

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В БЕТОНАХ

Дорофеев В.С., *д.т.н., профессор*, Майстренко О.Ф., *к.т.н., доцент*

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Одной из технологических проблем, связанных с эксплуатацией предприятий по термической переработке твердых бытовых отходов (ТБО), становится потребность в обезвреживании и использовании остаточных продуктов сжигания. Эта проблема еще долго будет оставаться более актуальной, нежели проблема снижения токсичности выделяемых в атмосферу газов, так как ежедневно образующиеся остаточные продукты горения требуют размещения. Следовательно, утилизация продуктов сжигания бытовых отходов по аналогии с горелыми породами и топливными золами и шлаками, позволит решить проблему их безотходного использования.

В ОГАСА были исследованы продукты сжигания бытовых отходов заводов Днепропетровска, Киева, Севастополя, Харькова с целью выяснения возможности их утилизации. Продукты сжигания ТБО состоят из золошлаковой смеси (зола, шлак) и золы-унос.

По своим физико-техническим свойствам продукты сжигания бытовых отходов близки к топливным золам и шлакам, горелым породам. Химический состав не стабилен и зависит от времени года, технологического режима сгорания, компонентов ТБО и конструкции печи. Содержания основных оксидов в исследуемых продуктах сжигания находится в следующих пределах: SiO_2 – 14,7...57,8%, Al_2O_3 – 6,6...17,7%, Fe_2O_3 – 2,76...6,51%, CaO – 7,7...29,0%.

Сера присутствует в продуктах сжигания с разной степенью окисления: в виде сульфидной, сульфитной и сульфатной. Её содержание не превышает количество серосодержащих соединений находящихся в золах и шлаках бурых углей, сланцев, используемых в промышленности строительных материалов.

Гидравлическая активность продуктов сжигания по сравнению с топливными золами и шлаками не значительна, из-за низкого содержания условно глинистого вещества в бытовых отходах и относительно низкой температуры сжигания ТБО.

В отличие от горелых пород и золошлаковых смесей рядового топлива компоненты продуктов сжигания ТБО неоднородны из-за различ-

ного происхождения и по этому существенно отличаются между собой по плотности, прочности, химическому составу и т.п. По этой причине накладывается ряд ограничений связанных с использованием их в промышленности строительных материалов. На основании проведенных исследований нами установлено, что одним из методов стабилизации состава продуктов сжигания может быть разделение их на отдельные фракции. Механизм стабилизации заключается в том, что близкие по происхождению компоненты ТБО после сжигания образуют частицы с близкими геометрическими параметрами. Например, сгоревшая бумага, дерево, ткань образуют мелкие фракции (зола, зола-унос), а стекло, керамика, камни, кости, шлак и т.п. составляют средние и крупные фракции, в зависимости от исходных размеров. В результате разброс показателей физико-химических свойств каждой из полученных фракций уменьшается, стабилизируется состав. Содержание соединений серы уменьшается с увеличением размера фракций (табл. 1).

Таблица 1
Среднегодовые показатели продуктов сжигания по фракциям

Размеры фракций, мм	Количество		Насыпная плотность, кг/м ³	Истинная плотность кг/м ³
	%	тыс. т		
20...40	6...10	5,2	1000...1100	2300...2450
10...20	10...14	7,8	900...1000	2300...2450
5...10	18...22	13,0	850...950	2300...2450
2,5...5	20...26	14,95	850...950	2200...2350
1,25...2,5	5...7	3,9	800...850	2200...2350
0,63...1,25	9...11	6,5	750...800	2100...2150
0,315...0,63	8...10	5,85	750...800	2100...2150
0,14...0,315	6...8	4,55	650...750	2050...2100
менее 0,14	4...6	3,25	600...650	2050...2100
Золошлаковая смесь	100	65	800...1100	2050...2450
Зола-унос	-	10	500...600	2050...2150

Заполнители, полученные из фракционированных продуктов сжигания не уступают по своим характеристикам топливным золам и шлакам. На основании проведенных исследований, а также учитывая опыт по использованию горелых пород, топливных зол и шлаков были разработаны и утверждены технические условия для шлакового песка и шлакового щебня [1,2].

