

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ НА ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ПЕСКОВ

© А. С. Успанова, З. Х. Исмаилова, В. Х. Хадисов, М. Р. Хаджиев
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Вопросы ресурсосбережения являются приоритетными в промышленности строительных материалов и изделий, все большее распространение получает применение техногенного сырья в строительных композитах. Это диктуется необходимостью утилизации техногенных отходов, повышением экономической эффективности производств и вопросами защиты окружающей среды. Особый интерес в проектировании составов строительных растворов представляет применение местных некондиционных песков, техногенных песков из отсевов бетонного лома и кирпичного лома. Данная статья посвящена исследованию зернового состава отсевов дробления бетонного лома и кирпичного боя, возможности создания рецептур строительных растворов на мелких песках с их использованием. Для большинства регионов нехватка крупнозернистых песков является особо актуальной, так как без их наличия производство бетонов и растворов высокого качества проблематично. Одним из способов решения данного вопроса является применение отсевов и мелких фракций дробления вторичного сырья, пригодного для использования в качестве заполнителя по химико-минералогическому и гранулометрическому составу. В результате рециклинга вторичного сырья образующие мелкие фракции отсевов представляют большой интерес для применения в качестве крупнозернистых песков или обогащающего материала для мелких песков с низким модулем крупности.

Ключевые слова: отсевы дробления бетонного лома, строительные растворы, отсевы керамического кирпичного боя, мелкие местные пески, техногенные пески.

Важным показателем качества строительных растворов считают правильный подбор гранулометрического состава мелкого заполнителя (песка), так как от качественной компоновки зерен песка зависят основные технологические свойства строительной растворной смеси.

В строительных растворах применяют в качестве мелкого заполнителя природные или искусственные пески определенного зернового состава с крупностью зерен до 5 мм. При этом песок может быть как природного, так и техногенного происхождения (из вторичного сырья) [1].

Основными характеристиками мелкого заполнителя, определяемыми согласно нормативной документации, являются: модуль крупности песка, зерновой состав, вид поверхности зерен, минералогический состав, межзерновая пустотность и водопотребность, наличие различных примесей [2].

В большинстве строительных работ, связанных с применением строительных растворов, применяют кварцевые пески согласно ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия». Наряду с ним могут быть использованы и иные пески – известняковые, доломитовые, полевошпатовые, диоритовые, гранитные, соответствующие ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Также могут быть применены пески из вторичного сырья и промышленных отходов.

Большинство исследований и нормативная документация рассматривают качество крупного и мелкого заполнителя (гранулометрия, плотность, водопотребность и т. п.) для всех видов бетонов. Гораздо реже встречается систематизированная информация о мелком заполнителе для строительных растворов смесей техногенного происхождения [3].

Техногенный песок или отсев – это мелкая фракция до 5 мм из размолотых сопутствующих горных пород, вторичного сырья, который перспективен для использования в строительных композитах. Так, одним из перспективных видов техногенного песка являются отсева дробления бетонного лома (ОДБЛ) и кирпичного боя (ОДКБ), составляющие значительную долю отходов от сноса зданий и сооружений.

Железобетонный лом, образуемый при сносе ветхого и аварийного жилья, разбора некондиционных строительных конструкций, перерабатывается на МДСК (мобильных дробильно-сортировочных комплексах) и разделяется на: щебень (70%) для подсыпки дорожного полотна, устройства временных и внутриплощадочных дорог, как крупного заполнителя в традиционных тяжелых бетонах; мелкий песок (30%). Именно отсев и мелкий песок складываются на территории МДСК ввиду их не востребоваемости. При этом нарушается экологический баланс ввиду повышения запыленности воздуха, т. к. пылевидная фракция составляет до 50% [4].

Одним из эффективных способов решения данного вопроса является рециклинг (утилизация или повторное применение) отсева путем его вторичного использования в мелкозернистых бетонах и строительных растворах в комплексе с модифицирующими добавками. Учитывая тот факт, что в большинстве регионов РФ очень мало месторождений крупнозернистых песков, техногенные месторождения представляют несомненный интерес. Техногенные пески и отсева из-за особенностей техногенеза и генезиса имеют большой запас свободной внутренней энергии и малое количество наноразмерных частиц, что позволяет рекомендовать их для строительных растворов различного назначения в диапазоне нормативных требований.

Так, например, в СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных», гранулометрии не рассматриваются, а лишь ссылаются на ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ».

При этом нужно учитывать, что нормативно определенных рекомендаций по зерновому составу, применению песков различного

генеза, классов и групп по модулю крупности в строительных растворах не дано. В связи с чем, особый интерес представляет создание комплексного нормативного документа с четким определением зернового состава, основных свойств песков техногенного происхождения.

