

временные (в частности, деревянных перекрытий и лестничных маршей на железобетонные, дощатых полов на паркетные и т.д.). Многочисленные исследования показывают, что стоимость ремонта конструкции коррелируется с физическим износом, а стоимость модернизации лишь частично зависит от физического и морального износа. При этом стоимость модернизации всегда выше стоимости ремонтных работ и в отдельных случаях может превышать первоначальную стоимость конструкций или объекта в целом. Физический износ жилых зданий после модернизации имеет тенденцию к снижению и хорошо коррелируется посредством уравнения

$$\Phi_p = \Phi - \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i c_i,$$

где  $\Phi$  – физический износ здания без ремонта;  $\alpha_i$  – коэффициент, учитывающий уменьшение износа конструкции при затратах, равных одной удельной единице цены (в ценах 1990 года);  $c_i$  – число удельных единиц на модернизацию конструкции;  $n$  – число конструкций, подвергнутых реконструкции.

Следует отметить, что затраты на ремонт при одной и той же величине физического износа и стоимость модернизации отличаются друг от друга, причем стоимость модернизации может превышать стоимость ремонта при величине физического износа 10 % в 4,1–6,0 раза; 20 % – в 3,8–5,7; 30 % – в 3,2–5,1; 40 % – в 2,9–4,7; 50 % – в 2,5–4,4; 60 % – в 1,4–2,4 раза.

При моральном износе в 10 % эти отличия равны соответственно 3,6–5,5, при 20 % – 3,2–4,9; при 30 % – 2,8–4,1; при 40 % – 2,4–4,0; при 50 % – 1,8–3,5; при 60 % – 1,2–1,9 раз.

При производстве работ по ремонту и модернизации объектов из кирпича и железобетона, достигающих 50–60 % физического износа, использование усилий посредством металлических обойм можно заменить внедрением различных полимерных элементов на основе эпоксидных или полиуретановых смол. В частности, настала пора при разрушении фундаментов или их дополнительных осадках не всегда одевать эти фундаменты в металлические обоймы или увеличивать их площадь. Если на объектах появились трещины шириной раскрытия до 1 мм и в дальнейшем при помощи маяков выясняется, что необратимые деформации стабилизировались, ремонт конструкции можно осуществить расшивкой выявленных трещин на глубину до 60 мм с шириной до 5–6 мм с последующей заделкой эпоксидными или полиуретановыми компаундами. Однако следует знать, что их использование на объектах можно осуществлять при первоначальной температуре для эпоксидных 20 °С, а полиуретановых – не менее 10 °С. С учетом зависимости физического износа от выполненной модернизации, можно определить долговечность зданий. Ориентировочно нами получено, что проведение модернизации, квартир после 10 лет эксплуатации увеличивает срок эксплуатации по отношению к нормативному до 25–30 %, после 15 лет – до 20–25 %, после 20 лет – до 10–12 %. Кроме величины физического и морального износа на стоимость модернизации большое влияние оказывает размер объекта, который определяется его объемом: чем меньше объем, тем дороже обходится модернизация каждого метра объекта, а также стоимость материалов, используемых для объекта. В частности, стоимость 1 м<sup>3</sup> модернизации, выполняемой частными лицами, в 1,2–1,8 раза превышает аналогичную стоимость, выполняемую для объектов государственности, что объясняется более дорогим материалом.

УДК 624.012

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ МАССИВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. Г. КУЛИНИЧ

Брестский государственный технический университет

Опыт зарубежных стран показывает, что применение деревянных клеенных конструкций (ДКК) с каждым годом увеличивается. США и многие другие страны увеличили применение ДКК в промышленном строительстве. Годовой прирост производства этих конструкций составляет минимум 20 %, причем большепролетных – 75 % от общего объема ДКК. Основной причиной такого стреми-

тельного увеличения производства ДКК является их относительная низкая стоимость и эстетическая выразительность. Из ДКК возводят несущие конструкции спортивных и театральных зданий, кинотеатров, аудиторий, школ, торговых центров, рынков, складов, заводских цехов, административных зданий, сельскохозяйственных построек, ангаров, библиотек, клубов и т. д.

Древесина по сравнению с другими строительными материалами имеет производственные преимущества:

- 1) богатая сырьевая база, лёгкость добывания и простота обработки;
- 2) производство строительных работ не имеет сезонного ограничения;
- 3) быстрота возведения сооружений.

Одно из существующих требований, предъявляемое к конструкциям из ДКК, – это предел огнестойкости (СНиП 2.01.02-85, СНБ 2.02.01-98). В настоящий момент на территории Республики Беларусь имеется только один применяемый способ определения пределов огнестойкости массивных деревянных kleеных конструкций – огневые испытания (ГОСТ 30247.0).

Из опыта ранее проведённых испытаний составлено «Справочное пособие по пределам огнестойкости строительных конструкций», в котором не отражены все виды ДКК и их параметры, что не позволяет оперативно вносить изменения в проектную документацию, определять предел огнестойкости ранее построенных зданий (сооружений).

