

жительность сушки сырца. Кирпич, изготовленный с добавками шлама, обладает стабильной прочностью и высокой морозостойкостью. Он характеризуется высокой кислотостойкостью и низкой истираемостью.

Проведённые испытания сырья и керамического кирпича по показателям радиационной безопасности показали, что все образцы по проверенным показателям соответствуют ГОСТ 30108–94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Полученные образцы кирпича керамического рядового полнотелого одинарного пластического формования (опытного) по результатам проведённых испытаний соответствуют требованиям СТБ 1160-99 «Кирпич и камни керамические. Технические условия».

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Строительные материалы и технологии 54», договор № 313.

ЛИТЕРАТУРА

1. Платонов, А.П. Исследование свойств керамического кирпича, изготовленного с использованием промышленных отходов / А.П. Платонов, А.В. Гречаников, С.Г. Ковчур, А.А. Трутнёв // 48-я республиканская науч.-техн. конф. препод. и студ. : мат. докл., Т-2., Витебск, 24 апр. 2014 г. / Вит. гос. технол. ун-т. – Витебск, 2014. – С. 74 – 76.

2. Гречаников, А. В. Керамические строительные материалы с использованием неорганических отходов станций обезжелезивания и ТЭЦ / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С.Г. Ковчур // Инновации. Инвестиции. Перспективы : материалы междунар. форума, Витебск 19–20 марта 2015 г. – Витебск : Витебский областной центр маркетинга, 2015. – С. 61–62.

УДК 615.9:616-7; 615.099:616-7

С.Л. Лейнова, канд. хим. наук; С.Ф. Свирщевский, науч. сотр.;
Г.А. Соколик, канд. хим. наук; В.В. Понарядов, канд. физ-мат. наук
sokolikga@mail.ru (БГУ, г. Минск)

КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество материалов, используемых при строительстве и отделке различных зданий, спортивных, учебных, культурных сооружений, вокзалов, аэропортов и других объектов массового пользования, должно соответствовать не только определенным физико-химическим характеристикам, но и обеспечивать безопасность для людей, в том числе, и пожарную, одним из важнейших показателей которой является токсичность продуктов горения. Особое внимание к данному пока-

зателю обусловлено тем, что причиной более 70 % смертельных случаев на пожарах является отравление продуктами горения. Контроль токсичности продуктов горения веществ и материалов, используемых в строительстве, предусмотрен различными международными и национальными стандартами [1-3].

Существующие на сегодняшний день методы не всегда позволяют оценить опасность материалов по токсичности продуктов горения оперативно и с малыми трудозатратами. На территории Республики Беларусь (а также России, Украины, Казахстана и некоторых других стран СНГ) определение показателя токсичности продуктов горения (H_{CL50}) проводится биологическим методом в соответствии с [2]. Биологический метод, представленный в данном документе и рекомендуемый для определения показателя токсичности продуктов горения полимерных материалов, длительный (около 3-х недель) и требует использования значительного количества подопытных животных (около 70 на одно испытание).

Сущность биологического метода определения показателя токсичности заключается в выявлении зависимости летального эффекта для подопытных животных газообразных продуктов горения, образующихся при сжигании исследуемого материала в камере сгорания при заданной плотности теплового потока, от массы материала, отнесенной к единице внутреннего объема установки. Полученный ряд значений зависимости летальности от относительной массы материала используется для расчета показателя токсичности.

Альтернативой биологическому может служить расчетно-экспериментальный метод, который позволит оценивать токсичность продуктов горения за существенно меньшие сроки, чем требует биологический метод, и без массового расходования подопытных животных.

Сущность расчетно-экспериментального метода заключается в расчетном определении ожидаемого токсического эффекта по полученным данным о составе газовой смеси. Показатель токсичности продуктов горения (H_{CL50p}) рассчитывают по формуле:

$$H_{CL50p} = \frac{m}{FED \cdot V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, г; V – внутренний объем установки, m^3 ; FED – фракционная эффективная доза.

В БГУ были разработаны расчетно-экспериментальные методы определения токсичности продуктов горения, предназначенные для материалов, изготовленных на различной основе.

Неоспоримым преимуществом этих методов являются отказ от массового использования подопытных животных и малые сроки про-

ведения испытаний (3-5 дней). Существенное сокращение сроков испытаний имеет принципиальное значение в тех случаях, когда необходим быстрый контроль материалов по токсичности продуктов горения при выпуске новых изделий и отработке рецептуры и технологии их изготовления, при выходе продукции на рынок, при сдаче готовых строительных объектов.

В БГУ были разработаны расчетно-экспериментальные методы определения токсичности продуктов горения, предназначенные для следующих групп материалов:

1-я группа – материалы, изготовленные на основе целлюлозы, поликарбоната, полиэтилена, полистирола, полипропилена, поливинилацетата, полиуретана, полиамида, полиамидных и эпоксидных смол;

2-я группа – материалы, изготовленные на основе поливинилхлорида (профили, изделия профильные и изделия погонажные профильные);

3-я группа – напольные покрытия, изготовленные на основе поливинилхлорида (линолеумы однослойные и многослойные, с подосновой и без подосновы, напольные плитки, покрытия спортивные, сценические для железнодорожного и автомобильного транспорта);

4-я группа – материалы, изготовленные на основе гипсокартона (листы стандартные, влагостойкие, огнестойкие, влагоогнестойкие, ламинированные, перфорированные), гипсоволокна (листы), минеральной ваты и минерального волокна (плиты).