Все это выявляет необходимость системного подхода к проведению исследований по подбору эффективного зернового состава песка для регулирования структурообразованием растворной смеси.

Одним из эффективных способов регулирования структуры растворной смеси считается применение мелкого заполнителя с небольшой межзерновой пустотностью (МПЗ), позволяющей минимизировать расход вяжущего. При этом доля крупной и мелкой фракций песка должна быть в пределах заполнения пространства между крупными зёрнами более мелкими. Это позволит снизить оставшиеся пустоты, которые заполнит цементное тесто и обвяжет зёрна [5].

Узкая специализация нормативных документов, отсутствие комплексной системы их оценки, классификации, необходимость модернизации технологий препятствует широкому использованию этого сырья в проектировании строительных композитов.

На основании исследований отечественных ученых [6] классифицируют следующие задачи в применении техногенных песков, в данном случае отсева дробления бетонного лома (ОДБЛ) и отсева керамического кирпичного боя (ОДКБ), (рис. 1):

- исследование генезиса техногенных песков, в том числе ОДБЛ и ОДКБ;
- анализ способов увеличения эффективности технологий добычи и переработки сырья;
- комплексный подход к реновации переработки природного и техногенного сырья.

Применение в строительных растворах отсева бетонного лома и кирпичного боя имеет свои особенности: это и полигенетичность, и полиминеральность, и форма поверхности зёрен, и наличие растворной составляющей на поверхности зёрен и т. д. Для эффективного использования нужно разработать комплексный

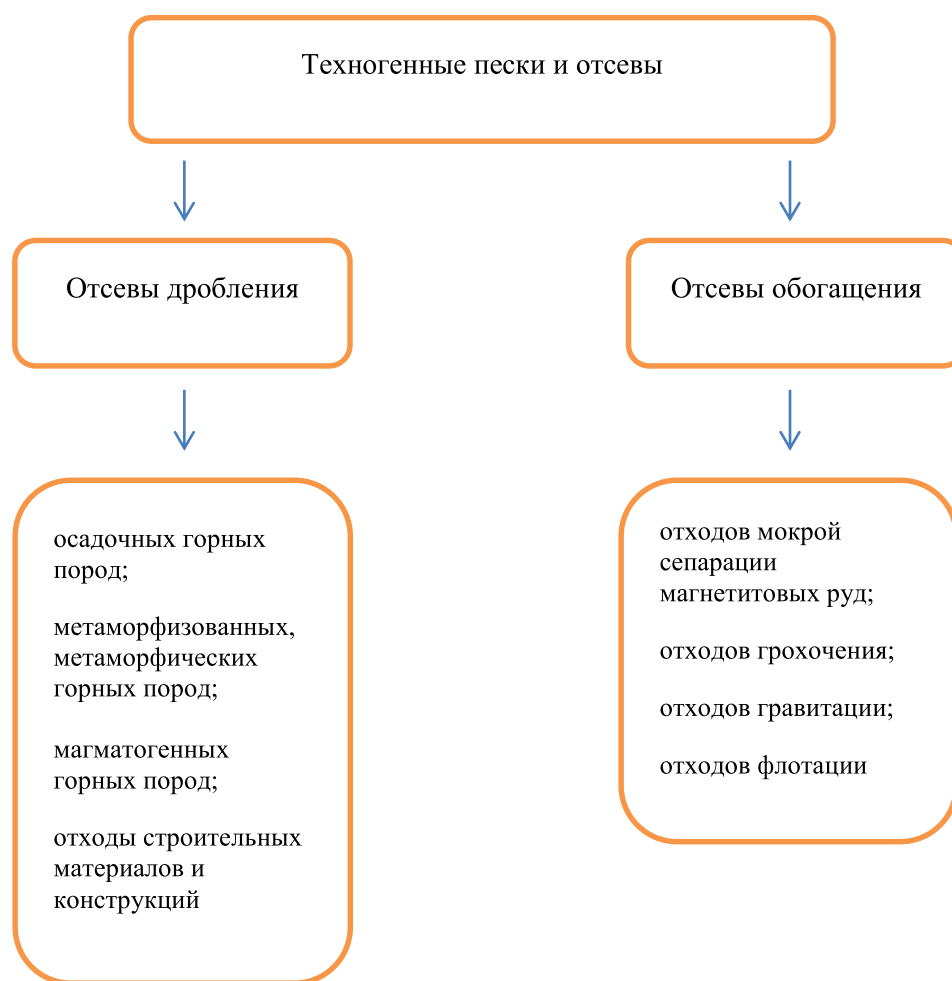


Рис. 1. Схема техногенных песков и отсевов

подход к проектированию рецептур с учетом их функционального назначения, перспективности внедрения модифицированных добавок, разработка нормативных актов для внедрения на производстве.

