

УДК 691.332

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА ИЗ ТОНКОМОЛОТЫХ ВСКРЫШНЫХ ГОРЕЛЫХ ПОРОД**

Е.Н. Медведева, магистрант гр. СПм-141, II курс  
Научный руководитель: А.В. Угляница, д-р техн. наук, профессор  
Кузбасский государственный технический университет имени  
Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Ежегодно при добыче угля в Кузбассе из разрезов и шахт перемещают порядка 1500 миллионов тонн породы. Территории земель, занятых отвалами горелых пород, быстро растут, оказывая отрицательное воздействие на окружающую среду. Если не утилизировать эти породы, негативное воздействие может существенно возрасти.

В свою очередь вскрышные породы являются ценным, доступным и недорогим сырьем для производства строительных материалов: пористых заполнителей бетонов, кирпича, кладочных растворов, огнеупорных материалов и т.д. Проблема использования вскрышных горелых пород заключается в технологической сложности перевода их в сырьевой продукт. Горелые породы нуждаются в тщательном отборе и обогащении при помощи фракционирования, так как содержат повышенное количество несгоревшего угля и глинистых примесей.

Породы, изымаемые из угольных разрезов и шахт Кузбасса, неоднородны и состоят из двух разновидностей, смешанных примерно в следующем соотношении чистые породы -30-40; породы, смешанные с углем -60-70.

Состав и свойства горелых пород различны и зависят от температуры и степени обжига, а также от исходного состава пород. При использовании горелых пород в качестве заполнителя изменяются свойства и структура бетона, его пористость, сроки затвердевания. Такие заполнители заметно уменьшают деформации бетона при твердении.

С помощью отсева и дробления горелых пород можно получить щебень, который не подвергается ни одному из видов распадов: железистому, известковому, силикатному. Водо- и морозоустойчивость горелых пород вполне удовлетворительные, а для ряда месторождений высокими так же является и механическая прочность при сжатии и износе. Бетоны с вяжущими и заполнителями из тонкомолотых горелых пород хорошо сцепляются с металлической арматурой и обеспечивают защиту от коррозии. В качестве щебня предпочтительнее горелые породы, имеющие в основе алевролиты, мелкозернистые песчаники и твердые песчаные сланцы крупнослоистой структуры, так как аргиллиты и парцелланиты легко раскалываются по плоскостям сравнительно тонких наслоений и дают хотя и очень твердый, но лещадочный мелкий щебень с излишне гладкой поверхностью.

Гранулометрический состав отвальных горелых пород определяется минералогическим характером исходных пустых пород, и чем они прочнее и тверже, тем крупнее и массивнее получается обожженный материал. Он почти не подвергается естественному измельчению в результате обжига, сползания с откосов терриконика и сжатия вышележащими слоями.

Наиболее прочные горелые породы, получающиеся в результате самообжига мелкозернистых песчаников и песчаниковых сланцев с ничтожным содержанием минерализованного угля, пригодны для получения бутового камня путем крупного дробления и для получения среднезернистых заполнителей при среднем дроблении и просеве. Из них можно получать облегченные бетоны высоких марок. В естественном состоянии такие горелые породы нельзя применять в качестве заполнителей и бута для фундаментов и бутобетона, так как их следует дробить и просеивать.

Для исследования прочностных свойств цементного бетона из тонкомолотых вскрышных горелых пород были использованы следующие исходные материалы: вяжущее - портландцемент М400 Топкинского цементного завода; заполнитель - горелая порода из породного отвала шахты «Бутовская»; вода - водопроводная с температурой +10° С. Образцы изготавливали в разъёмных металлических формах с размером 100x100x100 мм.

Для изготовления образцов принимали три стандартные фракции: фракция А - «-1,25 + 0,63», фракция Б - «-0,63 + 0,315», фракция В - «-0,315». Наибольший размер частиц заполнителя при изготовлении образцов не превышал  $\frac{1}{4}$  размера их поперечного сечения.

Каждый образец изготавливали из одной или двух фракций, моделируя цементный бетон из отсева отвала с различным гранулометрическим составом. При этом варьирование содержания фракций в образце принимали равным 25 %, исходя из принципа минимальной достаточности. В табл. 1 приведены вариации содержания фракций в образцах.

