение содержания микродобавки в составе МЗБ приводит к разуплотнению

структуры и снижению его физико-механических характеристик.

Так же установлено, что при увеличении содержания комплексной микродобавки водопоглощение мелкозернистого бетона значительно снижается с 5,1 до 1,4%, т.е. более чем в 3,5 раза, а при ее содержании 15 % уменьшается в 4 раза по сравнению с контрольным составом (рис. 6).

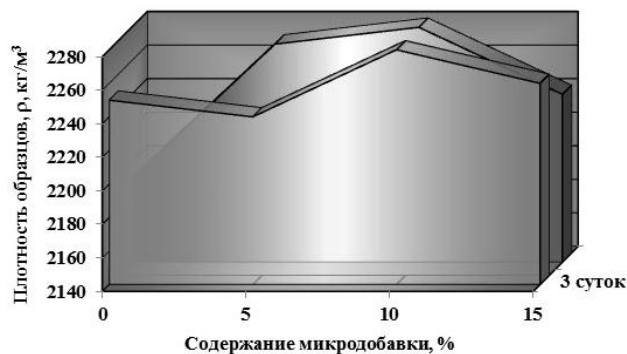


Рис. 5. Зависимость плотности образцов МЗБ от содержания комплексной органоминеральной добавки

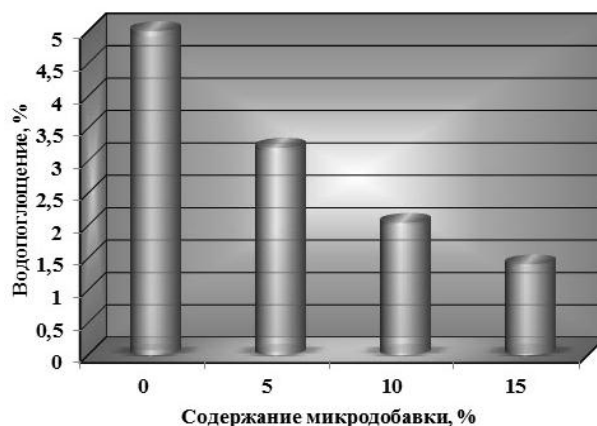


Рис. 6. Зависимость водопоглощения образцов МЗБ от содержания комплексной органоминеральной добавки

В работе предложено использование комплексной добавки для улучшения технологических свойств бетонной смеси и эксплуатационных характеристик бетона при изготовлении изделий декоративно-архитектурного назначения.

Технологическая линия производства изделий декоративно-архитектурного назначения разработана на основе патента 114904 РФ [2]. Линия включает в себя последовательно установленные и технологически связанные склады сырьевых компонентов (заполнитель, вяжущее вещество, пигменты), подаваемые питателем и пневмотранспортом в бункера промежуточного хранения, далее в смеситель, на формовочный

пост изготовления изделий, в камеру пропаривания готовых изделий, на участок распалубки и на склад готовой продукции (рис. 6).

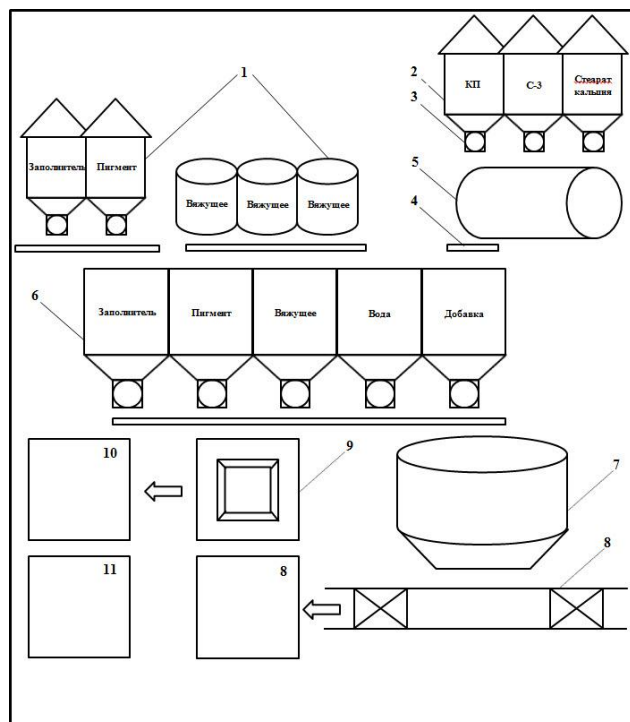


Рис. 6. Технологическая линия производства изделий декоративно-архитектурного назначения:

- 1 – склады сырьевых компонентов бетонной смеси,
- 2 – склады сырьевых компонентов микродобавки,
- 3 – питатель, 4 – пневмотранспорт, 5 – шаровая мельница, 6 – бункера промежуточного хранения, 7 – смеситель, 8 – формовочный пост, 9 – камера пропаривания, 10 – участок распалубки, 11 – склад готовой продукции

Таким образом, разработана комплексная микродобавка с преобладанием частиц размерами 99...121 мкм, а так же технологическая линия, позволяющие получить изделия декоративно-архитектурного назначения из мелкозернистого бетона на основе некондиционного кварцевого песка. Установлено, что комплексная микродобавка позволяет получить изделия с прочностью при сжатии до 50 МПа, при изгибе 8,3 МПа, водопоглощением 1,4 %, морозостойкостью более F75, что доказывает эффективность применения разработанной микродобавки в мелкозернистом бетоне при ее содержании 5 – 10% от массы цемента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпиков Е.Г. Комплексные добавки для бетонов, как фактор решения проблем урбанизированных территорий / Е.Г. Карпиков, Р.О. Петров, Д.А. Кириенко // Биосферносовместимые города и поселения: материалы междунар. научн.-практ. конф., Брянск 11–13 дек. 2012 г. / Брян. гос. инженер.-технол. акад. и др. – Брянск, 2012. – С. 78–82.

2. Пат. 114904 Российская Федерация МПК В 28 С 9/00. Технологическая линия производства изделий декоративно-архитектурного назначения [Текст] / Лукутцова Н.П., Ахременко С.А., Чудакова О.А., Карпиков Е.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия». – № 2011138245; заявл. 16.09.11; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11. – 2с. : ил.