

УДК 614.841.1

**КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ
ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ШТУКАТУРНЫХ И ШПАТЛЕВОЧНЫХ СМЕСЕЙ**

С.Л. Лейнова, Г.А. Соколик, С.Ф. Свирщевский, С.Я. Рубинчик
Белорусский государственный университет, г. Минск

Материалы, применяемые при строительстве, ремонте, отделке зданий и сооружений, должны обеспечивать долговечность, надежность, соответствовать требуемым эксплуатационным, функциональным характеристикам и удовлетворять необходимым требованиям безопасности, предъявляемым к объекту. К числу показателей безопасности относится и контроль токсичности продуктов горения, отражающей опасность газов, выделяющихся при возгорании применяемых материалов.

Особое внимание к данному параметру обусловлено тем, что основной причиной гибели людей на пожарах (до 70 % случаев), является отравление образующимися при возгорании материалов, содержащих полимерные органические компоненты, токсичными газообразными продуктами.

Контроль токсичности продуктов горения штукатурных и шпатлевочных смесей предусмотрен различными стандартами [1–3].

В состав штукатурок и шпатлевок в обязательном порядке входят вяжущие, наполнители и модифицирующие добавки. При изготовлении этих материалов используют цемент, гипс и различные органические вещества. Многообразные модифицирующие добавки применяют для ускорения или замедления процессов затвердения, повышения или понижения устойчивости смесей к воздействию воды или воздуха, увеличения устойчивости к грибкам, придания окраски, а также улучшения каких-либо других характеристик, которыми должна обладать данная продукция. Наличие органических компонентов в штукатурных и шпатлевочных смесях является причиной образования токсичных газов в случае их возгорания.

Биологический метод, в соответствии с которым определяется токсичность продуктов горения на территории Республики Беларусь (а также России, Украины, Казахстана и некоторых других стран) длительный (около 3-х недель) и требует использования значительного количества подопытных животных (около 70 на одно испытание).

При определении показателя токсичности продуктов горения ($HC1_{50}$) биологическим методом суммарный токсический эффект про-

дуктов горения оценивается по результату их непосредственного воздействия на животных [1].

Необходимость массового расходования подопытных животных и длительные сроки проведения эксперимента не всегда позволяют оперативно получить информацию о пожарной безопасности материалов, что сдерживает их поступление как на внутренний, так и на внешний рынки, а также замедляют процессы отработки рецептуры и технологию их изготовления. В связи с этим, в различных странах для практического использования разрабатывается метод оценки токсичности продуктов горения по составу газовой смеси.

При определении $HC1_{50}$ по составу газовой смеси (расчетно-экспериментальный метод) оценка показателя токсичности проводится по расчетным моделям, которые учитывают фракционную эффективную дозу (FED), отражающую взаимосвязь между смертностью животных и содержанием в газовой фазе основных компонентов. Методология метода изложена в международном стандарте [4].

В БГУ были разработаны расчетно-экспериментальные методы определения токсичности продуктов горения, предназначенные для групп материалов, изготовленных на различной основе: целлюлозы, поликарбоната, полиэтилена, полистирола, полипропилена, поливинилацетата, полиуретана, полиамида, полиамидных и эпоксидных смол (1-я группа материалов); поливинилхлорида (2-я и 3-я группы); гипсокартона, гипсоволокна, минеральной ваты и минерального волокна (4-я группа). Эти методы и расчетные модели, на основе которых они разработаны, описаны в работе [5].

Экспериментальные данные, полученные при исследовании состава и токсичности продуктов горения, образующихся при термическом разложении штукатурок (материалы групп 5 и 6) и шпатлевок (материалы групп 7 и 8), были использованы для разработки моделей, отражающих взаимосвязь между смертностью животных и содержанием в газовой фазе основных токсичных и биологически активных компонентов.