На основании полученных данных были проведены опыты с использованием фракционированных продуктов сжигания в качестве за-

полнителей для бетонов. Расчет моделей и их графическое отражение проводились в системе COMPEX разработанной профессором В.А. Вознесенским. В качестве независимых переменных приняты расход цемента и количество заполнителя. Состав бетона для каждой строчки плана подбирался таким образом, чтоб расход воды обеспечивал заданную подвижность бетонной смеси. Для каждого опыта готовились образцы-кубы размером 100x100x100 мм, которые испытывались на 28-е сутки нормального твердения.

Бетоны на фракционированных продуктах сжигания ТБО соответствуют нормативным документам по физико-механическим свойствам, их можно отнести к низкопрочным. Были получены и исследованы следующие составы бетонов:

- Бетон на гранитном щебне с использованием золошлаковой смеси в качестве мелкого заполнителя.
- Бетон на известняковом щебне с использованием золошлаковой смеси в качестве мелкого заполнителя.
- Бетон на щебне из продуктов сжигания и кварцевом песке.
- Бетон на золошлаковой смеси и кварцевом песке.
- Мелкозернистый бетон на фракционированных золошлаковых смесях.
- Бетон с использование золы-унос в качестве наполнителя.
- Гипсобетоны с применением золошлаковых смесей.

Были проведены испытания бетонов на морозостойкость. Бетоны на щебне из продуктов сжигания, а также на золошлаковой смеси и кварцевом песке по морозостойкости соответствует марке F75. Бетоны на известняковом щебне и золошлаковой смеси по морозостойкости соответствуют марке F 50.

Экологическую оценку продуктов сжигания ТБО и бетонов на их основе проводили по трем направлениям: определение радиоактивности, определение выщелачиваемости тяжелых металлов, определение миграции летучих соединений.

По данным радиологической лаборатории Одесской областной санэпидемстанции суммарная удельная активность природных радионуклидов для продуктов сжигания Крымского, Киевского и Харьковского термического заводов не превышает нормативов для строительных материалов 1 класса, а искусственные радионуклиды отсутствуют. Величина радиоактивности не накладывает ограничений ни на количество продуктов сжигания в стройматериалах, ни на область применения.

Выщелачиваемость тяжелых металлов из бетона и гипсобетона полученных на основе продуктов сжигания ТБО, сопоставима с выщела-

чиваемостью из традиционных материалов и сырья (известняк, цемент, гипс). Поэтому, этот показатель не накладывает ограничений на применение продуктов сжигания в строительстве.

Установлено, что продукты сжигания могут выделять в окружающую среду фенол, формальдегид, олефины и т.п. Показатель летучих органических веществ превышает ПДК для атмосферного воздуха. Эти показатели значительно уменьшаются при соблюдении режима сжигания бытовых отходов и предварительной выдержке продуктов сжигания в отвалах перед использованием.

Таким образом, фракционированные заполнители из продуктов сжигания ТБО рекомендуются применять для тяжелых и легких бетонов, формовочных смесей, применяемых в промышленном и сельскохозяйственном строительстве при строительстве помещений вспомогательного назначения (с кратковременным пребыванием людей) типа складских помещений, гаражей, котельных, бойлерных, трансформаторных подстанций, а также при производстве изделий для обустройства территорий и фундаментов.

Использование продуктов сжигания ТБО в качестве сырья в строительной промышленности позволит решить ряд экологических проблем: уменьшить затраты на добычу и переработку первичного сырья; снизить затраты на размещение продуктов сжигания ТБО в окружающей среде; снизить негативное экологическое влияние золоотвалов продуктов сжигания ТБО.

Выводы

Исследована возможность использования фракционированных продуктов сжигания твердых бытовых отходов в качестве заполнителей для бетонов, получены различные составы бетонов, исследованы экологические аспекты.

Summary

Authors investigated the possibility of using the fractionated products of combustion of municipal solid waste as aggregate for concrete. Authors received different formulations of concrete and studied environmental aspects.

1. ТУУ 40-02071033-011-95 «Песок шлаковый и смесь золошлаковая от сжигания твердых бытовых отходов для строительных работ». 2. ТУУ 40-02071033-010-95 «Щебень шлаковый от сжигания твердых бытовых отходов для бетонов».