

**ТЕРЕШКИН И. П., МИРСКИЙ В. А., КОЧЕТКОВ А. А., РУМЯНЦЕВ А. В.
ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ НА ПЕСКАХ
ВОЕВОДСКИХ И УСКЛЯЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ
РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ**

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по разработке мелкозернистых бетонов на песках Воеводских и Ускляйского месторождений Республики Мордовия. Показана возможность получения мелкозернистых бетонов класса В20 на основе песков Ускляйского месторождения, что доказывает перспективность данного вида наполнителя при производстве цементных бетонов.

Ключевые слова: мелкозернистые бетоны, пески, цементные бетоны, Воеводское месторождение, Ускляйское месторождение, строительные материалы.

**TERESHKIN I. P., MIRSKY V. A., KOCHETKOV A. A., RUMYANTSEV A. V.
EFFECTIVE FINE CONCRETES ON SANDS OF VOYEVODSKOYE
AND USKLYAYSKOYE DEPOSITS OF MORDOVIA REPUBLIC**

Abstract. The article presents the study results of developing fine-grained concretes on the sands of Usklyayskoye and Voyevodskoye deposits of Mordovia Republic. The study demonstrates the process of obtaining B20 class fine-grained concretes based on the sands of Usklyayskoye deposit. Consequently, the filler holds much promise for the cement concrete production.

Keywords: fine-grained concrete, sand, cement concrete, Voyevodskoye sand deposit, Usklyayskoye sand deposit, building material.

Строительная индустрия – важнейший рычаг роста национальной экономики. Развитие инфраструктуры и возведение жилья – приоритетные государственные задачи. В современных условиях строительства с каждым годом потребность в материалах и конструкциях на основе цементного вяжущего возрастает. Сырьевые смеси на цементном вяжущем позволяют получать достаточно широкую линейку товаров: от товарных бетонов и растворов до штучных строительных материалов и изделий (декоративный камень и плитка, стеновые материалы, кровельные (цементно-песчаная черепица)); от отдельных конструкций зданий, образующих его остов (основу), до модульных конструктивных элементов, составляющих здания и сооружения.

В технологии производства цементных бетонов используются строительные пески, причем их качество во многом определяет заявленные эксплуатационные характеристики продукции. По ГОСТ 26633 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые» к пескам для бетонов предъявляются требования по зерновому составу, модулю крупности песка, наличию

примесей и т.д. Не менее важным показателем песка для получения высокоэффективных строительных бетонов является его пустотность; в песках с меньшей пустотностью происходит наиболее компактная упаковка частиц, и, вследствие этого, достигается меньший расход цемента на их обволакивание и раздвижку.

Пески слагают значительную часть геологического разреза Мордовии. Это морские пески юрских, меловых, палеогеновых, четвертичных ледниковых и аллювиальных отложений. Однако их качественные характеристики по некоторым параметрам (модуль крупности, содержание пылеватых и глинистых частиц) не соответствуют действующим ГОСТам, поэтому для использования их в изготовлении высокоэффективных строительных бетонов необходимо обогащение и фракционирование (пески большинства месторождений без обогащения не пригодны для приготовления цементных бетонов).

В данной статье представлены результаты исследований по разработке мелкозернистых бетонов на песках одного из Воеводских месторождений Республики Мордовия, пробы которого содержали до 2,5% пылевидных и глинистых частиц в природном состоянии. По зерновому составу данные пески схожи с песками Ускляйского месторождения на участке № 5. Наличие окислов металлов практически одинаково, т.к. залежи песков формировались в общих геологических условиях и относятся к одному виду с очень близкими характеристиками [1]. В качестве вяжущего использовали портландцемент без минеральных добавок «ЦЕМ I 42,5Б», выпускаемый ОАО «Мордовцемент» (пос. Комсомольский, Республика Мордовия).

Пробы песка Воеводских и Ускляйского месторождений Республики Мордовия были отобраны и испытаны в соответствии с требованиями действующих ГОСТ. Значения величин физических свойств проб песков составили:

- естественная влажность (W) – 4,5%;
- истинная плотность (γ) – 2620 кг/м³;
- насыпная плотность (ρ) – 1420 кг/м³;
- пустотность – 34%.

По содержанию органических примесей пески пригодны для использования в цементных бетонах (жидкость над пробой бесцветна). Зерновой состав песков представлен в таблицах 1 и 2. Модуль крупности песка Воеводского I месторождения составил 2,04; Ускляйского месторождения (участок № 5) – 2,16.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в пробах песка Воеводского I месторождения составило не более 1,5%, содержание глины в комках – не более 2,5%. Значительное количество примесей глины определено в пробах песка Ускляйского

месторождения (участок № 5) – 9,8%. По значению модуля крупности пески характеризуются как средние (нижняя граница показателя модуля крупности по ГОСТ 8736), а по полному остатку на сите с сеткой № 063 – как мелкие (верхняя граница показателя остатка на сите по ГОСТ 8736).