Методы разработаны с учетом состава анализируемых материалов и состава газовой смеси, образующейся при их термическом разложении. Состав газовой фазы определялся в соответствии с МВИ 3763-2011, разработанной в БГУ.

Результаты исследования состава газовой смеси, образующейся при термическом разложении материалов 4-й группы, показали, что ее токсичность определяется, главным образом, присутствием оксидов углерода; 2-й группы – присутствием оксидов углерода и хлористого водорода, 3-й группы – присутствием оксидов углерода, хлористого водорода, оксидов азота. При термическом разложении других изученных материалов (1-я группа) нами был обнаружен более сложный состав газовой фазы – в ней регистрировались практически все анализируемые компоненты, которые необходимо контролировать в соответствии с рекомендациями [3].

На основе экспериментальных данных о составе газовой фазы и о ее токсичности, определенной биологическим методом, для указанных четырех групп исследованных материалов были созданы модели для оценки FED, отражающие взаимосвязь между смертностью жи-

вотных и содержанием в газовой фазе основных токсичных и биологически активных компонентов. Данные расчетные модели и легли в основу разработанных методов.

В методе, предназначенном для определения токсичности продуктов горения материалов, входящих в 1-ю группу, для оценки показателя токсичности предлагается использовать расчетную модель, в которой при оценке фракционной эффективной дозы учитывается содержание в продуктах горения CO, CO₂, HCN, NO, NO₂, SO₂, HCl, HBr, HF, формальдегида и акролеина, а также концентрация O₂, и тот факт, что токсичность CO изменяется по мере возрастания содержания в газовой смеси CO₂ [4].

В методе, предназначенном для материалов 2-й группы, – содержание CO, CO₂, O₂ и HCl, а также изменение токсичности CO по мере изменения содержания в газовой смеси CO₂. Для материалов 3-й группы – помимо вышеперечисленных компонентов, учитывается содержание в образующейся газовой смеси оксидов азота.

В методе, предназначенном для материалов 4-й группы, в расчетной модели при оценке FED учитывается содержание CO, CO₂, O₂ и изменение токсичности CO по мере изменения содержания в газовой смеси CO₂.

В каждом из методов указаны рекомендуемые начальные значения исходной массы образцов и объема экспозиционной камеры, что существенно сокращает общее время, затрачиваемое на проведение испытаний.

Апробация методов показала, что доля совпадений результатов, полученных с помощью соответствующего расчетно-экспериментального метода, с результатами, полученными биологическим методом, составляет: для материалов первой группы от 70 до 100 %, для материалов 2-й, 3-й и 4-й групп 100 %.

Данные методы обеспечивают получение значений показателя токсичности максимально близких к значениям, полученным биологическим методом, при существенном сокращении времени проведения испытаний. Разработанные расчетные модели позволяют оценить показатели токсичности продуктов горения исследованных материалов при минимально возможном количестве контролируемых газов, что также сокращает трудозатраты и время проведения испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации: ТКП 45-2.02-142-2011. – Введ. 01.01.12. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 25 с.

2. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). – Введ. 01.01.91. – Переиздание ноябрь 2011г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 2000 г. – 104 с.

3. Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents: ISO 13344:2004. – Введ. 15.10.04. – Switzerland: International Organization for Standardization, 2004. – 24 с.

4. Лейнова, С.Л. Расчетно-экспериментальный метод оценки токсичности продуктов горения полимерных материалов по составу газовой смеси / С.Л. Лейнова [и др.] // Сборник докладов VI международной научно-практической конференции «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация», 8-9 июня 2011 г., – Минск, 2011. – С. 185-190.

УДК 551.510

Н.С. Метельская¹, канд. физ.-мат. наук nata.miat@gmail.com

В.П. Кабашников¹, доц., д-р физ.-мат. наук
v.kabashnikov@dragon.bas-net.by

О.С. Залыгина², доц., канд. техн. наук zolha@tut.by

А.В. Норко^{1,2}, студ. teufelflox@mail.ru

(¹Институт физики НАН Беларуси, г. Минск, ²БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА ВКЛАДА АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ПЛОТНОСТИ ВЫПАДЕНИЙ ПОДКИСЛЯЮЩИХ И ЭВТРОФИРУЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Необходимым условием инновационного развития в промышленности является контроль выбросов загрязняющих веществ и мониторинг состояния окружающей среды. Одной из важных проблем, связанных с антропогенными выбросами в атмосферу, являются кислотные дожди. В составе кислотных выпадений преобладают окисленная сера, окисленный азот и восстановленный азот. Их прекурсорами являются диоксид серы, оксиды азота и аммиак. Кислотные осадки могут вести как к подкислению почвы (окисленные сера и азот), так и к эвтрофикации (азотосодержащие вещества). В поступление серо- и азотосодержащих соединений в атмосферу существенный вклад вносят предприятия химической промышленности.

Поступление в атмосферу Беларуси прекурсоров кислотных выпадений происходит как от местных источников, природных и антропогенных, так и вследствие трансграничного переноса. Оценка вклада