Техногенные отсевы существенно отличаются от природных заполнителей морфологией зерен, наличием пыли в составе, полиминеральностью поверхности зерен, существенной водопотребностью, шероховатостью и неоднородностью поверхности зерен и т. п. Для оценки соответствия отсевов дробления бетонного лома и керамического кирпичного лома исследованы зерновой, минеральный и химический составы отсевов.

Анализ исследований показывает, что отсевы дробления для применения в бетонах обладают гранулометрией, не отвечающей требованиям [7], ввиду того, что кривые про-

сеивания располагаются в части очень крупных песков. Но при этом данные отсевы могут представлять интерес при фракционированной переработке для строительных растворов различного назначения. При применении рассматриваемых отсевов их зерновой состав должен быть доработан, т. е. растворная смесь должна быть удобоукладываемой при низком расходе вяжущего при сохранении технологичности растворной смеси [8]. Что касается продуктов дробления кирпичного боя, то доказано, что они имеют ту же структуру, что и сырьевой материал – т. е. ОБККБ имеют ту же стойкость и пористость. Размолотые ОДККБ, отсевов и песков характеризуются небольшой лещадностью полученных зерен. Все это в комплексе снижает потребление природных песков и объем их добычи, а также решает проблему утилизации вторичного сырья.

Основные показатели песка из керамического боя

Наименование показателя		Значение показателя					
Зерновой состав песка	Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Дно
	Полные остатки, %	22,1	34,0	49,3	80,0	88,0	100
	Частные остатки, %	22,1	11,9	15,3	30,7	8,0	12,0
	Остатки на ситах, г	221	119	163	307	80	120
Модуль крупности		2,6					
Марка по прочности		П400					
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		0,2					
Содержание глины в комках, %		нет					
Прочность песка при сдавливании в цилиндре, МПа (кгс/см ²)		10,8 (108)					
Водопоглощение, % по массе		12					
Насыпная плотность, кг/м ³		1170					
Истинная плотность зерен, кг/м ³		2580					
Пористость, %		16					
Пустотность песка, %		33					

Согласно нормативным документам, наибольший допустимый размер зёрен мелкого заполнителя для штукатурных растворов варьируется до 2,5 мм, это послужило основанием для исследования модулей крупности песка и отсевов из ККБ и ОДБЛ.

Спецификой отсевов из вторичного сырья является то, что его зерна состоят из небольших частиц исходного материала и растворной части, причем объем раствора зависит от типа разбираемой конструкции и составляет около 20% от общей массы перерабатываемой продукции [9].

При ситовом анализе установлено, что количество частиц меньше 5 мм (пески из отсева керамического кирпича) варьируется около 25-30% от общей массы сырья. Ситовый анализ песка из ККБ на стандартном наборе сит и иные основные физико-механические свойства его представлены в (табл. 1).

Исследование гранулометрического состава выявило, что $M_k = 2,6$ для ОДККБ, согласно ГОСТ 8736-93 группе это крупный песок.

Зерновой состав песка изучается по графику просеивания (рис. 2), где отсев дробления кирпичного боя находится в области допустимых значений мелкого заполнителя для строительных растворов с незначительным отклонением от верхней границы крупности песка [10]. Таким образом, техногенный песок из ОДККБ можно рекомендовать для проектирования рецептур строительных растворов различного назначения.

Согласно ГОСТ 8736-93, рассматриваемый песок из ОДККБ по $M_k = 2,6$ и полному остатку на сите 0,63, равному 49,3%, классифицируется как крупный песок, а по наличию зерен крупностью меньше 0,16 мм относится ко II классу песка.

Далее были проведены исследования ОДБЛ, которые выявили, что его зерновой состав не вписывается [11] в кривую просеивания и фиксируется в области очень крупных песков. Но при соответствующей обработке ОДККБ обладает рядом достоинств, может быть использован для обогащения мелких песков (рис. 3).

