

Шлаковые заполнители для жаростойких бетонов изготавливаются из кислых доменных шлаков в виде шлаковой пемзы и литого шлакового щебня. При этом для повышения прочностных показателей заполнителей в расплав доменных шлаков вводятся корректирующие добавки. Увеличивается средняя плотность и одновременно прочность при сдавливании в цилиндре, что позволяет получать классы бетона и увеличить долговечность конструкций.

В жаростойких бетонах на портландцементе рекомендуется по нормативным документам вводить активные тонкомолотые добавки (ТМД) для связывания  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , образующегося при твердении клинкерных минералов, который при нагревании увеличивается в объеме и снижает прочность жаростойких бетонов. Во внедряемых составах песок из шлаковой пемзы применяется преимущественно мелкозернистый с содержанием зерен  $< 0,14$  мм до 15 – 20 %, которые играют роль ТМД (наполнителей). Они одновременно повышают плотность и термостойкость бетона.

Поскольку кварц и глинозем находятся в шамотных заполнителях преимущественно в аморфном состоянии, это позволяет отказаться от применения специальных ТМД. При меньшем содержании в заполнителях зерен  $< 0,14$  мм введение ТМД целесообразно из тех же материалов, что и заполнители, во избежание возникновения в бетоне термических напряжений.

Жаростойкие бетоны на шлаковой пемзе и портландцементе применяются на предприятиях в конструкциях: для отвода газов, где температура достигает  $800^\circ\text{C}$ ; защитных экранов и щитов несущих конструкций от воздействия повышенных температур, где температура достигает  $1200^\circ\text{C}$ . Они заменили асбестовые конструкции, которые были менее долговечны в таких условиях службы.

Армирование этих изделий выполнено из волнистых стальных полос, не препятствующих расширению и сжатию бетона при резких перепадах температур.

Внедряемые бетоны на портландцементе и шлаковых заполнителях, на высокоглиноземистом цементе и шамотных заполнителях имеют следующие классы по прочности на осевое сжатие от С12/15 до С16/20.

Заполнитель из шлаковой пемзы более стоек при нагревании и резких перепадах температур, так как содержит более 50 % стеклофазы.

Применение жаростойких бетонов вместо дорогостоящих огнеупоров способствует экономии энергозатрат на производстве и экономии ресурсов при применении местных материалов.

УДК 614.841.41

## О НОВОМ ПОДХОДЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. П. ЯКИМУК

*Научно-практический центр учреждения «Брестское областное управление МЧС»*

Исследования в области совершенствования конструктивных решений и методов расчета огнестойкости железобетонных конструкций являются одним из перспективных направлений в строительстве. В настоящее время большинство производственных зданий возводятся из типовых сборных железобетонных конструкций. Это позволяет экономить ресурсы, сократить сроки строительства и ускорить ввод в действие производственных мощностей.

