

пределного хода домкратов, стопорение хода, заполнение образовавшихся зазоров стальными подкладками, сброс давления, демонтаж, усадка домкратов, их монтаж и подготовка следующего этапа.

Работа по подъему наиболее осевшего пролетного строения началась в октябре 2001 года с расчетным временем 1 месяц при средней скорости подъема 30 мм/сут. Бригада включала 5 инженеров и 5 рабочих-монтажников. С некоторым отступлением этот срок был выдержан при работе бригады в светлое время суток. Никаких чрезвычайных ситуаций не возникло, хотя трудности были.

Во-первых, все узлы сопряжения верхнего строения, включая качающиеся опоры, были деформированы осадками фундаментов, закладные детали съедены коррозией, напряжения на контакте балок и ригеля опорной рамы были на грани прочности железобетона. Это привело к тому, что во время перестановок домкратов и манипуляций с подкладками, когда контактирующие плоскости ребер и ригеля меняли взаимный угол поворота, и происходило перераспределение напряжений, бетон в торцах балок начал разрушаться.

Во-вторых, узлы установки домкратов под диафрагмами балок, включающие стальной бандаж и свежий цементный раствор, не выдерживали пульсирующих нагрузок и эксцентриков, неизбежно возникающих при перестановке домкратов. Работа плоских домкратов в натурных условиях с эксцентриковыми во многом отличалась от испытаний под прессом, оболочки приобрели новую «раздутую» форму, но в целом выдержали более 30 циклов нагружения без разгерметизации.

Во время подъема возникло опасение: не сползет ли пролетная конструкция с опор, так как горизонтальная составляющая достигала 30 т, а стальные подкладки, на которых покоялась рихтуемая 800-тонная конструкция, были увлажнены атмосферными осадками (дождь, туман), поэтому пришлось связать на гибких связях рихтуемую и неподвижную пролетные балки, что потребовало времени.

Определенные неудобства вызывали смежные ремонтно-восстановительные работы, сопровождающиеся динамическими нагрузками от транспорта, демонтажа, погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых на верхнем строении. Неблагоприятно сказывались и земляные работы по отрывке котлованов при устройстве буроинъекционных свай под существующими фундаментами.

Однако, несмотря на указанные непредвиденные факторы, подъем пролетного строения прошел в безаварийном режиме, движение поездов нарушено не было, шел по графику их беспрерывный поток.

Мониторинг подтвердил соответствие проекту пространственного положения и технологических параметров после подъема. В настоящее время ведутся работы по обустройству верхнего строения тротуарами, осветительной сетью, ограждением.

До окончания всех ремонтно-восстановительных работ путепровод эксплуатируется по временной схеме, свидетельствованиями не установлено каких-либо изменений в узлах поднятого пролетного строения за почти годовой период после рихтовки.

УДК 624.012.45

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

В. П. ЯКИМУК

Брестский государственный технический университет

Исследования в области совершенствования конструктивных решений и методов расчета огнестойкости железобетонных конструкций не теряют своей актуальности, а 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 колоннам, как и к другим строительным конструкциям предъявляются требования к огнестойкости, т.е. возможности конструкции (в данном случае колонны) 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 применением детерминистического подхода с использованием феноме-

нологического неравенства, при котором фактическая огнестойкость больше или равна требуемой:
 $\text{ПО}_{\phi} \geq \text{ПО}_{tr}$.

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 во многих государствах, в том числе и в Республике Беларусь, сложились единые подходы, основанные на проведении огневых испытаний. Эти испытания проходят при заданном температурном режиме в печи, и хотя испытания проводят натурным методом, они имеют ряд недостатков:

- 1) температурный режим в печи не обеспечивает моделирования температурных режимов в реальных условиях пожара;
- 2) конструкция печей не позволяет в полном объеме создавать необходимые условия нагружения. (В связи с отсутствием конструкции нагружения колонн, данные строительные конструкции в Республике Беларусь таким методом на настоящий момент не испытываются);
- 3) принятый подход не позволяет дифференцированно оценить качество выпускаемой продукции;
- 4) требуются значительные материальные и временные затраты.

Вторым способом определения фактических пределов огнестойкости является проведение расчетов по нормативно установленным методикам.

Расчет пределов огнестойкости колонн связан с определением предельных усилий, которые может воспринять неравномерно прогретое сечение бетона. Следует отметить, что единой методики определения этих усилий не существует. Такие расчеты использовали метод ядра сечения (предлагаемый А.И. Яковлевым и В.П. Бушевым), ограниченного изотермой с критической температурой, которая принималась в зависимости от размеров сечения и нагрузки на колонну. А. Н. Сорокиным предложено вести расчет предельных усилий в бетонном сечении с учетом полных деформаций нагретого бетона. Такие методы расчета не учитывают в полной мере упругие свойства нагретого бетона и поэтому не позволяют на единой теоретической основе производить оценку пределов огнестойкости сжатых конструкций, особенно по признаку потери их устойчивости от продольного изгиба. Отмеченные недостатки устраняются при применении метода, предложенного А.И. Яковлевым, для расчета пределов огнестойкости железобетонных колонн, основанного на критических деформациях колонн.

В новых нормативных документах по проектированию строительных конструкций методики расчета огнестойкости отсутствуют, поэтому следует считать целесообразным разработку методики по определению фактических пределов огнестойкости железобетонных колонн.

Переход к научно обоснованному, дифференциированному определению и нормированию требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций в целом, с учетом реальных температурных режимов возможного пожара потребует данных о поведении конструкций при различных температурных режимах. Учитывая, что массовое проведение натурных огневых испытаний железобетонных колонн при различных температурных режимах пожара чрезвычайно трудоемко и экономически нерационально, необходима разработка новых и совершенствование известных методов расчетной оценки, а также получение надежных расчетных данных о поведении различных конструкций в условиях температурных режимов пожара, близких к реальным. Известные расчетные методы разработаны достаточно хорошо лишь применительно к условно принятому стандартному температурному режиму пожара, от которого реальные режимы могут существенно отличаться как скоростью роста температуры на стадии развития пожара, так и наличием стадии его затухания.

Учитывая, что нормирование требуемых пределов огнестойкости железобетонных колонн пока осуществляется применительно лишь к стандартному температурному режиму пожара, необходимы простые, но достаточно научно обоснованные методы перехода от времени, проходящего до утраты несущей способности при реальном температурном режиме пожара.

Обобщение опыта разных стран позволяет разработать предложения по совершенствованию существующих и получению новых методик и математических моделей расчета огнестойкости железобетонных колонн, учитывающих влияние стадии затухания пожара на снижение несущей способности.

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 огнезашите 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 колон, а большинства материалов и конструкций, применяемых в массовом строительстве, а также разработать новые методики определения огнестойкости железобетонных колон, 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 пенопласти 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.