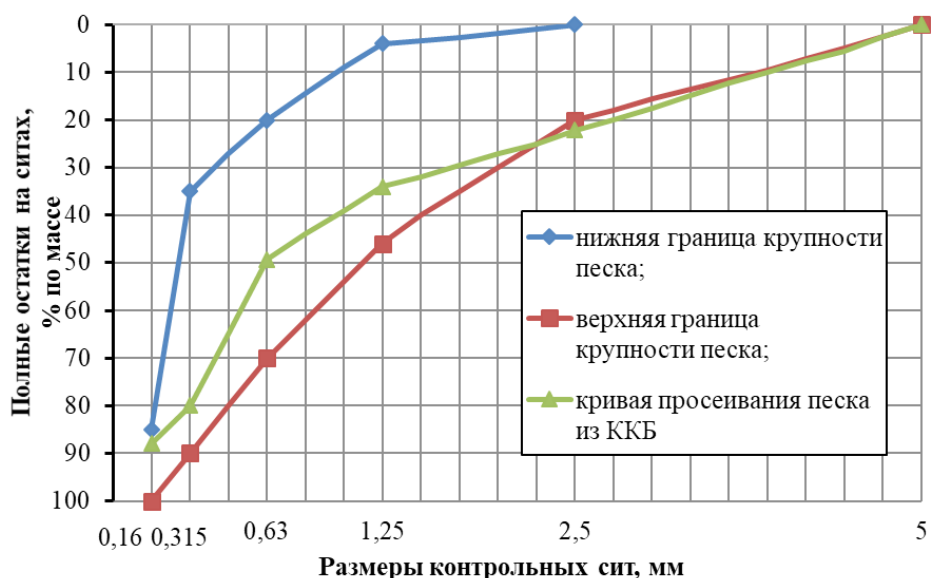


Рис. 2. Кривая просеивания песка из отсева дробления ОДККБ

Согласно гранулометрическому анализу, состав ОДБЛ должен быть улучшен, т. е. должна быть достигнута удобоукладываемость при малом расходе вяжущего без ухудшения технологических свойств растворной смеси [12].

Исходя из анализа зернового состава отсева дробления бетонного лома, мы видим, что его модуль крупности составляет $M_k=2,8$, т. е. отсев дробления относится к крупным пескам.

Основная часть. На основе анализа исследований [13] выявлено, что химические соединения в составе ОДБЛ аналогичны химическим минералам портландцемента. Про-

веденный химический анализ выявил наличие оксида кальция – 35-40%, кварца – 50-55%, оксида железа – 4%, оксида алюминия – 5% и т. п. Также следует отметить наличие 5% по массе негидратированного портландцемента, составляющего 50% по массе от примененного портландцемента для переработанной конструкции. Все исследования проводились на ОДБЛ с наличием кварцевого песка и известкового щебня, что привело к наличию значительного количества кальцита.

На основании исследования гранулометрического состава ОДБЛ установлено, что

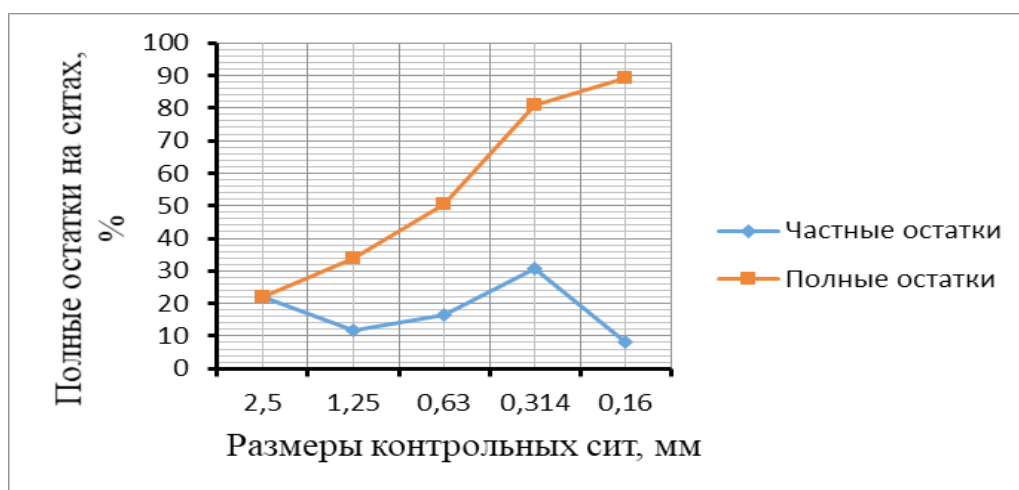


Рис. 3. Зерновой состав ОДБЛ

Таблица 2

Химический состав продукта ОДБЛ

Компоненты	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	SO ₃	Na ₂ O	TiO ₂	ClO ₂	MnO ₂	Всего
Содержание, %	51,4	35,23	5,01	3,72	1,5	1,25	0,6	0,51	0,31	0,29	0,087	99,907

Таблица 3

Химический состав ККБ

Компоненты	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	SO ₃	Na ₂ O	TiO ₂	ппп	Всего др. неорг. компоненты
Содержание, %	52,80	34,52 1	5,03	3,33	1,31	1,22	0,59	0,51	0,31	0,11	0,27

модуль крупности составляет $M_k=4$ – отсев классифицируется как очень крупный песок.

Следовательно, по зерновому составу ОДБЛ и ОДККБ могут быть определены как очень крупные и крупные пески и при соответствующей подготовке и отборе нужных фракций могут быть пригодны для обогащения местных мелких песков при условии наличия соответствующих химических соединений.

