

## КИРПИЧ СУХОГО ПРЕССОВАНИЯ ИЗ ТЕРРИКОНИКОВ КИЗЕЛА

*Б.С. Баталин, Т.А. Белозёрова, С.Э. Маховер, М.Ф. Гайдай*

## DRY-PRESSED BRICK MADE FROM KIZEL WASTE PILE

*B.S. Batalin, T.A. Belozyorova, S.E. Makhover, M.F. Gaidai*

Приведены результаты исследования по использованию техногенных отходов, представленных террикониками Кизеловского угольного бассейна. Показана целесообразность применения высокотемпературного обжига для получения керамических материалов с высокими эксплуатационными характеристиками.

*Ключевые слова:* терриконики, горелые породы, кирпич, керамика, обжиг, олигопептиды.

The research results of the usage of the technogenic waste presented by the waste pile of Kizel Coal-Basin are given. The practicability of hard firing application for obtaining high performance ceramic materials is proved.

*Keywords:* waste pile, burnt rock, brick, ceramics, firing, oligopeptides.

К концу XX века накоплено огромное количество техногенных отходов, условно их можно назвать новыми месторождениями. Назрела необходимость в их использовании и желательна с минимальными затратами на переработку. В частности, весьма актуальной является проблема использования отходов угольной промышленности.

Так, в Кизеловском угольном бассейне Пермского края добыча угля осуществлялась более 200 лет и в настоящее время прекращена, после чего остались терриконики. За годы разработки угольных шахт в регионе скопилось более 27 млн т красных (горелых) и черных (не горелых) терриконов, состоящих из песчаников, глинистых сланцев с прослоями известняков, алевролитами, аргиллитами, с включениями угля.

Целью наших исследований является утилизация терриконов Кизеловского бассейна путем переработки их в изделия строительной керамики.

Одновременно, утилизация обширного источника загрязнения окружающей среды позволит существенно улучшить экологическую обстановку в районе и крае в целом. Значительные объемы шахтных пород и отходов могут быть использованы в строительной индустрии.

На основе терриконов могут быть получены керамические материалы, в том числе изделия строительной, санитарно-технической и художественной керамики, огнеупоры.

Эксперименты показали, что наиболее целесообразный способ переработки терриконов Кизеловских шахт может быть осуществлен лишь с применением высокотемпературных технологических процессов.

В связи с тем, что в России налажен выпуск серийного оборудования для производства керамики строительного назначения сухим способом

(ассоциация АССТРОМ, г. Ростов-на-Дону), появилась возможность переработать терриконики в строительную керамику.

Терриконики представлены двумя разновидностями отвальных пород:

«черными» - углистыми глинистыми сланцами и аргиллитами;

«красными» - так называемыми горелыми породами, подвергшимися обжигу в результате самовозгорания сланцев и аргиллитов.

Химический состав терриконов приведен в табл. 1. Оба вида терриконов присутствуют в виде крупного щебня и песка [1,2].

В проведенной работе было экспериментально доказано, что из смеси черных и красных пород может быть получена красножгущаяся керамика строительного и художественного назначения. Были разработаны рецептуры и технологические режимы производства облегченного керамического кирпича методом сухого прессования.

Поскольку составляющие терриконов не набухают в воде, в состав керамической массы необходимо вводить связку. В качестве связки была использована глина одного из месторождений Пермского края. Химический состав глины приведен в табл. 2.

Важную роль для получения высококачественной керамики играет степень измельчения исходных терриконов и соотношение черного и красного в составе сырьевой смеси. В ходе исследований было установлено, что если измельчить терриконики до состояния песчаной фракции 0-5 мм, то образцы получают низкой прочности с дефектами на поверхности (рис. 1), поэтому измельчать их необходимо до полного прохождения через сито № 063. При этом после обжига получается равномерно обожженный черепок без дефектов (рис. 2).