Предел огнестойкости строительных конструкций характеризуется нормируемыми по времени признакам предельных состояний по потере несущей способности (R), целостности (E), теплоизолирующей способности (I). Нормативная база Республики Беларусь (СНБ 2.02.01-98 Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов; ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования; СНБ 5.05.01-2000 Деревянные конструкции) не предусматривает численного расчёта определения пределов огнестойкости массивных деревянных kleеных конструкций, что значительно влияет на материальные и временные ресурсы предприятий (организаций) (продолжительность времени проведения испытаний, значительные финансовые затраты).

Учитывая экономическое положение Республики Беларусь, интенсивность строительства, стремление уменьшить стоимость законченных объектов, возникает вопрос сокращения временных и материальных ресурсов на определение пределов огнестойкости конструкций из ДКК, что не может быть решено без применения численных методов расчёта ДКК.

В настоящее время имеется ряд математических методов определения пределов огнестойкости деревянных конструкций (Б. Бартелеми, Ж. Крюппа, Б. Г. Максимович, А. Стакович. Справочное пособие по пределам огнестойкости строительных конструкций НИИиПБ МЧС РБ). Однако методы несовершены, не учитывают физико-химических явлений, определяющих поведение древесины при воздействии огня. Более полное описание этого явления реализовано в программе, используемой для расчёта на ПЭВМ «Расчёт температурных полей в деревянных конструкциях при пожаре» (Никитин В.И., Ракецкий В.М.).

Однако и данная методика не может быть включена в нормативные документы для определения пределов огнестойкости деревянных конструкций, поскольку:

- при построении математической модели допущения и выбранные значения, используемые при расчётах теплофизических свойств древесины, требуют уточнения;
- математическая модель не учитывает начальную влажность древесины на первой стадии прогрева;
- идентификация математической модели выполнялась только для образцов прямоугольного сечения.

На основании изложенного можно сделать вывод, что существующие методики определения пределов огнестойкости ДКК не позволяют иметь достоверные результаты и не могут быть применены на практике.

Математический алгоритм определения пределов огнестойкости ДКК должен основываться на закономерностях процессов горения.

Для проведения расчёта нужно исходить из следующих предположений:

- 1) нагрузку на конструкцию определяют на основании подробного анализа условий, возникающих во время пожара;

2) тепловое воздействие на конструкцию определяется изменением во времени температурного поля при реальном пожаре;

3) расчёт предела огнестойкости следует выполнять на основе распространения температурного поля в сечении конструкции;

4) в расчёте следует учитывать изменения механических и физических свойств материала, вызываемые высокой температурой;

5) в качестве начальной температурной среды и конструкции принимают  $20^{\circ}\text{C}$ , если нет обоснования для другой величины;

6) в численном расчёте следует учитывать значения влажности конструкции, ориентации её в пространстве, скорости и направления воздушного потока, шероховатости поверхности.

Для создания математической модели, позволяющей устранить недостатки существующих алгоритмов, с последующим развитием нормативной базы проводятся теоретические и экспериментальные исследования. Разработана и изготавливается лабораторная установка определения несущей способности конструкций при воздействии температурных режимов, близких к реальному пожару. Исследования позволяют учесть макрокинетические свойства ДКК, процессы воспламенения и горения материала конструкций с учётом распределения температуры по глубине конденсированной фазы в процессе выгорания, изменения физико-механических свойств ДКК на всех стадиях пожара.

УДК 624.21.033.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УСТРОЙСТВА КРАТКОСРОЧНЫХ МОСТОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОГО ПРОПУСКА ПОЕЗДОВ

В. В. ЛЕВТРИНСКИЙ, А. П. ФЕЩЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

На техническом прикрытии Белорусской железной дороги и Железнодорожных войск Республики Беларусь находится большое количество больших и внеклассных мостов, в том числе и через глубоководные реки Днепр, Сож, Березина. Имеется целая система проектов сооружения обходов, однако в подавляющем большинстве они устарели. За период, прошедший с времени разработки этих проектов, изменилась гидрография рек, очертания берегов, сеть автодорог. Изменились также структура и места дислокации организаций, отвечающих за техническое прикрытие искусственных сооружений, расположение баз конструкций и материалов. Разработана единая система технического прикрытия железных дорог России и Беларуси.

На фоне изменения государственной политики, военной доктрины государства изменились и задачи организаций, формирований и воинских частей, привлекаемых для выполнения восстановительных работ. За это время в области технологии постройки временных и краткосрочных мостов появилось много новых предложений и разработок. В частности, на международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития транспортных систем и строительного комплекса» (Гомель, 2001г.) рассматривался вариант скоростного монтажа металлической эстакады РЭМ-500 в экстремальных условиях, который был использован на ст. Прибор в 2001 г. Появились новые разработки конструкций пролетных строений, изобретены для инвентарного имущества РЭМ-500 рамно-винтовые опоры, которые не имеют аналогов в мире. Усовершенствованы старые образцы копровых агрегатов и разработан новый мобильный складной копер МСК-1, многофункциональная землеройная машина МЦ, установка для завинчивания свай УЗС-10, понтоновозы АНС-5У, АНС-10М. Часть таких средств уже успешно применялась для наводки наплавных мостов при ремонте основных мостовых переходов (наводка наплавных мостов в районе Пинска через р. Ясьельда и в районе Новополоцка через р. Западная Двина).

Таким образом, изменились не только условия наведения мостов, но и технология их сооружения. Требуются новые разработки, в которых были бы учтены новые геополитические, геофизические, гидрографические изменения.