Таблица 1

Определение зернового состава песка Воеводского I месторождения

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Проход через сито с сеткой № 016, % по массе
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный	0,60	3,10	24,70	47,20	20,10	4,3
Полный	0,60	3,70	28,40	75,60	95,70	-

Таблица 2

Определение зернового состава песка Ускляйского месторождения (участок №5)

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Проход через сито с сеткой № 016, % по массе
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный	0,63	3,63	24,88	55,17	13,64	1,75
Полный	0,63	4,26	29,14	84,31	98,25	-

По требованиям действующих норм, мелкие пески позиционируются как не совсем пригодные для применения в производстве цементных бетонов. Пески с содержанием глины более 3% не рекомендованы в качестве мелких заполнителей для цементных бетонов.

Для проведения экспериментальных исследований по разработке эффективных мелкозернистых бетонов на песках Воеводских и Ускляйского месторождений Республики Мордовия изготавливались образцы бетона размером 100×100×100 и 40×40×160 мм. Твердение бетонов происходило в течение 28 суток в нормальных влажностных условиях. С целью улучшения всего комплекса свойств проектируемого мелкозернистого бетона в работе использовали поликарбоксилатный гиперпластификатор «Хидетал ГП-9γ».

Проектирование составов песчаных бетонов заключалось в определении оптимального соотношения между его компонентами, обеспечивающими необходимую жесткость (удобоукладываемость) цементно-песчаной смеси и заданную прочность бетона при наименьшем содержании цемента. Методика подбора состава песчаного бетона основывается на том положении, что жесткость цементно-песчаной смеси и в общем случае прочность песчаного бетона определяется водоцементным отношением и относительным содержанием цементного теста для смеси и цементного камня для бетона в объеме бетона – $K_{изб}$. Все минеральные компоненты составов, используемые при изготовлении образцов, находились в воздушно-сухом состоянии. Экспериментальные (расчетные) составы

цементно-песчаной смеси и прочностные характеристики композитов на их основе представлены в таблице 3.

Таблица 3

Составы сырьевых смесей и характеристики композитов на их основе

Содержание компонентов смеси	Водоцементное отношение		
	0,45	0,50	0,55
	$K_{изб} = 0,9$	$K_{изб} = 1,0$	$K_{изб} = 1,1$
Песок Воеводского I месторождения, кг/м ³	1820	1820	1820
Цемент, кг/м ³	356	334	350
Вода, л/м ³	160	167	192
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	2,78	2,71	2,26
Предел прочности при сжатии, МПа	27,3	26,8	24,3

Для определения эффекта от введения гиперпластификатора в цементно-песчаные сырьевые смеси были запроектированы составы с минимальным расходом цемента. Результаты исследований приведены в таблицах 4–5.

Таблица 4

Экспериментальные составы мелкозернистых бетонов
на песках I Воеводского месторождения

Состав	Состав бетонной смеси на 1 м ³ , кг по массе сухого вещества			
	Вяжущее	Заполнитель	Добавка	Вода затворения
К1	334	1820	—	167
Д1	334	1820	0,5%	133,5
Д2	334	1820	1%	133,5

Таблица 5

Свойства экспериментальных мелкозернистых смесей и бетона на их основе

Наименование состава	В/Ц бетонной смеси	Осадка конуса бетонной смеси, см	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа		Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	
				7 сут.	28 сут.	7 сут.	28 сут.
				К1	0,50	4	2320
Б1	0,40	2	2370	19,86	31,78	2,13	2,89
Б2	0,40	3	2440	21,48	31,86	2,20	2,98

Анализируя результаты исследований, можно констатировать возможность получения мелкозернистых бетонов класса по прочности до В20 на природных песках Воеводских месторождений Республики Мордовия с содержанием пылевидных и глинистых частиц не более 2,5%. Введение гиперпластификатора «Хидетал ГП-9у» позволяет снизить водопотребность смесей и повысить класс бетона до В25.

В настоящее время природные запасы песков Воеводских месторождений Республики Мордовия практически выработаны, требуется их переоценка при установлении целесообразности дальнейшего широкого использования в производстве цементных бетонов и растворов. На сегодняшний день многие региональные производители в качестве мелкого заполнителя для цементных бетонов класса В25 и выше используют привозные пески, стоимость которых значительна. Реальность получения высокоэффективных мелкозернистых бетонов на обогащенных (чистых) песках подтверждается результатами исследований, представленными в таблице 6.

Таблица 6

Экспериментальные составы мелкозернистых смесей и свойства бетонов
на обогащенном песке Ускляйского месторождения (участок № 5)

Состав	Состав бетонной смеси на 1 м ³ , кг по массе сухого вещества				Предел прочности при сжатии, МПа	
	Вяжущее ЦЕМ I 42,5Б	Заполнитель	Добавка Хидетал ГП-9γ	Вода затворения	7 сут.	28 сут.
Б3	334	1820	0,5%	116,9	27,8	34,2
Б4	334	1820	1%	100,2	23,7	30,1

Если учесть факт отсутствия производства на территории Республики Мордовия крупного заполнителя из высокопрочных изверженных пород, то получение мелкозернистых бетонов классов В20 и выше на обогащенных песках Ускляйского месторождения Республики Мордовия представляется более чем перспективным и экономически привлекательным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терешкин И. П., Мирский В. А. Перспективы разработки высокоэффективных мелкозернистых бетонов на песках Воеводских и Ускляйского месторождений Республики Мордовия // Актуальные вопросы строительства: материалы Двенадцатой междунар. науч.-техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – С. 247-250.