Анализ химического состава ОДБЛ (табл. 2 и табл. 3) свидетельствует о возможности химических соединений вступать во взаимодействие с водой и твердеть.

Физико-механические показатели отсева дробления были определены при испытании строительных растворов, они использовались в виде мелкого заполнителя состава в соотношении 1:3 на портландцементе ЦЕМ I 42,5Н марки «Серебряковцемент». Все испытания проводились в НТЦ КП ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова «Современные строительные материалы и технологии». В табл. 4 представлены результаты испытаний.

Диаметр расплыва растворной смеси на ОДБЛ и ОДККБ на ЛВС не определялся в виду жесткости и неоднородности смеси, водоудерживающая способность составляет 96%. На

Таблица 4

Прочность строительного раствора на техногенных отсевах

Наименование вида заполнителя	Прочность в возрасте, МПа				В/Ц
	7 сут.	14 сут.	21 сут.	28 сут.	
ОДБЛ	9,61	12,24	12,6	13,43	0,6
ОДККБ	7,25	8,05	10,8	11,5	0,7

Таблица 5

Показатели качества строительных растворов на ОДБЛ

Наименование заполнителя	Прочность в 28 суточном возрасте, МПа	Расслаиваемость, %	Диаметр расплыва на ЛВС, см	Водоудерживающая способность, %	Адгезия, Мпа
ОДБЛ	13,43	15,4	5,5	85,6	0,09
ОДККБ	11,4	9,4	4,8	75,2	0,078

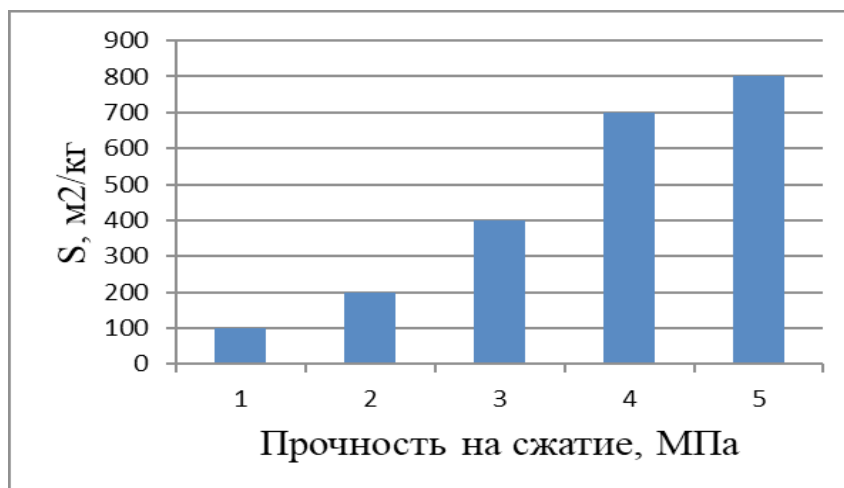


Рис. 5. Зависимость предела прочности от удельной поверхности ОДБЛ

основании данных из таблицы мы видим, что показатели прочности растворов ОДБЛ выше прочности растворов на местных песках (табл. 5), но по технологичности они им существенно уступают. Ввиду этого требуется корректировка составов и применение добавок для улучшения технологических свойств.

Повышенная прочность ОДБЛ обеспечена за счет его гидравлической активности. Для ее исследования отсев дробления помола различной удельной поверхности, замешивали в

несколько приемов тесто нормальной густоты с разными тонкостями помола. Анализ испытаний выявил, что при увеличении удельной поверхности данного материала возрастает прочность полученного композита.

На основе анализа (рис. 5) мы видим, что с увеличением удельной поверхности возрастает и прочность, это обусловлено присутствием негидратированного цемента, активируемого в процессе помола, и реакционной способностью карбонатов. Тонкодисперсные карбонаты кальция,

Таблица 6

Показатели качества строительных растворов на мелких песках

Наименование заполнителя	Прочность на сжатие, МПа	Диаметр распыла на ЛВС, см	Водоудерживающая способность, %	Адгезия, МПа	Расслаиваемость, %	Жизнеспособность, час
Червленый песок	10,4	19,5-20,0	92,0-93,6	0,05	15,3	1,2-1,5
Веденский песок	9,8	20,0-22,0	95,2-95,8	0,046	14,8	1,0-1,2
Нормативные требования ГОСТ 28013-89	4-200	1-14	≥90	-	≤10	-

Таблица 7

Физико-механические и технологические показатели строительных растворов на техногенном песке

Состав	Прочность на сжатие, МПа	Диаметр распыла на ЛВС, см	Водоудерживающая способность, %	Адгезия, МПа	Расслаиваемость, %	Жизнеспособность, час
Червленый (70%) +ОДБЛ (30%)	12,2	18,0	95,2	0,30	10,3	1,5-2,0
Веденский (70%) +ОДБЛ (30%)	10,5	19,2	96,0	0,26	11,8	1,2-1,5

содержащиеся в ОДБЛ (до 30% CaCO₃), способствуют созданию каркаса из микровключений и уплотняют структуру композита. Таким образом, карбонаты положительно влияют на физико-химические процессы твердения строительного композита на ОДБЛ и являются очагами кристаллизации в структурообразовании [14, 15].