Таблица 1

**Вариации содержания фракций в образцах**

А	Б	В
1,00А	1,00Б	1,00В
0,75А+0,25Б	0,75Б+0,25В	
0,75А+0,25В	0,5Б+0,5В	
0,5А+0,5Б	0,25Б+0,75В	
0,5А+0,5В		
0,25А+0,75Б		
0,25А+0,75В		

Для приготовления бетона применяли раствор с цементно-водным массовым отношением Ц:В = 1 : 0,5, поскольку он обладает 100 % выходом цементного камня [1]. Объем раствора для приготовления бетона принимали равным его пустотности, которую определяли путем заполнения водой фор-

мы с породой исследуемого гранулометрического состава. Цементный раствор готовили в лабораторном смесителе. Затем в готовый раствор засыпали горельник и приготавливали бетонную смесь, которую помещали в формы. Отформованные образцы хранили в течение суток в формах, при температуре  $+20 \pm 2^\circ \text{C}$ . После разопалубачивания образцы набирали прочность при той же температуре и постоянной влажности 90 % в течение 28 суток.

Испытание образцов на сжатие производили на гидравлическом прессе, отвечающем ГОСТу 8505-73. В каждой серии экспериментов согласно результатам предварительных экспериментов производили испытания трех образцов [2].

Определение прочности образцов при статическом нагружении производили следующим образом. Перед испытанием образцы маркировали, производили их визуальный осмотр и устанавливали состояние их поверхности (наличие раковин, крупных пор, выступов). Образцы, имеющие неправильную геометрическую форму и непараллельные опорные грани выбраковывались. Мелкие неровности на опорных гранях образцов исправлялись с помощью шлифовального камня. Выравнивание граней раствором и усиление образцов обоймой не допускалось. При определении кубиковой прочности среднюю скорость возрастания напряжения принимали 0,2 - 1,0 МПа/с [3].

По результатам проведенных испытаний были построены графики зависимости предела прочности на сжатие от размера фракций горелых пород и их процентного содержания (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

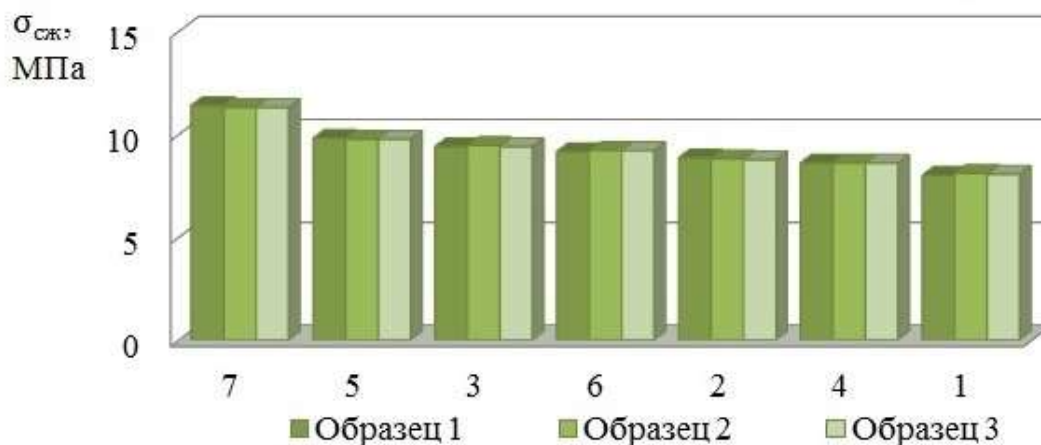


Рис.1. Предел прочности на сжатие образцов бетона на основе фракции А

Номер фракции

1. 1,00А

2. 0,75А+0,25В

3. 0,75А+0,25В

4. 0,5А+0,5В

5. 0,5А+0,5В

6. 0,25А+0,75В

7. 0,25А+0,75В

Максимальный предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$  из серии испытаний образцов на основе фракции А равен 11,4 МПа (состав образца: фракция А «-1,25 + 0,63» содержанием 25% и фракция В «-0,315» содержанием 75%)

