

го объема при этом принимаются плоскости, перпендикулярные радиальному  $r$  и тангенциальному  $t$  (по отношению к годичным слоям) направлениям, и плоскость, перпендикулярная направлению волокна  $a$ .

Существование этих трех плоскостей симметрии в реальной древесине является идеализированной расчетной схемой. Если реальную плоскость  $ar$  с достаточным основанием можно рассматривать как плоскость симметрии элементарного объема древесины, то плоскость  $rt$ , перпендикулярную волокнам, можно рассматривать как плоскость симметрии лишь при условии постоянства свойств по длине ствола и при отсутствии сбега ствола. Что касается тангенциальной плоскости  $at$ , то она может рассматриваться как плоскость симметрии только без различия свойств ранней и поздней древесины, т. е. слоистого ее строения. Взгляд на древесину как на материал, элементарным объемам которого можно приписывать свойства ортогональной анизотропии, является в настоящее время наиболее распространенным и обоснованным опытными данными. Описанные особенности свойств древесины необходимо учитывать при расчетах креплений грузов на железнодорожном подвижном составе.

Для выявления особенностей взаимодействия элементов системы «деревянный брусок – гвоздь» создана конечно-элементная модель, которая включала деревянный брусок в форме параллелепипеда с размерами  $100 \times 100 \times 20$  мм. Предполагалось, что на продольной оси симметрии в средней части деревянного бруска имеется трещина длиной 40 мм. В ней размещен стальной гвоздь с диаметром 4 мм. При моделировании использованы 10-узловые тетраэдральные объемные конечные элементы. С целью обеспечения наилучшей аппроксимации перемещений и напряжений в области контакта сгущалась сетка конечных элементов. Древесина рассматривалась как ортотропный материал. Области возможного соприкосновения поверхности древесины с гвоздем промоделированы плоскими контактными элементами.

Продолжительность решения задачи на ПЭВМ с процессором Pentium-4 с тактовой частотой 2000 МГц и оперативной памятью 512 Mb составила около 70 минут. Анализ результатов расчета позволил зафиксировать раскрытие трещины по волокнам древесины и показал наличие высоких значений контактных напряжений в граничных областях между деревянной поверхностью и гвоздем. Максимальный уровень напряжений зафиксирован в области оси гвоздя. Значения напряжений близки к пределу текучести материала, что говорит о необходимости учета пластических деформаций в указанной области.

Выполненный анализ напряженно-деформированного состояния деталей креплений грузов, работающих в условиях контактного взаимодействия, показал существенные расхождения с соотношениями сопротивления материалов. В некоторых случаях максимальные напряжения, полученные численным расчетом, оказались выше более чем в два раза. Поэтому при расчетах креплений дорогостоящих объектов целесообразно выполнение уточненных расчетов с применением разработанных в ходе исследований методик.

УДК 614.846

## ВНЕДРЕНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВЫХ И ШАМОТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

А. А. ШЛЯХОВ

Научно-практический центр учреждения «Брестское областное управление МЧС»

Жаростойкий бетон – это бетон, способный сохранять в заданных пределах физико-механические свойства при длительном воздействии на него высоких температур. Вяжущими для него служат: *портландцемент*, шлакопортландцемент, глинозёмистый или периклазовый цементы, жидкое стекло, фосфатные связки и др. В вяжущие во многих случаях вводятся тонкомолотые добавки. В качестве *заполнителей* используют дроблёные огнеупорные или тугоплавкие горные породы, бой обожжённых огнеупорных изделий и некоторые др. материалы.

Для изготовления жаростойких предварительно напряженных железобетонных элементов в настоящее время используется лишь жаростойкий бетон на портландцементе с шамотным мелким и крупным заполнителем и шамотной тонкомолотой добавкой.

В настоящее время производится внедрение оптимальных составов жаростойких бетонов на основе шлаковых и шамотных заполнителей с целью замены на производствах дорогих покрытий на жаростойкие бетоны, которые в армированных конструкциях оказываются более термостойкими, чем шамотные и др.

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  $\text{Ca(OH)}_2$ , 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-