

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дорофеев В.С., Майстренко О.Ф. (Одесса)

Приведены технические и физико-химические характеристики шлакового щебня и песка от сжигания твердых бытовых отходов, а также даны рекомендации по их применению в строительстве.

В ОГАСА были исследованы продукты сжигания твердых бытовых отходов Киевского, Днепропетровского, Крымского и Харьковского термических заводов на предмет возможности их использования в строительном производстве. В результате исследований получены технические, физико-механические, химические характеристики, проведена санитарно-гигиеническая оценка и определена рациональная область применения продуктов сжигания ТБО.

Щебень шлаковый рекомендуется применять в качестве крупного заполнителя в тяжелых и легких бетонах, а также для устройства различных слоев подсыпок, отмосток, при дорожном строительстве. Шлаковый песок и золошлаковую смесь - для использования в качестве формовочных смесей в производстве стеновых материалов, строительных растворов на минеральных вяжущих, мелкого заполнителя для бетонов, гипсобетонов и асфальтобетонов.

Продукты сжигания ТБО в общей массе по физико-техническим свойствам близки к топливным золам и шлакам, а по химико-минералогическому составу существенно отличаются из-за наличия в продуктах сжигания значительного количества инертных составляющих (камни, керамика, стекло и т.п.). Физико-технические характеристики шлака приведены в табл. 1.

Химический состав продуктов сжигания зависит от компонентов сжигаемых ТБО, технологического режима и конструкции печи. В табл. 2 приведены показатели химического состава золошлаковой смеси Крымского, Киевского, Харьковского и Днепропетровского термических заводов.

Разделение на фракции продуктов сжигания ТБО даёт возможность получить заполнители с более стабильными химическими и физико-техническими показателями свойств, что позволит найти применение каждой фракции в производстве строительных материалов с учетом требований нормативных документов. Заполнители, полученные из

фракционированных продуктов сжигания ТБО, не уступают по своим характеристикам топливным.

Таблица 1

Физико-технические характеристики шлака

Показатели	Ед измерений	Размеры фракций, мм		
		20...40	10...20	5...10
Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1000...1100	900...1000	850...950
Пустотность	%	12...52	21...57	25...59
Водопоглощение	%	19	21	22,5
Содержание пылевидных частиц	%	4,82	5,15	6,31
Содержание металлических включений	%	5,5	2,6	1,2
Содержание пластинчатых и игловатых зерен	%	12	16	21

Таблица 2

Показатели химического состава золошлаковой смеси разных заводов

Показатели %	Термические заводы			
	Крым	Киев	Харьков	Днепропетровск
SiO <sub>2</sub>	24,7	57,4	56,5	54,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,05	17,7	15,6	9,1
CaO	21,0	12,8	10,4	15,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,0	3,5	5,7	2,76
TiO <sub>2</sub>	0,65	-	-	0,98
MgO	5,6	7,9	7,14	3,2
Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O	3,3	0,2	0,33	4,51
SO <sub>3</sub>	6,15	0,6	0,73	2,53
MnO	-	0,08	0,1	0,23

Обобщая результаты свойств продуктов сжигания ТБО, а также учитывая опыт по использованию горелых пород, топливных зол и шлаков, пришли к выводу, что фракционирование продуктов сжигания бытовых отходов одно из направлений позволяющих найти им применение как заполнителей. На качество заполнителей, полученных на основе фракционированных продуктов сжигания ТБО, накладывается ряд требований.

Шлаковый песок и золошлаковая смесь должны характеризоваться следующими физико-химическими показателями:

- насыпная плотность шлакового песка в сухом состоянии  $\leq 1000$  кг/м<sup>3</sup>, а золошлаковой смеси  $\leq 1200$  кг/м<sup>3</sup>;

- шлаковый песок, в зависимости от модуля крупности и полного остатка на сите 0,63 мм, подразделяют на группы по крупности, в соответствии с табл. 3;

Таблица 3

Группа песка по крупности	Модуль крупности, МК	Полный остаток на сите 0,63 мм, % по массе
Крупный	Свыше 2,5	Выше 45
Средний	> 2,0 до 2,5	> 30 до 45
Мелкий	> 1,5 > 2,0	> 10 до 30
Очень мелкий	> 1,0 > 1,5	> 10