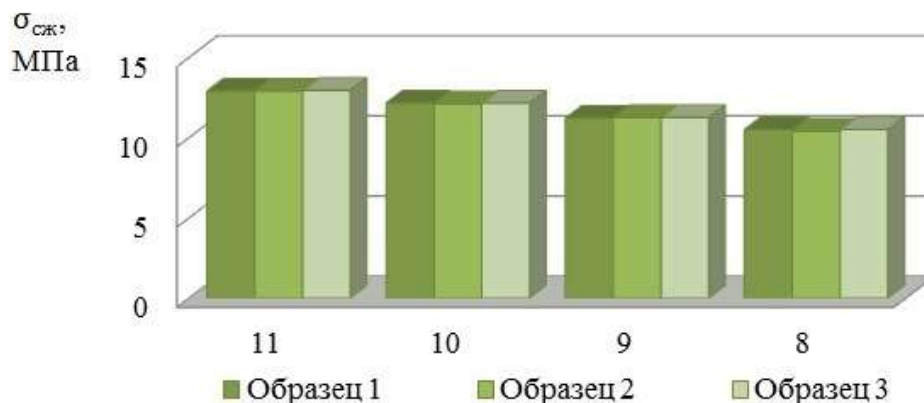


Рис.2. Предел прочности на сжатие образцов бетона на основе фракции Б

Номер фракции

8. 1,00Б

10. 0,5Б+0,5В

9. 0,75Б+0,25В

11. 0,25Б+0,75В

Максимальный предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$  из серии испытаний образцов на основе фракции Б равен 12,9 МПа (состав образца: фракция Б «-0,63+0,315» содержанием 25% и фракция В «-0,315» содержанием 75%)

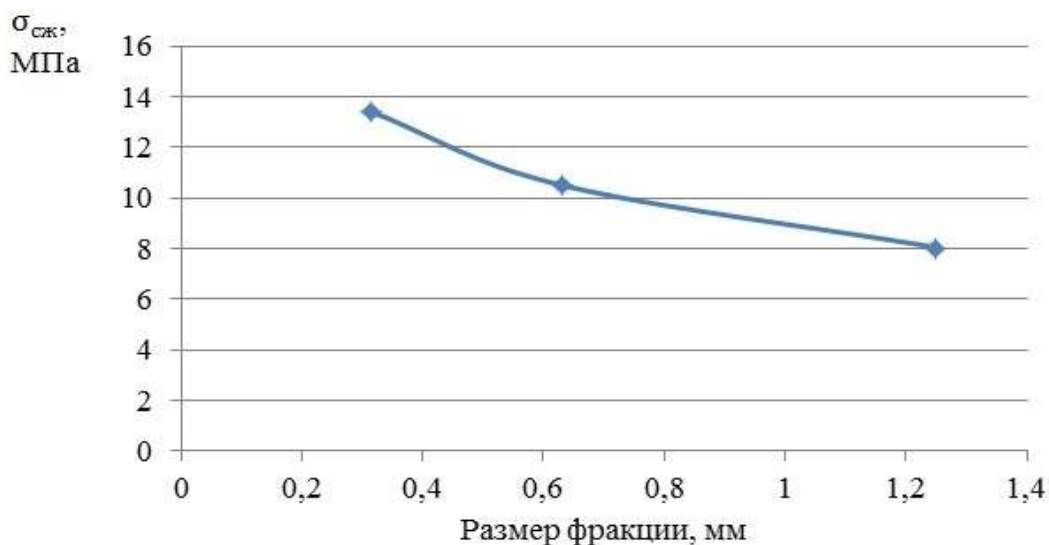


Рисунок 3 – Предел прочности на сжатие образцов бетона на основе одной фракции

Максимальный предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$  из серии испытаний образцов на основе одной фракции равен 13,4 МПа (состав образца: фракция В «-0,315»).

Бетоны с добавлением тонкомолотых вскрышных горелых пород по показателям предела прочности не уступают обычным бетонам. По полученным результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что чем тоньше помол горелых пород, тем выше прочность получаемого бетона. По полученным показателям прочности эти бетоны можно рекомендовать для производства строительных материалов.

### Список литературы:

1. Хямяляйнен В. А., Бурков Ю. В., Сыркин П. С. Формирование цементационных завес вокруг капитальных горных выработок. - М.: Недра. 1994.- С. 352 – 400.
2. Ашмарин И.П., Васильев И.Н., Амбрасов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. - Л.: ЛГУ, 1975. – 76 с.
3. Методические рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении / НИИЖБ Госстроя СССР. - М., 1976. – 57 с.
4. Юрьев З.Р. Из горелой породы // Промышленность строительных материалов. - 1957. - № 27 (513), ЗЛУ. – 45 с.
5. Юстровский М.В., Шлифлинг Я.М. Растворы и армированные изделия из горелых пород // Бюллетень строительной техники. - М.: Госстройиздат. - 1946. – 44 с.