Однако в случае со строительными растворами дополнительный помол ОДБЛ не требуется, т.к. прочность полученных составов достаточна для получения низкомарочных растворов.

Оптимизация гранулометрического состава для ОДБЛ до сих пор сводилась к изъятию пылевидной фракции менее 0,16 мм. Между тем, наличие в ОДБЛ мелкого песка обеспечило бы перемещение крупных зерен отсева относительно друг друга, проявляя пластифицирующие свойства. Для получения оптимального гранулометрического состава ОДБЛ необходимо его фракционирование для каждого вида строительного раствора в зависимости от его назначения [16].

При проектировании строительных растворов на мелких местных песках, в отличие от растворов на ОДБЛ и ОДККБ, достигаются хорошие показатели технологических свойств растворной смеси, но наблюдается низкая прочность. Это связано и с низкими модулями крупности местных песков: Червленый песок $M_k=1,9$, Веденский песок $M_k=1,4$, Толстой-Юртовский песок $M_k=1,3$, Беноевский песок $M_k=1,2$, наличием значительного количества до 2,4% (табл. 6). Для определения физико-механических и технологических свойств были испытаны строительные растворы на Червленом и Веденском песках, как наиболее перспективные с точки зрения большего модуля крупности.

Согласно данным таблицы 6, мы видим, что строительные растворы на мелких песках нуждаются в оптимизации с целью повышения физико-механических свойств. Для этого предлагается использовать ОДБЛ и ОДККБ, которые, в свою очередь, обладают высокой прочностью, но низкими показателями технологических свойств. На основе проведенного математического планирования экспериментов и экспериментальных исследований определены следующие составы строительных растворов и соотношения количества ОДБЛ от общей массы песка (табл. 7).

При соотношениях мелкого песка и отсевов дробления бетонного лома более 50/50 растворная смесь не удобоукладываема и не пригодна для применения в качестве штукатурного слоя из-за возможности получения шероховатой поверхности отделки. При использовании ОДККБ в качестве крупнозернистого песка для обогащения рассматриваемых мелких песков, ввиду высокой водотребности сырьевого материала (керамического кирпича) и снижения технологичности растворной смеси, требуется проведение более тщательных исследований с применением модифицирующих добавок и комплексным подходом к проектированию составов.

Предложенные составы (табл. 7) могут быть использованы как для оштукатуривания, так и в виде низкомарочных кладочных растворов. Введение в составы строительных растворов ОДБЛ повышает их адгезию и прочность, но для дальнейшей оптимизации рецептур требуется разработка составов с применением различных комплексных модифицирующих добавок и классификацией каждого состава по функциональному назначению строительного раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Копаница Н. О., Макаревич М. С.* Особенности формирования зернового состава сухих строительных смесей // Нетрадиционные технологии в строительстве: Материалы второго Междунар. науч.-техн. семинара. Томск, 2001. С. 59-69.
2. *Муртазаев С-А. Ю., Исмаилова З. Х., Успанова А. С.* Строительные растворы с использованием комплексных минеральных добавок из золошлаковых смесей // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента