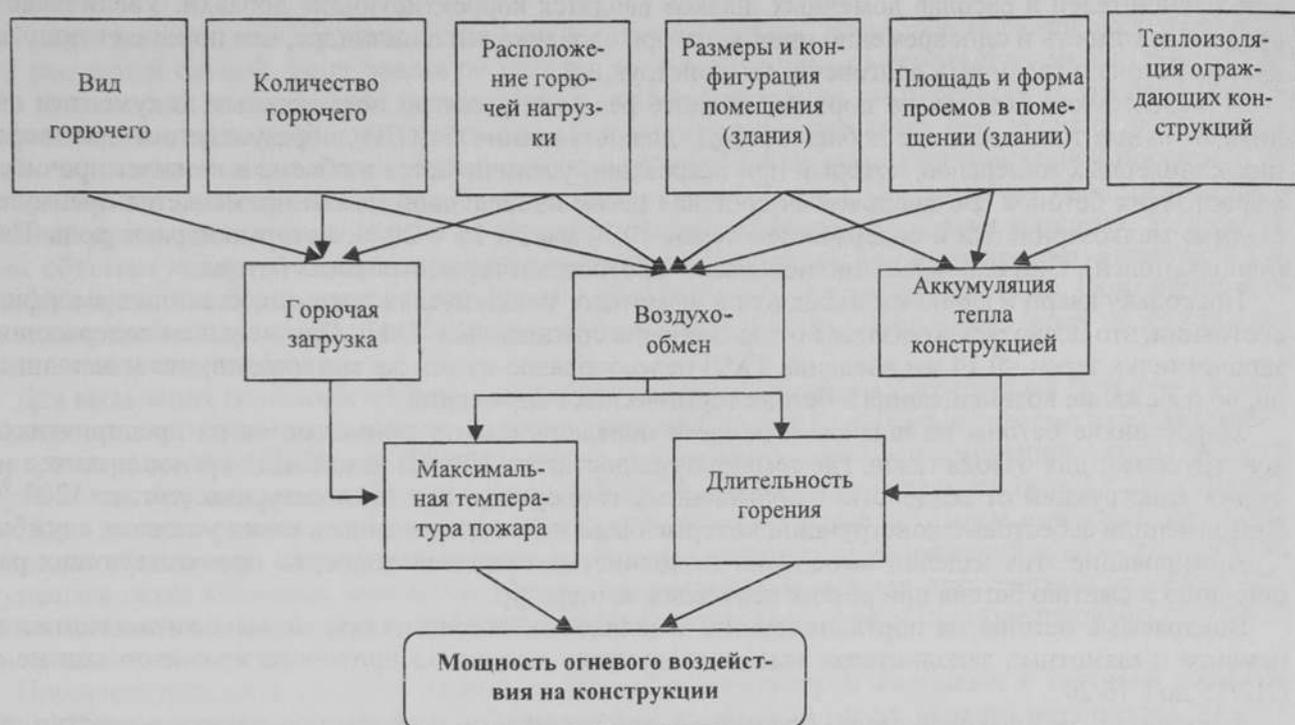
К строительным конструкциям предъявляются требования к огнестойкости, т. е. возможности конструкции сохранять свои функции под воздействием пожара в течение установленного нормами промежутка времени. В общем случае огнестойкость является функцией ряда случайных переменных (прочностных, геометрических и т. п.). Поэтому расчет ведется с использованием феноменологического неравенства, при котором фактическая огнестойкость больше или равна требуемой:  $\text{ПО}_ф \geq \text{ПО}_т$ .

Требуемая огнестойкость строительной конструкции или узла определяется огнестойкостью, предъявляемой к зданию или сооружению, в котором используется та или иная конструкция, согласно действующим нормативным документам.

К определению фактической огнестойкости сложились подходы, основанные на проведении огневых испытаний. Эти испытания проходят при заданном температурном режиме в печи, и хотя испытания проводят натурным методом, они имеют один достаточно важный недостаток: температурный режим в печи не обеспечивает моделирования температурных режимов в реальных условиях пожара.

Проведенный анализ пожаров показывает, что температурные режимы отличаются друг от друга и не совпадают с регламентированным. Тепловое воздействие на конструкции можно оха-

рактически как мощность огневого воздействия и его зависимость можно представить следующим образом:



До наступления стационарного режима теплообмена удельная теплопередача поверхности нагрева имеет более сложную зависимость, связанную со временем развития пожара. Нестационарность процесса теплообмена вызывается изменением количества выделяющегося тепла в результате развития пожара, количества поступающего на горение воздуха и прогревом ограждающих конструкций.

Мощность огневого воздействия, как мы видим, характеризуется длительностью горения и максимальной температурой пожара, которая определяет величину огневой нагрузки.

Плотность теплового потока на единицу поверхности ограждающих конструкций определяем по формуле  $g_0 = k_x \beta_0 v_m Q_n \frac{F_{гор}}{F_k}$ , где  $k_x$  и  $\beta_0$  – коэффициенты химического недожога и изменения скорости выгорания веществ;  $v_m$  и  $Q_n$  – массовая скорость выгорания,  $кг/(м^2 \cdot ч)$ , и низшая удельная теплота сгорания материалов,  $МДж/кг$ ;  $F_{гор}$  и  $F_k$  – соответственно площади горения и строительных конструкций,  $м^2$ .

Площадь горения при пожаре увеличивается с момента загорания и через промежуток времени  $\tau$  (при круговом развитии пожара) достигает значения:  $F_{гор} = \pi(v_e \tau)^2$ , где  $v_e$  – скорость распространения горения по поверхности. Максимальная площадь горения определяется площадью поверхности горючего материала (пожарной нагрузки).

Коэффициент условий воздухообмена на пожаре определяют из отношения фактического объема воздуха к теоретически необходимому для горения.

Расчетная длительность пожара зависит от величины огневой нагрузки в помещении  $g_n$ . При сгорании пожарной нагрузки  $p_0 = \sum P_i Q_i / Q_y F_0$  с учетом коэффициента условий выгорания  $b_0$  возникает огневая нагрузка, значение которой определяют по формуле  $g_n = b_0 \sum P_i Q_i / F_0$ .