Химический состав терриконов, %

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
1А*	50,85	1,277	17,16	5,31	0,009	0,11	0,38	0,33	2,35	0,092	1,06
2А*	51,04	1,449	21,75	14,16	0,019	0,00	1,60	0,45	2,25	0,114	1,96
3А*	30,05	1,152	15,18	4,56	0,007	0,00	0,19	0,21	2,55	0,056	1,46
4А*	45,22	1,295	17,11	9,65	0,007	0,11	0,16	0,23	2,43	0,076	1,10
1В**	47,48	1,032	14,78	5,99	0,007	0,02	0,16	0,28	1,88	0,093	1,22
2В**	52,99	1,383	19,88	14,31	0,020	0,00	1,92	0,31	2,07	0,105	1,87
3В**	45,15	1,130	15,29	4,61	0,007	0,09	0,14	0,21	2,20	0,096	0,99
4В**	58,67	1,192	16,57	8,34	0,013	0,24	0,13	0,22	2,29	0,095	0,82

\*1А–4А черные терриконики; \*\*1В–4В красные терриконики

Таблица 2

Химический состав глины, %

Сумма	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
99,8	6,75	63,48	12,87	0,74	4,76	5,57	1,84	0,02	2,02	1,75

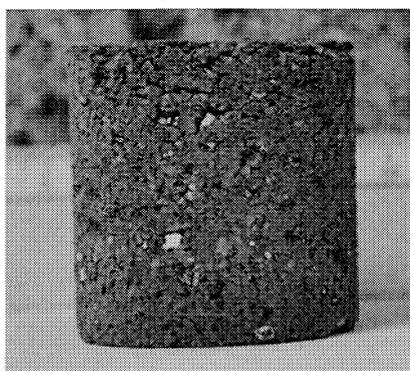


Рис. 1. Образец из терриконов фракции 0-5 мм

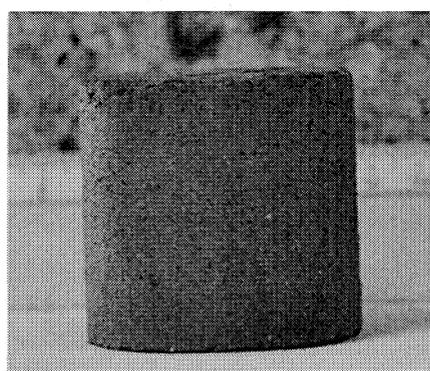


Рис. 2. Образец из терриконов фракции 0-0,63 мм

В ходе работы определили водные, формовочные, сушильные и огневые свойства смесей из терриконов обоих видов. Формовочную влажность определяли следующим образом: взвешивали навески по 100 г смесей, которые делили на 5 равных частей. Каждая навеска была увлажнена водой в следующих соотношениях, мас. %: 5; 7,5; 10; 12,5; 15. Из увлажненной смеси сформировано в пресс-форме диаметром 20 мм по одному образцу - цилиндру при нагрузке 200 кгс, которые сразу испытали на сжатие.

Путем экспериментов был получен оптимальный состав смеси, которому соответствовал черепок наилучшего качества, мас. %: «черного» терриконика - 45; «красного» терриконика - 45; глины - 10; воды сверх массы сухих компонентов - 7. Оптимальное давление прессования составило 400-500 кг/см<sup>2</sup>. Интервал спекания, установленный экспериментально, составляет 950-1100 °С. Оптимальная температура спекания при этом равна 1050 °С при времени спекания в лабораторной муфельной печи 6-8 часов.

После обжига определяли свойства полученных образцов: прочность, плотность, коэффициент размягчения. Ранее нами было установлено, что добавка расщепленных олигопептидов в виде концентрата БГ-20, применяемого в качестве пенооб-

разователя, повышает прочность керамического черепка, полученного методом шликерного литья и пластического формования. Была высказана гипотеза о причине повышения прочности черепка при использовании такой добавки [3]. Гипотеза предполагает, что в ходе обжига керамической массы, включающей олигопептиды, происходит синтез наноструктурных элементов, которые затем служат центрами кристаллизации расплава, образующегося при спекании.

