

УДК 628.492:691.004.8:502.7

БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Майстренко О.Ф.

**Исследована возможность получения бетонов с заданными
строительно-техническими свойствами при использовании в качестве
заполнителей продуктов сжигания твердых бытовых отходов с учетом**

их санитарно-гигиенической оценки.

Анализ экологической ситуации в Украине свидетельствует о том, что одним из негативных факторов влияющим на природную среду являются твердые бытовые отходы (ТБО). В состав бытовых отходов входят непригодные к дальнейшему употреблению и использованию вещи, материалы, которые вывозят на свалки. Из всех существующих методов обезвреживания бытовых отходов наиболее удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям – термический (т.е. сжигание). Сжигание бытовых отходов освоено в некоторых городах Украины, в Одессе и Ильичевске решается вопрос о строительстве мусоросжигательных заводов. Однако, сжигание не позволяет отказаться от свалок. Следовательно, утилизация продуктов сжигания бытовых отходов по аналогии с горелыми породами и топливными золами и шлаками, позволит решить проблему их безотходного использования.

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 не выходят за пределы отечественных и зарубежных заводов: 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 различного 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 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 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».

На основании полученных данных были проведены опыты с использованием фракционированных продуктов сжигания в качестве заполнителей для бетонов. Расчет моделей и их графическое отражение проводились в системе COMPEX предложенной и разработанной

профессором В.А. Вознесенским [1]. 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:

1. Бетон на гранитном щебне с использованием золошлаковой смеси в качестве мелкого заполнителя.
2. Бетон на известняковом щебне с использованием золошлаковой смеси в качестве мелкого заполнителя.
3. Бетон на щебне из продуктов сжигания и кварцевом песке.
4. Бетон на золошлаковой смеси и кварцевом песке.
5. Мелкозернистый бетон на фракционированных золошлаковых смесях.
6. Использование золы-унос в качестве наполнителей для бетонов.

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.

Санитарно-гигиеническую 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, гипсобетона и кирпича, полученных на основе продуктов сжигания ТБО, сопоставима с выщелачиваемостью 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.

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 стройиндустрии 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.*

Литература:

1. Методические указания по моделированию систем «смеси – технология – свойства» с использованием ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по кафедре ПАТСМ / Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Абокумов В.В. и др. – Одесса: ОИСИ, 1985. – 64 с.