- зерновой состав шлакового песка и золошлаковой смеси подразделяют по полным остаткам на контрольных ситах в соответствии с табл.4;

Таблица 4

Размер ячеек контрольного сита, мм	Полный остаток на контрольном сите, в % по объёму	
	для шлакового песка	для золошлаковой смеси
2,5	0 – 35	0 – 40
1,25	20 – 60	15 – 55
0,63	30 – 70	20 – 70
0,315	45 – 80	45 – 80
0,14	90 – 100	70 – 90
Проход через сито 0,14	0 – 10	10 – 30

- содержание в шлаковом песке и золошлаковой смеси зерен крупностью свыше 5 мм не должно превышать 5% по массе, содержание зерен крупнее 10 мм не допускается;
- в шлаковом песке и золошлаковой смеси не должно быть посторонних засоряющих примесей (растительные остатки, грунт и т.п.);
- содержание металлических примесей, поддающихся ручной сортировке, не должно превышать 3 % по массе;
- содержание основных оксидов должно находиться в следующих пределах, % по массе:  $\text{SiO}_2$  – 30...65;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 6...10;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,5...2;  $\text{FeO}$  – 2...6;  $\text{SO}_3$  (общ.) – 0,4...3; в т.ч.  $\text{SO}_3$  (сульфид.) – не более 1,5;  $\text{CaO}$  – 10...26;  $\text{MgO}$  – 1...5;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2...5;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,6...2,5;
- потери при прокаливании (п.п.п.) шлака и золошлаковой смеси  $\leq 16\%$  по массе;
- влажность  $\leq 15\%$  по массе.

Щебень шлаковый от сжигания бытовых отходов характеризуется:

- по крупности: 5...10 мм, 3...10 мм, 10...20 мм;
- содержание пылевидных фракций не более 5 % по массе;

▪ в зависимости от насыпной плотности щебень подразделяют на марки, приведенные в табл. 5;

Таблицы 5

Марка по насыпной плотности	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по насыпной плотности	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>
600	менее 600	1000	св. 900 до 1000
700	св. 600 до 700	1100	св. 1000 до 1100
800	св. 700 до 800	1200	св. 1100 до 1200
900	св. 800 до 900	1300	св. 1200 до 1300

▪ в зависимости от прочности, определяемой сдавливанием в цилиндре, щебень подразделяют на марки по прочности, приведенные в табл. 6;

Таблица 6

Марки по прочности	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	Марки по прочности	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа
П 75	менее 0,6	П 150	свыше 0,8 до 0,9
П 100	свыше 0,6 до 0,7	П 200	свыше 0,9 до 1,0
П 125	свыше 0,7 до 0,8	П 250	свыше 1,0 до 2,0

▪ морозостойкость щебня не должна быть менее установленной для бетона определенного назначения, допускается оценивать  $M_{рз}$  щебня по результатам испытания бетона;

▪ потеря массы при прокаливании (п.п.п.) не должно превышать 16 % по массе;

▪ содержание основных оксидов должно находиться в следующих пределах, % по массе:  $SiO_2$  – 30...65;  $Al_2O_3$  – 6...10;  $Fe_2O_3$  – 0,5...2;  $FeO$  – 2...6;  $SO_3$  (общ.) – 0,4...3; в т.ч.  $SO_3$  (сульфид.) – не более 1,5;  $CaO$  – 10...26;  $MgO$  – 1...5;  $Na_2O$  – 2...5;  $K_2O$  – 0,6...2,5;

▪ влажность щебня не должна превышать 15% по массе;

▪ щебень должен обладать устойчивой структурой против всех видов распада;

▪ потеря массы щебня не должна превышать при определении стойкости против силикатного распада – 5%, против железистого распада – 8%, при кипячении в воде – 5%;

На основании проведенных исследований Одесской Государственной академией строительства и архитектуры и Приднепровской Государственной Академией строительства и архитектуры разработаны и утверждены технические условия ТУУ 40-02071033-011-95 «Песок шлаковый и смесь золошлаковая от сжигания твердых бытовых отходов для строительных работ» и ТУУ 40-02071033-010-95 «Щебень шлаковый от сжигания твердых бытовых отходов для бетонов».