

Как показывают расчеты, переход от шарнирного опирания достаточно длинной оболочки к жесткой заделке ее концов вызывает увеличение потоков дополнительных касательных усилий у краевых шпангоутов в два раза.

Литература

1. Власов В.З., Тонкостенные пространственные конструкции. Гостройиздат, 1958.
2. Кан С.Н. Строительная механика оболочек. М. Машиностроение, 1966.
3. Фідровська Н.М. Циліндрична оболонка під дією вісі несиметричного тиску. Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, -2008-№47.- с.151-155.

УДК 691.316

### **ОТХОДЫ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, КАК КРЕМНЕЗЁМИСТЫЙ КОМПОНЕНТ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА**

**Кузнецова Г.В., Голосов А.К., Морозова Н.Н.**

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет*

*Рассматривается вопрос применения отсевов дробления горных пород, с содержанием оксида кремнезёма более 40% в качестве кремнезёмистого компонента при изготовлении силикатного кирпича. Фракционный состав искусственных песков имеет непрерывную гранулометрию, повышенное содержание пылевидных частиц и позволяет применить «прямую» технологию производства силикатных материалов.*

Строительный песок является неременной составляющей практически всех строительных материалов. Рост темпов жилищного, гражданского, промышленного и дорожного строительства, производства железобетонных конструкций и других материалов обуславливает рост потребности в строительном песке. Однако, добыча природных песков часто приводит к нарушению экологии регионов, экосистемы берегов рек, размыву пляжей, образованию оползней, выходу грунтовых вод на поверхность и другим неблагоприятным факторам. При разработке карьера организации платят налог на добычу и проводят мероприятия по охране окружающей среды, но вред, нанесенный природе, не поддается денежному исчислению [1].

В настоящее время в связи с ростом объемов дорожного и высотного строительства, интенсивно разрабатываются большие запасы прочных и высокопрочных скальных горных пород (габброгранитов, кварцитов и др.) и развивается производство щебня. Объем его производства по отдельным регионам в 2012 г. достигал 11 млн. м<sup>3</sup> [2].

В тоже время огромное количество образуемых при переработке горных пород - отсевов дробления, которые используются не в полной мере и зачастую складываются в отвалах и загрязняют окружающую среду [3].

Для производства силикатного кирпича используют намывные и овражные пески, состоящие в основном из одной или двух размеров фракций. Модуль крупности таких песков составляет 0,7-1,5. При этом расход песка достигает 2,4-2,2 м<sup>3</sup>/тыс. шт. кирпича. Использование мелких песков требует применения укрупняющих добавок или наличие известково-кремнезёмистого производства.

Пески, используемые для силикатного производства, считаются пригодными при содержании SiO<sub>2</sub> более 30 % [4]. Поэтому отходы дробления горных пород могут быть пригодны в качестве активного заполнителя силикатного кирпича.

В связи с этим нами проведено исследование применения «прямой» технологии производства силикатного кирпича на песке, полученном при дроблении горных пород, таких как диабаз, габбро и т.п.

Использовали две пробы отсевов дробления, возникающего при производстве щебня из горных пород. Фракционный состав проб представлен в табл.1.

Как видно из табл.1, отсевы дробления представляют песчаную фракцию с непрерывный гранулометрический составом и соответствуют требованиям ГОСТ 8736 и ОСТ 21-1-80.

Для установления оптимального состава вяжущего при изготовлении силикатного кирпича на песке из отсевов дробления горных пород были изготовлены прессованные образцы цилиндры 60×60 мм.

Таблица 1. Характеристика фракционного состава проб

№ пробы	Показатель	Размер ячейки сит, мм							Модуль крупности
		5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	менее 0,16	
1	Частный остаток, %	0,4	5,4	11	26	26,75	21,75	9,1	2,24
	Полные остатки в %	-	5,4	16,4	42,4	69,15	90,9	100	
2	Частные остатки в %	1,4	16,0	13,1	16,1	18,9	23,7	12,2	2,42
	Полные остатки в %	-	16,0	29,1	45,2	64,1	87,8	100	
Требования ОСТ 21-1-80		0-10	0-18	10-47	30-80	60-90	70-95		

Образцы изготавливали по двум технологиям. Первая технология «прямая» с использованием в качестве вяжущего молотую известь и вторая- на известково-кремнезёмистом вяжущем. Для прямой технологии использовали тонкомолотую известь с активностью 83 % и временем гаше-

ния 3 мин. Для второй технологии на извести с 83 % активности получили известково-кремнезёмистое вяжущее с активностью 28 %. Результаты приведены в табл.2.

Таблица 2. Результаты испытаний образцов цилиндров на вяжущем разного состава

Наименование показателей	Значение показателей для вяжущего на						
	извести				известково-кремнезёмистом		
Состав вяжущего	1:0				1:1		
Активность вяжущего, %	83				28		
Активность формовочной смеси, %	7	8	9	10	5,6	7	8
Влажность, %	4				6		
Плотность сырца, кг/м <sup>3</sup>	2060	2030	1997	1965	2099	2099	2099
Сырцовая прочность, МПа	0,76	0,88	1,0	1,12	0,66	0,93	1,1
Автоклавная прочность, МПа	16,2	16,8	17,4	18,1	27,8	29,7	31,0

Полученные данные показывают, что сырцовая прочность образцов на известково-кремнезёмистом вяжущем больше на 29 % образцов на известковом вяжущем при активности формовочной смеси 7 %. Если сравнивать при этом автоклавную их прочность, то аналогично прочность выше на 54 % у образцов на известково-кремнезёмистом вяжущем. Как показали испытания, все составы имеют достаточную прочность (не менее 0,5 МПа) для изготовления прессованных полнотелых и пустотелых силикатных изделий.