В расчетных моделях, предназначенных для оценки токсичности минеральных штукатурок и шпатлевок, при оценке FED необходимым и достаточным является учет содержания в образующейся газовой смеси CO , CO_2 и O_2 . В моделях, предназначенных для полимер-минеральных и полимерных штукатурок и шпатлевок – CO , CO_2 , O_2 , акролеина и формальдегида. Для всех видов штукатурок и шпатлевок требуется также учитывать зависимость изменения токсичности CO от содержания в газовой смеси CO_2 .

На основе моделей разработаны расчетно-экспериментальные методы оценки токсичности продуктов горения штукатурных и шпатлевочных смесей: минеральных (5-я и 7-я группы), полимерминеральных и полимерных (6-я и 8-я группы).

При исследовании токсичности продуктов горения полимерминеральных и полимерных штукатурок и шпатлевок отсутствует необходимость определять состав остальных газов, которые рекомендуется контролировать в соответствии с [4]: HCN, SO₂, HCl, HBr, HF, а минеральных штукатурок и шпатлевок – также акролеина и формальдегида.

Неоспоримым преимуществом этих методов являются отказ от массового использования подопытных животных и малые сроки проведения испытаний (около 3-х дней).

Апробация методов была проведена для 149 штукатурок (36 минеральных; 40 полимерминеральных; 73 полимерных) и для 138 шпатлевок (11 минеральных; 66 полимерминеральных; 61 полимерных).

Сопоставление результатов исследования показывает, что доля совпадений значений групп токсичности продуктов горения, установленных с использованием разработанных методов, с результатами исследования, полученными биологическим методом, составляет 100%.

Сравнительный анализ экспериментальных данных, полученных при исследовании штукатурок и шпатлевок, показал, что токсичность продуктов горения, доля летучих веществ и содержание зарегистрированных основных токсичных газов в продуктах горения тем выше, чем больше в анализируемом материале доля полимерных добавок. Таким образом, токсическая опасность продуктов термического разложения исследованных штукатурных и шпатлевочных смесей увеличивается в ряду «минеральная – полимерминеральная – полимерная».

Установлено, что по полученным значениям показателей токсичности продуктов горения все исследованные минеральные и полимерминеральные штукатурки и большинство полимерных штукатурок (97 %) относятся к малоопасным веществам – группа токсичности Т1 (3 % к умеренноопасным – Т2). Все исследованные минеральные, полимерминеральные и полимерные шпатлевки также относятся к малоопасным веществам – группа токсичности Т1. Среди всех видов материалов не было обнаружено высокоопасных (группа токсичности Т3) и чрезвычайно опасных (группа токсичности Т4) образцов.

При использовании разработанных методов трудозатраты при определении показателя токсичности продуктов горения по составу газовой смеси будут существенно меньше не только по сравнению с

биологическим методом, но и меньше, чем при использовании моделей, предложенных в методах, разработанных ранее [5]. Это, в первую очередь, связано с сокращением количества используемых химико-аналитических методик, необходимых для определения токсичных газов, времени проведения эксперимента и обработки полученных результатов.

Для сбора, хранения и обработки информации о составе и токсичности продуктов горения исследованных материалов была создана База данных «Токсичность продуктов горения. Защитно-отделочные строительные композиции» (регистрационное свидетельство № 1311607939 от 02.06.2016).

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. Композиции защитно-отделочные строительные. Технические условия: СТБ 1263-2001. – Введ. 01.01.2002. – 2001. – 34 с.

4. Определение летальной токсической потенциальной опасности продуктов горения: ISO 13344:2015. – Введ. 15.12.15. – ISO/TC 92/SC 3 Опасность пожара для людей и окружающей среды, 2015. – 20 с.

5. Соколик, Г.А. Токсичность продуктов горения полимерных материалов и методы ее оценки / Г.А. Соколик [и др.] // Сб. мат. X Межд. науч.-практ. конф. «Пожарная и аварийная безопасность», посвященная 25-летию МЧС России, 26–27 ноября 2015 г., – г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. – С. 257–260.