

В разрабатываемых схемах предлагается рассматривать особенности и этапы численной реализации математических моделей процесса возникновения и развития пожара, появляющихся дополнительных нагрузках при тушении, тепломассообмена в тепло- и огнезащите при учете основных физико-химических превращений, происходящих в материалах строительных конструкций, и поведение самих конструкций при высокотемпературном нагреве (термическое разложение, испарение-конденсация, унос массы и вспучивание-усадка, потеря несущей способности, возможность дальнейшего применения).

В разрабатываемых методиках и программах расчетов мы стремимся достичь оптимального сочетания степени детализации физико-математических моделей, возможностей вычислительной техники и точности вычислений. В настоящее время изготавливается лабораторная установка, которая позволит провести апробирование существующих математических моделей и алгоритмизированных программ, оценить их эффективность применительно к расчету предела огнестойкости не только железобетонных колонн, а большинства материалов и конструкций, применяемых в массовом строительстве, а также разработать новые методики определения огнестойкости железобетонных колонн, качественно улучшенные по отношению к уже существующим.

УДК 624.841.332

ГОРЮЧЕСТЬ И ОГНЕСТОЙКОСТЬ СЛОИСТЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНОПЛАСТОВ

В. П. ЯКИМУК, В. Г. КУЛИНИЧ, А. С. ПОПКО

Брестский государственный технический университет

Развитие производства синтетических смол и полимерных материалов, широкое внедрение полимерных материалов в практику строительства зданий и сооружений различного назначения выдвигает новые сложные проблемы надежного обеспечения их противопожарной защиты, а в случае возникновения пожара – эффективного пожаротушения.

Кинетика и механизм выгорания большинства пенопластов в условиях пожара практически не исследованы, а известные экспериментальные методы оценки их горючести и пожарной опасности требуют совершенствования с учетом условий и режима выгорания этих материалов, а также учета таких количественных показателей реального пожара, как скорость распространения горения по конструкциям, интенсивность образования токсичных продуктов разложения и горения, интенсивность дымообразования и тепловыделения.

Исследование процессов воспламенения и горения монолитных материалов под воздействием внешних тепловых потоков различной интенсивности показывает, что горючесть, массовая скорость выгорания, интенсивность дымообразования, температурно-временные характеристики воспламенения материалов определяются внешними тепловыми потоками, поступающими к поверхности горения материалов и конструкций, тепловым потоком к поверхности горения от собственного пламени, величиной тепловых потерь поверхностью горения и теплотой пиролиза материала.

Горючесть и дымообразующая способность материалов зависит также от температуры на поверхности материала, концентрации окислителя, плотности и пространственной ориентации материала или конструкции, размеров и массы материала, а также от других параметров.

Таким образом, в процессе выгорания твердых горючих материалов (ТГМ) в условиях пожара взаимодействует зона горения и поверхность горения (газификации), происходит теплообмен, теплопроводность в конденсированной фазе, перенос массы, кинетика химической реакции, причем все перечисленные явления протекают одновременно и оказывают сильное влияние друг на друга.

Современные легкие конструкции – это, как правило, сочетание нескольких слоев материалов с различными физико-химическими свойствами, так называемые «сэндвичи». Входящие в них пенопласты представляют собой неоднородные системы, так как содержат включения различной степени дисперсности. Количество слоев различных материалов (монолитных, неоднородных и т. п.) в конструкции колеблется в пределах от 3 до 15. Многие из них являются горючими или трудногорючими.

При температурах, превышающих температуру начала разложения, в полимерных материалах, в том числе и в пенопластах, процессы, сопровождающиеся изменением структуры и химического состава, существенно влияют на все теплофизические свойства конструкции.

Экспериментальные исследования огнестойкости легких ограждающих конструкций, проводимые ВНИИПО на многочисленных опытных образцах и фрагментах внутренних и наружных стен, перегородок и покрытий, показали, что при температурных режимах стандартного пожара конструкции с применением металлических листов толщиной 0,8 – 1 мм (стальные, алюминиевые и т. п.) и полимеров (пенопластов) происходит быстрый прогрев всей толщины металлической обшивки стены или настила независимо от типа листа (профилированный или плоский) и марки утеплителя (ПСБ, ПСБ – С, ППУ – ЗУ, ФРП и т. п.).

Металлический лист увеличивает время воспламенения полимера в конструкции, так как исключает непосредственный доступ источника зажигания и кислорода воздуха к поверхности горючего материала. Однако из-за высокого коэффициента теплопроводности и малой толщины листа на границе «металл – полимер» полимерный материал быстро нагревается до высоких температур и образуются продукты пиролиза, которые под небольшим избыточным давлением выходят в местах соединения фрагментов образцов или за пределы конструкции, где и воспламеняются. Последующее выгорание утеплителя в конструкции вызывает деформацию листов обшивки и усложняет борьбу с пожаром, так как массовая скорость выгорания полимера в слоистых конструкциях при определенных условиях (при нагреве всего сечения материала до температуры начала пиролиза – 160–300 °С) может в несколько раз превышать массовую скорость разложения того же полимера, горящего свободно вне конструкции.

Применение асбестоцементных листов, сухой штукатурки, бетона, пенобетона и т. п. в качестве обшивки стен значительно снижает скорость процесса разложения полимера (скорость прогрева поверхности пенопластов).

Натурные огневые испытания различных вариантов конструкций современных промышленных зданий проводились ВНИИПО на фрагментах зданий размерами 6х12 м, высотой 3 м; 24х24 м, высотой 6 м; 24х18 м, высотой 6 м.

Анализируя результаты испытаний подбором толщины и физико-химических параметров материалов обшивки (настила), утеплителя и промежуточных слоев (между обшивкой и пенопластом), можно в широких пределах (0,5 – 2 часа) изменять время воспламенения пенопластов в конструкциях, а также огнестойкость конструкции в целом.

Многостадийный характер физико-химических превращений пенопластов (прогрев, пиролиз, плавление или обугливание, воспламенение и выгорание продуктов пиролиза) в конечные продукты сгорания и четкое их пространственное разделение до некоторой степени условны. Если материал в конструкции начал гореть, для полного прекращения процесса горения конструкции на пожаре необходимо снижение температуры поверхности горящего материала до температуры начала пиролиза.

При возникновении и развитии пожара в помещении конструкции из полимерных материалов оказывают существенное влияние на интенсивность тепловыделения, количество дисперсной фазы дыма, суммарную токсичность продуктов разложения и горения. Образующиеся летучие продукты сгорания, падающие горящие капли (алюминия, пенополистирола, битума и т.п.) резко интенсифицируют процесс развития пожара или, что значительно более опасно, обладая высокой токсичностью, резко ухудшают токсикологическую обстановку на пожаре.

Практика эксплуатации зданий и сооружений из слоистых конструкций показывает, что конструкции с использованием металлов и полимерных материалов способствуют распространению горючих продуктов пиролиза на значительные расстояния, что нередко (при определенных условиях) приводит к взрывам в помещениях. Для увеличения пределов огнестойкости и повышения пожарной безопасности легких конструкций необходимы такие мероприятия, как создание (устройство) подвесных потолков из несгораемых материалов, правильный подбор толщины материала и его физико-химических параметров, обработка металлических каркасов эффективными огнезащитными составами и т.п.