

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ВЫДЕЛЯЕМЫХ ИЗ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ СЖИГАНИЯ ТБО

Дорофеев В.С., д.т.н., проф., Жудина В.И., к.х.н., проф.,
Майстренко О.Ф., к.т.н., доц.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса*

В Одесской государственной академии строительства и архитектуры получены бетоны с применением в качестве заполнителей продуктов сжигания твердых бытовых отходов (ТБО).

Бетоны на заполнителях из продуктов сжигания ТБО отвечают нормативам по физико-механическим свойствам [1,2,3].

Экологические исследования полученных бетонов проводили по трем направлениям:

- определение радиоактивности;
- определение выщелачиваемости тяжелых металлов;
- определение миграции летучих соединений.

В результате исследований установлено, что показатель радиоактивности не накладывает ограничений на использование бетонов на заполнителях из продуктов сжигания ТБО. Выщелачиваемость тяжелых металлов из таких бетонов сопоставима с выщелачиваемостью из традиционных строительных материалов. При исследовании летучих органических веществ установлено, что фенол выделяется из продуктов сжигания ТБО в концентрациях выше ПДК для атмосферного воздуха [4].

Были проведены дальнейшие исследования качественного и количественного состава летучих органических веществ бетонах с применением заполнителей из продуктов сжигания ТБО.

В Одесском экологическом центре «ХРОМАТОГРАФИСТ» проведена санитарно-гигиеническая оценка бетона класса В5, полученного с использованием продуктов сжигания бытовых отходов.

Расход составляющих на 1 м³ бетона:

- продукты сжигания, фракция 2,5...10 мм – 1000 кг;
- песок кварцевый – 320 кг;
- песок из известняка-ракушечника – 260 кг;
- цемент М 300 – 240 кг;

▪ вода

– 275 л.

Химический состав продуктов сжигания, %:

- П.п.п. – 16,8;
- SiO₂ – 34,9;
- Al₂O₃ + Fe₂O₃ + TiO₂ – 16,0;
- CaO – 17,8;
- MgO – 3,7;
- Na₂O – 3,6;
- P₂O₅ – 0,8;
- SO₃ (общая) – 4,4.

Санитарно-химические исследования проведены при следующих условиях: температура 40°C; 0,5 воздухообмена в час в течение 24 часов при насыщенности 1 м²/м³.

Изучение состава газовой выделения из образцов бетонов с использованием продуктов сжигания ТБО осуществлялось газохроматографическим и фотоколориметрическим методами.

В качестве гигиенических показателей использовались ПДК для атмосферного воздуха максимально-разовые (ПДКа.в.м.р.) и ПДК для рабочей зоны максимально разовые (ПДКр.з.м.р.).

Таблица 1

Химические вещества, выделяемые из образцов бетона

№	Наименование компонентов	ПДКа.в.м.р мг/м ³	ПДКр.з.м.р мг/м ³	Фактические концентрации мг/м ³
1	Алифатические углеводороды			не обнаружен
2	Ароматические углеводороды			не обнаружен
3	Этанол	5,0	1000,0	2,0
4	Фенол	0,01	0,3	0,18
5	Формальдегид	0,035	0,5	0,22
6	Оксид углерода			не обнаружен
7	Аммиак			не обнаружен
8	Фтористый водород	0,02	0,5	0,012
9	Оксид азота	0,6	5,0	0,3
10	Диоксид азота	0,085	2,0	0,012

Из таблицы 1 следует, что исследуемые образцы бетона выделяют в воздух ряд химических веществ, из которых только два вещества фенол и формальдегид превышают ПДК для атмосферного воздуха. Их концентрации выше допустимого уровня газовой выделения в 18 и 6 раз

соответственно, для строительных материалов, применяемых в жилищном строительстве. Однако, концентрации фенола и формальдегида в пробах примерно в два раза ниже допустимых для воздуха рабочей зоны.

Выделение фенола и формальдегида исследовано в дальнейшем из бетонов различных составов. Исследования проведены нами совместно с сотрудниками Украинского НИИ медицины транспорта.

Расход материалов для каждого состава приведен в таблице 2.

Таблица 2

Расход материалов на 1 м³ бетона, кг

Наименование материалов	№ серии образцов						
	1	2	3	4	5	6*	7
Вода	220	340	750	930	350	350	350
Песок речной	700	1800	—	—	—	—	700
Цемент марки М 300	400	600	750	—	350	350	400
Гипс	—	—	—	900	—	—	—
Щебень Крымского завода, промытый, фракции 5...20 мм	1150	—	—	—	—	—	—
Щебень Крымского завода, фракции 5...20 мм	—	—	—	—	—	—	1150
Золошлаковая смесь Киевского завода, фракции 1,25...2,5 мм	—	—	2750	2750	—	—	—
Смесь в равных пропорциях золошлаковой смеси Крымского и Киевского заводов, фракции 0...1,25мм	—	—	—	—	1270	1270	—

Условия испытания образцов бетона, как и ранее, моделировали условия эксплуатации материала в обитаемых помещениях, а именно: температура 40°С; 0,5 воздухообмена в час в течение 24 часов при насыщенности 1 м²/м³.

В качестве заполнителей при изготовлении серии бетонных образцов использовались продукты сжигания разных заводов (Киева, Харькова, Днепропетровска, Севастополя) и фракций, песок речной, а в качестве вяжущего – цемент и гипс.

