

УДК 622.02:531

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ЗАКЛАДОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

<sup>1</sup>Ермолович О.В., <sup>2</sup>Ермолович Е.А.

<sup>1</sup>ООО Торговый дом «Карина», <sup>2</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

*Приводятся результаты экспериментальных исследований прочности и трещиностойкости закладочных композиционных материалов на основе техногенных отходов.*

Исследованию физико-механических свойств закладочных композитов в научной литературе уделяется достаточно внимания. Однако, как правило, в работах отсутствуют данные определения трещиностойкости искусственного массива, характеризующей сопротивление закладки разрушению при совместном воздействии знакопеременных растягивающих и сжимающих усилий.

Косвенно о трещиностойкости материалов можно судить по коэффициенту трещиностойкости  $K_{тр}$  из соотношения (чем выше отношение, тем выше трещиностойкость) [1]:

$$K_{тр} = R_{изг}/R_{сж}; \quad (1)$$

где  $R_{изг}$  – предел прочности при изгибе, МПа;

$R_{сж}$  – предел прочности при сжатии, МПа.

Для определения прочности при изгибе и сжатии были изготовлены образцы в виде призм квадратного сечения с геометрическими размерами 40x40x160 мм в количестве 6 штук каждого состава в соответствии с ГОСТ 5802-86. Формование производилось без вибрирования, смесь уплотнялась легким постукиванием о стол. Формы маркировались и помещались в климатическую камеру, в которой выдерживались в течение 2-3 суток до достижения распалубочной прочности образцов. В камере поддерживалась температура  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и относительная влажность 90-95 %. После расформовки образцы маркировались и помещались в климатическую камеру для дальнейшего твердения в течение 90 суток, по истечении которых определяли пределы прочности при сжатии и изгибе с использованием испытательной машины Инстрон 5882 и вычисляли коэффициент трещиностойкости согласно формуле (1).

В качестве компонентов закладочных композитов использовалось следующее сырье:

1. Гранулированный доменный шлак ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) ГОСТ 3476-74

2. Щебень шлаковый для производства цемента НЛМК фракция 0-5 мм ТУ 14-106-651-2003

3. Шлак конверторный А для производства строительных материалов НЛМК ТУ 14-106-593-99

4. Доломитовая мука АО «Доломит»

5. Цемент ПЦ400-Д20 ЗАО «Белгородский цемент»

6. Отходы обогащения ОАО «Комбинат КМАруда», отобранные из буферной емкости.

7. Отходы обогащения ОАО «Комбинат КМАруда», отобранные из хвостохранилища «Грачев лог».

В табл. 1, 2 приведены валовой состав композитов и результаты испытаний образцов.

Таблица 1 Составы закладочных композитов

Номер состава	Состав закладочных композитов и количество компонентов на м <sup>3</sup>
1	Шлак гранулированный молотый–386 кг; отходы Грачев лог–200 кг; вода –484 л.
2	Шлак гранулированный молотый –396 кг; отходы Грачев лог–1186 кг; доломитовая мука–44 кг; вода–461 л.
3	Шлак гранулированный молотый–368 кг; отходы Грачев лог–1106 кг; цемент–100 кг; суперпластификатор СП-1–1 кг; вода–461 л.
4	Шлак гранулированный молотый –394 кг; отходы буферная емкость–1183 кг; цемент–105 кг; вода–460 л.
5	Шлак гранулированный молотый–397 кг; отходы Грачев лог–1190 кг; цемент–106 кг; вода–476 л.
6	Шлак гранулированный молотый–406 кг; отходы Грачев лог–1220 кг; доломитовая мука–45 кг; вода–436 л
8	Шлак конверторный А –435 кг; отходы Грачев лог–1305 кг; цемент–116 кг; вода–382 л.
11	Щебень шлаковый –327 кг; отходы Грачев лог–1166 кг; цемент–233 кг; вода–452 л.
12	Отходы буферная емкость–1330 кг; цемент–405 кг; вода– 424 л.
13	Отходы буферная емкость–1403 кг; цемент–280 кг; вода–424 л.

Таблица 2. Результаты определения прочности и трещиностойкости закладочных композитов

Номер состава	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент трещиностойкости
1	1,71	4,53	0,377
2	1,79	7,11	0,252
3	3,10	8,11	0,382
4	3,10	10,93	0,284
5	2,90	11,89	0,243
6	2,55	7,60	0,336
8	1,32	1,67	0,790
11	2,80	7,94	0,352
12	2,93	11,0	0,266
13	2,93	9,48	0,309

Анализ данных показывает, что бесцементные закладочные композиционные материалы характеризуются хорошим соотношением прочности и трещиностойкости (составы 1, 6). Суперпластификатор СП-1 и крупный заполнитель улучшают все исследованные характеристики (составы 3, 8). Большое же количество цемента, повышая прочность закладочных композитов на основе техногенных отходов, одновременно увеличивает их хрупкость (составы 12, 13). Для улучшения трещиностойкости искусственного закладочного массива на основе отходов обогащения железистых кварцитов с содержанием цемента более 250 кг целесообразно вводить в закладочные композиты армирующие элементы.

Исследование физико-механических свойств закладочных композиционных материалов проводилось с использованием оборудования Центра коллективного пользования НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

#### Литература

1. Комохов П.Г. Бетон: классика и современность // Популярное бетоноведение, 2008. URL: <http://www.allbeton.ru/article/47/13.html>. (Дата обращения 20.09.2013).