Если гипотеза верна, то эффект повышения прочности черепка не должен зависеть от способа формования изделий. Для проверки этого предположения нами были проведены эксперименты, в которых использовали составы керамической смеси, включающие 2, 4, 6, 8, 10, 12, и 14 % по массе БГ-20. После добавления пенообразователя более 6 % прочность практически не меняется, а после 12 % резко падает. Поэтому, чтобы избежать перерасхода пенообразователя, за оптимальное количество принято 4-6 %. Количество воды при этом соответственно уменьшали на такие же величины. Все остальные условия эксперимента сохраняли, как описано выше. Результаты испытаний приведены на рис. 3. Интересен тот факт, что плотность при этом практически не меняется (рис. 4).

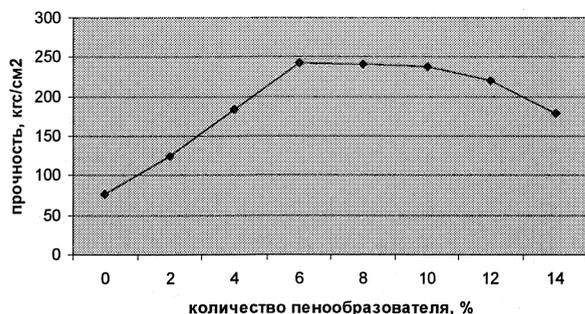


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии образца от количества пенообразователя в составе сырьевой смеси

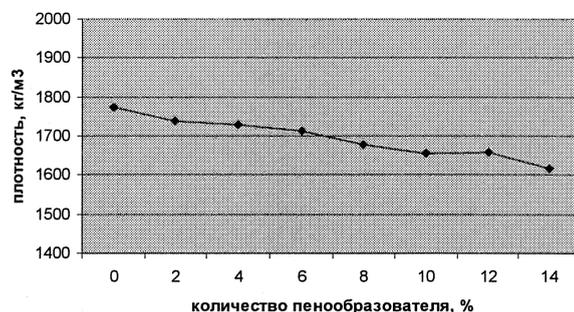


Рис. 4. Зависимость плотности образцов от количества пенообразователя в составе сырьевой смеси

Эксперименты показали, что отходы угольной промышленности - терриконики, могут быть использованы для получения керамических изделий и по экономическим показателям эта задача весьма важна малому бизнесу. Это даст возможность создавать новые рабочие места, что, несомненно, положительно скажется на экономической ситуации в Кизеловском районе. Полученные данные предполагаются использовать для проектирования кирпичного завода в районе кизеловских и губахинских шахт мощностью 7 млн штук облегченного керамического кирпича в год.

На основе проделанной работы можно сделать вывод, что терриконики Кизеловского бассейна пригодны для получения керамического кирпича и, возможно, художественной керамики, при условии измельчения обоих видов терриконика до фракции 0-0,63 мм, введении 10-12% глины в состав смеси и применение в качестве уп-

рочняющей добавки белкового пенообразователя БГ-20 в количестве 4-6 %.

### Литература

1. Опыт проведения комплексных инженерно-экологических изысканий объекта по уничтожению химического оружия / Н.Г. Максимович, Б.Е. Шенфельд, АЗ. Ощепкова, Е.А. Хайрулина // Сергеевские чтения. Материалы годичной сессии науч. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. - М.: ГЕОС, 2006. - Вып. 8.- С. 40-44.
2. Максимович, Н.Г. Рост кристаллов и другие процессы в гелеобразных средах при химическом загрязнении грунтов / Н.Г. Максимович // Минералогия техногенеза. - Миасс, 2007. - С. 189-212.
3. Баталин, Б.С. Нанотехнология и строительные материалы / Б.С. Баталин // Технологии бетонов. - 2009. - № 7-8. - С. 78-79.

Поступила в редакцию 24 февраля 2010 г.