Таблица 3
Результаты лабораторных исследований газовой выделений из серий образцов бетонов

№ сер.	ПДКа.в.м.р мг/м ³	ПДКр.з.м.р мг/м ³	Концентрация, мг/м ³
ФЕНОЛ			
1	0,01	0,3	0,006
2	0,01	0,3	0,007
3	0,01	0,3	0,008
4	0,01	0,3	0,007
5	-	-	не обнаружен
6*	0,01	0,3	0,019
7	0,01	0,3	0,005
ФОРМАЛЬДЕГИД			
1	-	-	не обнаружен
2	-	-	не обнаружен
3	-	-	не обнаружен
4	0,035	0,5	0,012
5	0,035	0,5	0,051
6*	-	-	не обнаружен
7	-	-	не обнаружен

В образцах серии № 1 продукты сжигания ТБО предварительно промывались, в образцах серии № 2 вместо продуктов сжигания для сравнения использовался речной песок, в образцах серии № 3 использовались в качестве заполнителя продукты сжигания Киевского завода, фракция 1,25...2,5 мм. В образцах серии № 4 в качестве вяжущего использовался гипс, в образцах серии № 5 и № 6* использовались цемент и смесь продуктов сжигания в равных количествах Крымского и Киевского заводов, фракции 0...1,25 мм. Кроме того, для сравнения количества газовой выделений образцы серии № 6* оштукатуривались цементно-песчаным раствором. Состав образцов серии № 7 аналогичен образцам серии № 1 (продукты сжигания не промывались). Для всех образцов определяли выделение фенола и формальдегида (таблица 3).

Для образцов серии № 4 – дополнительно ряд других соединений. Обнаружены в незначительных количествах мг/м³: гексан – 0,09; геп-

тан – 0,11; октан – 0,08; нонан – 0,35. Метилловый спирт, этиловый спирт и ацетальдегид не обнаружены.

Анализ таблицы 3 показал, что газоваыделение происходит из всех образцов, имеющих в составе продукты сжигания, а также, и из образцов, включающих только речной песок и цемент (серия № 2). Это объясняется тем, что в составе вяжущих также имеется ряд соединений способных к газоваыделению.

Так, например, при производстве гипса в сырьевую смесь вводят высокомолекулярные органические соединения, действующие в качестве защитных коллоидов, клей животный, казеин, желатин, меласса, танин и другие; вещества уменьшающие растворимость гипса (глицерин, спирт, ацетон, кислоты и их соли, жидкое стекло); вещества влияющие на структуру гипса (ацетат кальция, углекислый кальций, углекислый натрий) и т.д. Исходным сырьем для получения клинкера являются мел, известняк, магнезит, доломит, мергели, бокситы, глины, отходы переработки горючих сланцев, золы, шлаков, сажа, плавиковый шпат, пески и другие.

Сравнивая образцы № 1 и № 7 можно судить, что промывка щебня на газоваыделение из бетонов не влияет.

Выделение формальдегида из образцов № 1, 2, 3, 6*, 7 не обнаружено, а концентрация фенола не превышает ПДК для атмосферного воздуха и в 40 раз ниже ПДК для рабочей зоны, за исключением образцов № 6*.

Газоваыделение в образцах № 1, 3, 4, 7 (с наличием в составе продуктов сжигания) аналогично образцам № 2 (на речном песке и цементе).

Содержание фенола в образцах № 6* превышает допустимый уровень ПДК для атмосферного воздуха в два раза. Это объясняется тем, что в них использовались продукты сжигания с размерами частиц меньше 1,25 мм. Исходя из морфологического состава ТБО, содержание несгоревших органических частиц таких фракций выше, чем во фракциях с размерами частиц более 1,25 мм.

Следовательно, на данном этапе исследований установлено, что продукты сжигания ТБО, в результате неполного сгорания органической составляющей ТБО, могут выделять в окружающую среду фенол, формальдегид, олефины и т.п.

Показатели летучих органических веществ значительно уменьшаются при предварительной выдержке продуктов сжигания в отвалах перед использованием.

■ Показатель летучих органических веществ накладывает ограничения на применение продуктов сжигания в качестве заполнителей для бетонов, а именно:

- заполнители из продуктов сжигания не рекомендуется использовать для строительных материалов применяемых в жилищном строительстве;

- заполнители из продуктов сжигания рекомендуются 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, и т.п., а также изделий для обустройства территорий и фундаментов.

Вывод

Установлено, что бетоны на заполнителях из продуктов сжигания ТБО, могут выделять в окружающую среду фенол и формальдегид. Такие бетоны не рекомендуется применять в жилищном строительстве.

Summary

The research shows VOC emissions from concrete with aggregates of products of combustion of municipal solid waste (MSW). The composition of gas emission from samples of concrete is investigated. Identify possible areas of application materials are received.

Литература

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».
3. ДСТУ Б А. 1.1-49-94. Відходи промисловості для будівельних виробів. Термін та визначення.
4. Дорофеев В.С., Жудина В.И., Майстренко О.Ф. Санитарно-гигиенические исследования бетонов на заполнителях из продуктов сжигания ТБО. Вісник ОДАБА – Одеса: 2010 с.242-245.