Далее проведено исследование по возможности замены кварцевого песка в составе вяжущего на песок из отходов дробления горных пород. Поскольку вяжущее получают при помоле, то исследована размолоспособность кремнезёмистых материалов (табл. 3).

Таблица 3. Размолоспособность кремнезёмистого материала

Наименование материала	Удельная поверхность порошков, см <sup>2</sup> /г, после помола в пружинной мельнице в течении, с:				
	5	10	20	30	40
Отсевы дробления	2870	3150	3704	4479	5170
Песок строительный	230	470	870	1400	1690

Анализ данных табл. 3 показал, что отсеvy дробления размалываются быстрее, чем прочные кварцевые зёрна, что может обеспечить в производстве вяжущего экономичный расход мелющих тел и энергии.

На песке из отсева дробления с известью изготовили разные составы вяжущих, из которых спрессовали образцы-цилиндры и оценили их физико-механические свойства. Результаты исследования приведены в табл. 4.

Таблица 4. Влияние состава кремнезёмистого компонента на прочностные показатели пресованных образцов

Вид вяжущего	Активность вяжущего, %	Плотность образцов, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа	
			сырцовая	автоклавная
ИШВ 2:1	38,2	2042	7,7	84,2
ИШВ 1:1	33,0	2037	10,7	117
И	70	1996	12,0	120
И	70	1985	12,6	127

Как видно из полученных результатов прочность образцов на вяжущем, изготовленном с использованием отходов дробления вместо кварцевого песка образцы имеют удовлетворительную сырцовую прочность, но автоклавная прочность ниже на 51 %.

С целью снижения влияния дисперсной составляющей на прочность проведено исследование извести с разной активностью 70, 75 и 83 %. Для этого были изготовлены образцы-цилиндры с разным количеством СаО и подвергнуты автоклавной обработке по режиму 2+6+2. Результаты представлены на рис. 1.

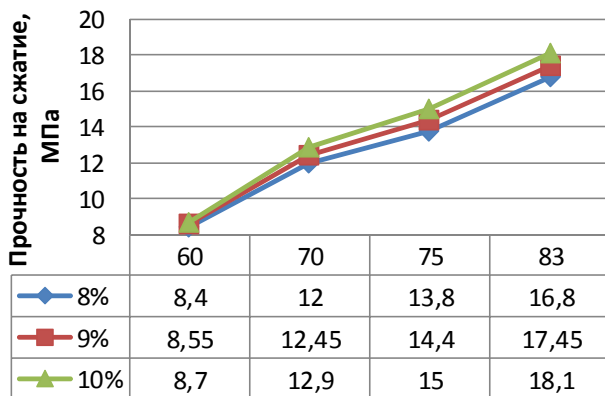


Рис. 1. Влияние активности извести на автоклавную прочность пресованных образцов при разной активности смеси (8, 9 и 10%)

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- применение отсевов дробления в качестве компонента вяжущего, заменяющего кварцевый песок не позволяет получить равнопрочные значения; содержание кремнезёма в горной породе недостаточное для равнозначной замены кварцевого песка на отсеvy дробления;
- использование известкового вяжущего позволяет получить на песках дробления пресованные изделия достаточной сырьевой прочности для производства пустотелых и полнотелых изделий;
- увеличение активности смеси и активности вяжущего увеличивает прочностные показатели пресованных образцов;
- автоклавная прочность образцов на известковом вяжущем обеспечивает получение образцов прочностью соответствующей маркам 150-175.

Литература

1. Воробьев, В.В. Методы получения искусственных песков / В.В. Воробьев, О.П. Шиманович, М.С. Гаркави, А.Ю. Козин // Информационный центр поддержки предпринимательства на рынке минерального сырья и материалов. – <http://www.74rif.ru/pesok-sintet.html/>. – С. 1-3.
2. Загер, И.Ю. Сравнительная оценка продуктов дробления горных пород месторождений нерудных строительных материалов/ Яшинькина А.А., Андропова Л.Н. // Строительные материалы. -2011.-№5. – С. 84-87.
3. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учеб.-справ. пособие / Л. И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 368с.
4. Шелер Р. Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО// Строительные материалы.- 2008.-№11. - С. 33-35.

УДК [691.32:623 073]+[691.217:620.3]

## **МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН**

**Прудков Е.Н., Закуражнов М.С.**

*Тульский государственный университет, г. Тула*

*В работе предложены методы проектирования составов многокомпонентного мелкозернистого бетона с учетом использования нанодобавок.*

В настоящее время в строительстве активно внедряются многокомпонентные мелкозернистые бетоны. Эти бетоны характеризуются повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью, позволяют сокращать расход клинкерного цемента или увеличивать прочностные показатели.

Переход от обычных бетонов к многокомпонентным составом с использованием добавок: суперпластификаторов, микронаполнителей, наполнителей на наноуровне, позволяет свести к минимуму недостатки