- та РА-АСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. В 3 ч. БГТУ. 2016. Ч. 1. С. 347-354.
3. *Макаревич М. С., Копаница Н. О.* Гранулометрический состав заполнителя как технологическое средство управления качеством сухих строительных смесей // Качество – стратегия XXI века. Материалы VIII Междунар. научн.-практ. конф. Томск, 2003. С. 141-142.
 4. *Кудяков А. И., Аниканова Л. А., Копаница Н. О.* Влияние зернового состава и вида наполнителей на свойства строительных растворов // Строительные материалы. 2001. № 11. С. 28-29.
 5. Современные подходы к использованию природного сырья горных территорий для получения эффективных строительных композитов / *Муртазаев С-А. Ю., Бисултанов Р. Г., Саламанова М. Ш., Муртазаева Т. С-А.* // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. № 3. С. 238-247.
 6. *Баженев Ю. М., Батаев Д. К-С.* Материалы и технологии для ремонтно-восстановительных работ в строительстве. М.: КомТех, 2000. 232 с.
 7. *Баженев Ю. М., Коровяков В. Ф., Денисов Г. А.* Технология сухих строительных смесей. М.: Изд-во АС, 2011. 112 с.
 8. *Пиеничный Г. Н.* Проблемы, существующие в бетоноведении // Технологии бетонов. 2014. № 12. С. 42-46.
 9. *Бальков А. С., Низина Т. А., Макарова Л. В.* Критерии эффективности цементных бетонов и их применение для анализа составов высокопрочных композитов // Строительные материалы. 2017. № 6. С. 69-75.
 10. *Белых С. А., Кудяков А. И., Чикичев А. А.* Сухая строительная смесь с повышенной адгезионной прочностью для отделки кирпичных поверхностей во влажных помещениях // Вестник ТГАСУ. 2017. № 1 (60). С. 122-133.
 11. *Левин Л. И., Тарасова В. Н., Левина Е. И.* Применение отсевов дробления в бетонах с эффективными пластификаторами // Малоотходная технология при производстве нерудных строительных материалов и облицовочных материалов из природного камня. Материалы семинара. М.: МДНТП, 1987. С. 128-134.
 12. *Анисимова Е. И., Зольникова Г. С.* Опыт применения отсевов дробления в качестве мелких заполнителей для бетона // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Интенсификация производства нерудных строительных материалов». М.: Стройиздат, 1989. С. 232-236.
 13. *Лесовик Р. В.* К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе // Строительные материалы. 2007. № 9. С. 13-15.
 14. *Чистов Ю. Д., Краснов М. В.* Перспективы применения отходов дробления бетонного лома в пенобетоне // Вестник БГТУ. Тематический выпуск Пенобетон. 2003. № 4.
 15. *Александров А. В.* Снос зданий и переработка строительного мусора // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2003. № 1.
 16. *Шмигальский В. Н.* Определение оптимального соотношения между мелким и крупным заполнителями // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1967. № 9. С. 69-72.

MORTAR FILLERS FROM TECHNOGENIC SAND

© A. S. Uspanova, Z. H. Ismailova, V. H. Hadisov, M. R Hadzhiev

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

Resource-saving issues are a priority in the building materials and products industry; the use of technogenic raw materials in building composites is becoming more widespread. This is dictated by the need to utilize industrial wastes, increase the economic efficiency of production and protect the environment. Of particular interest in the design of mortar compositions is the use of local substandard sand, industrial sand from screenings of concrete scrap and brick scrap. This article is devoted to the study of the grain composition of screenings for crushing concrete scrap and brick fighting, the possibility of creating mortar formulations on fine sand with their use. For most regions, the shortage of coarse-grained sand is especially urgent, since without their presence the production of concrete and high-quality mortars is problematic. One of the ways to solve this issue is the use of screenings and small fractions of crushing secondary raw materials suitable for use as a filler in chemical-mineralogical and particle size distribution. As a result of recycling of secondary raw materials, the fine screening fractions are of great interest for use as coarse-grained sands or an enrichment material for fine sands with a low modulus of fineness.

Keywords: screenings for crushing concrete scrap, mortars, screenings for ceramic brick battle, fine local sands, industrial sands.

REFERENCES

1. Kopanica, N. O. and Makarevich, M. S. (2001) 'Osobnosti formirovaniya zernovogo sostava suhikh stroitel'nyh smesey'. *Netradicionnye tekhnologii v stroitel'stve: m-ly vtorogo mezhdunar. nauch.-tekhn. seminar.* [Features of the formation of the grain composition of dry building mixtures. Non-traditional technologies in construction: materials of the second international scientific and technical seminar]. Tomsk, Pp. 59-69.
2. Murtazaev, S-A. Yu., Ismailova, Z. H. and Uspanova, A. S. (2016) 'Stroitel'nye rastvory s ispol'zovaniem kompleksnyh mineral'nyh dobavok iz zoloshlakovyh smesey', *Intellektual'nye stroitel'nye kompozity dlya zelenogo stroitel'stva': sb. dokl. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 70-letiyu zaslužennogo deyatelya nauki RF, chlena-korrespondenta RA-ASN, doktora tekhnicheskikh nauk, professora Valeriya Stanislavovicha Lesovika v 3 vol. BGTU.* [Mortars using complex mineral additives from ash and slag mixtures]. Vol. 1. Pp. 347-354.
3. Makarevich, M. S. and Kopanica, N. O. (2003) 'Granulometricheskij sostav zapolnitelya kak tekhnologicheskoe sredstvo upravleniya kachestvom suhikh stroitel'nyh smesey'. *Kachestvo – strategiya XXI veka. Materialy VIII mezhdunar. nauchn. prakt. konf.* [Granulometric composition of aggregate as a technological tool for managing the quality of dry building mixtures. Quality is the strategy of the XXI century]. Tomsk. Pp. 141-142.
4. Kudyakov, A. I., Anikanova, L. A., and Kopanica, N. O. (2001) 'Vliyanie zernovogo sostava i vida napolnitelej na svojstva stroitel'nyh rastvorov'. [The effect of grain composition and type of fillers on the properties of mortars]. *Stroitel'nye materialy.* No 11. Pp. 28-29.
5. Murtazaev S-A. Yu, Bisultanov R.G., Salamanova M.Sh. and Murtazaeva T. S-A. (2016) 'Sovremennye podhody k ispol'zovaniyu prirodnoho syr'ya gornyh territorij dlya polucheniya effektivnyh stroitel'nyh kompozitov'. [Modern approaches to the use of natural raw materials in mountainous areas to obtain effective building composites]. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij.* No 3. Pp. 238-247.
6. Bazhenov, Yu. M. and Bataev, D. K-S. (2000) *Materialy i tekhnologii dlya remontno-vosstanovitel'nyh rabot v stroitel'stve.* [Materials and technologies for repair and restoration works in construction]. KomTekh, Moscow, 232 p.