Отсюда значение фактической длительности пожара для промышленных зданий находим при известной величине огневой нагрузки  $g_n$  по формуле  $\tau_{ф} = 0,22 g_n + 0,05 \cdot 10^{-3} g_n^2$ .

Для жилых зданий длительность пожара определяем по формуле В. А. Пчелинцева  $\tau_{ф} = 0,16 F_n \sum \frac{P_i}{F_{ок} v_{m_i}}$ , где  $F_n$  и  $F_{ок}$  – соответственно площади пола и окон.

Таким образом, пределы огнестойкости железобетонных конструкций необходимо назначать, основываясь на особенностях технологических процессов производств, количества веществ и материалов, находящихся в зданиях и помещениях, их физико-химических особенностей.

УДК 614.846.63

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПО МЕХАНИЗМУ ВЫГОРАНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ

В. П. ЯКИМУК, А. А. ШЛЯХОВ

Научно-практический центр учреждения «Брестское областное управление МЧС»

Отсутствие данных по макрокинетическим характеристикам горения твердых горючих материалов (ТГМ) и классификации материалов по механизму выгорания в значительной степени затрудняет разработку оптимальных способов и средств пожаротушения современных объектов.

Исследование процессов воспламенения и горения ТГМ в условиях внутреннего пожара показывает, что горючесть, массовая скорость выгорания и температурно-временные характеристики ТГМ определяются внешними тепловым потоками, поступающими к поверхности горения материалов от соседних горящих материалов и конструкций, тепловым потоком к поверхности горения от собственного пламени  $q_{пл}$ , тепловыми потерями поверхностью горения ТГМ и теплотой пиролиза (рисунок 1). Горючесть ТГМ зависит также от температуры на поверхности материала, концентрации окислителя, плотности и пространственной ориентации материала или конструкции, размеров и массы материала и от ряда других параметров.

В процессе выгорания ТГМ в условиях пожара имеет место взаимодействие между зоной горения (тепловой поток от собственного пламени) и поверхностью горения (газификации), включающее в себя теплообмен, теплопроводность в конденсированной фазе, перенос массы, кинетику химической реакции, причем все перечисленные явления протекают одновременно и оказывают сильное взаимное влияние друг на друга.

По характеру изменения скорости выгорания при постоянном внешнем тепловом потоке и по физическим процессам, протекающим в условиях пожара на поверхности горения материала или конструкций и сопровождающих процесс горения природных или искусственных материалов, ТГМ можно разделить на четыре группы (таблица 1).

На рисунке 1:  $q_{вн}$ ,  $q_{пл}$ ,  $q_{пир}$ ,  $q_{пот}$  – интенсивность теплового потока от внешнего источника излучения, от собственного пламени, необходимая для пиролиза, теряемая соответственно;  $t_0$ ,  $t_n^{пир}$ ,  $t_b$ ,  $t_{п}$ ,  $t_{пл}$  – температура начальная, начала пиролиза, воспламенения, поверхности горения,

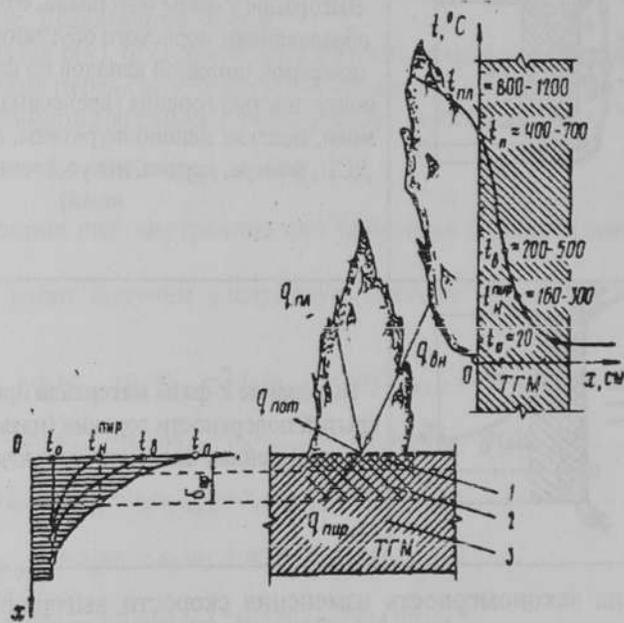


Рисунок 1 – Схема распределения температуры и плотности тепловых потоков, поступающих на поверхность материала В процессе воспламенения и горения ТГМ