7. Bazhenov, Yu. M., Korovyakov, V. F., Denisov, G. A.. (2011) *Tekhnologiya suhikh stroitel'nyh smesej*. [Dry mortar technology]. Publishing House AS, Moscow, 112 p.
8. Pshenichnyj, G. N. (2014) 'Problemy, sushchestvuyushchie v betonovedenii'. [Concerns in Concrete Science]. *Tekhnologii betonov*. No 12. Pp. 42-46.
9. Balykov, A. S, Nizina T.A. and Makarova L. V. (2017) 'Kriterii effektivnosti cementnyh betonov i ih primeneniye dlya analiza sostavov vysokoprochnykh kompozitov'. [Performance criteria for cement concrete and their application for the analysis of compositions of high-strength composites]. *Stroitel'nye materialy*. No 6. Pp. 69-75.
10. Belyh, S. A., Kudyakov, A. I. and Chikichev, A. A. (2017) 'Suhaya stroitel'naya smes' s povyshennoy adgezionnoy prochnost'yu dlya otdelki kirpichnyh poverhnostej vo vlazhnyh pomeshcheniyah'. *Vestnik TGASU*. [Dry building mortar with increased adhesive strength for finishing brick surfaces in wet rooms. Bulletin of TSUACE]. No1 (60). Pp. 122-133.
11. Levin, L. I., Tarasova, V. N. and Levina, E. I. (1987) 'Primeneniye otsevvov drobleniya v betonah s effektivnymi plastifikatorami. Malooodnaya tekhnologiya pri proizvodstve nerudnyh stroitel'nyh materialov i oblicovochnyh materialov iz prirodnoho kamnya. [Application of crushing screenings in concrete with effective plasticizers. Low-waste technology in the production of non-metallic building materials and facing materials from natural stone. Proceedings of the seminar.]. *Materialy seminar*. MHSTP. Moscow. Pp. 128-134.
12. Anisimova, E. I. and Zol'nikova, G. S. (1989) 'Opyt primeneniya otsevvov drobleniya v kachestve melkih zapolnitelej dlya betona' [Experience with crushing screenings as fine aggregates for concrete. Abstracts All-Union Conference "Intensification of production of nonmetallic building materials]. *Tezisy dokladov Vsesoyuznogo soveshchaniya "Intensifikatsiya proizvodstva nerudnyh stroitel'nyh materialov"*. Strojizdat. Moscow. Pp. 232-236.
13. Lesovik, R. V. (2007) 'K probleme ispol'zovaniya tekhnogennyh peskov dlya proizvodstva melkozernistykh betonov i izdelij na ih osnove' [To the problem of using industrial sand for the production of fine-grained concrete and products based on them]. *Stroitel'nye materialy*. No 9. Pp. 13-15.
14. Chistov, Yu..D. and Krasnov, M. V. (2003) 'Perspektivy primeneniya othodov drobleniya betonnoho loma v penobetone' *Vestnik BGTU. Tematicheskij vypusk Penobeton*. [Prospects for the use of concrete scrap crushing waste in foam concrete. Thematic issue Foam concrete]. No 4.
15. Aleksandrov, A. V. (2003) Snos zdaniy i pererabotka stroitel'nogo musora [Demolition of buildings and recycling of construction waste]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*. No 1.
16. Shmigal'skij, V. N. (1967) 'Opreделение optimal'nogo sootnosheniya mezhdu melkim i krupnym zapolnitelyami' [Determination of the optimal ratio between small and large aggregates]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura*. No 9. Pp. 69-72.