



Юнис Башир Н.



Муна Абдалжкем

Юнис Башир Н, канд.техн.наук, доцент кафедры строительной механики,  
Муна Абдалжкем, аспирант,  
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г.Харьков

## ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ГОРЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, СКЛЕЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КЛЕЯМИ

В статье изложены данные анализа последствий воздействия горения, объясняющие, как важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени клеенных полимерными клеями железобетонных конструкций.

### Введение

Известно, что существенным фактором, сдерживающим внедрение разнообразных полимерных материалов в строительство, является их высокая пожарная опасность. Пожарная опасность материалов и клеенных полимерными клеями изделий, таких как железобетонные конструкции, заключается в следующем:

- 1) способность материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения;
- 2) дымовыделением при горении и воздействии пламени;
- 3) токсичностью продуктов горения и разложения вещества под действием высоких температур;
- 4) огнестойкостью конструкции, то есть способностью сохранять физико-механические (прочность, жесткость) и функциональные свойства изделия при воздействии пламени (1, 3).

Детальное изучение процессов воздействия высоких температур и горения, сопутствующих реакций и физико-механических свойств материалов и природы клеенных полимерными клеями железобетонных конструкций, крайне актуально. Детальное понимание этих процессов даст возможность снизить пожарную опасность клеенных конструкции и оптимизовать комплекс характеристик создаваемого материала.

**Воздействие высоких температур.** Ранее проведенный анализ [1] влияния особенностей засушливого (пустынного) климата Ливии (рис.1) поставил под угрозу долговечность и надёжность эксплуатации железобетонных конструкций.

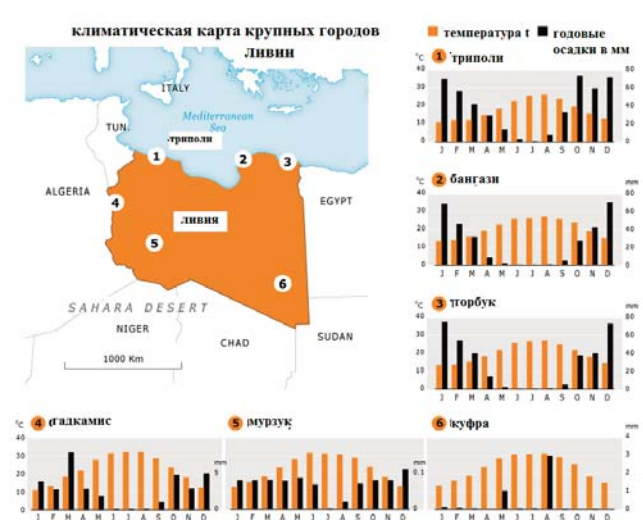


Рис. 1. Климатические особенности городов Ливии

*Воздействие высоких температур на железобетонные элементы клеенных конструкций полимерными клеями может привести к следующим основным последствиям:*

- а) снижению механических свойств бетона и арматуры;
- б) разрушению бетона вследствие его растрескивания или отколов (например, защитного слоя);
- в) образованию температурно-усадочных и силовых трещин;
- г) потере предварительного напряжения арматуры;
- д) ухудшению условий совместной работы бетона и арматуры [4].

Проведенные ранее исследования указывают, что под арматурой при изготовлении конструкций, наблюдается образование трещин, которые получают развитие при температурном воздействии [5]. Кроме того, если изделие до его нагрева получит ещё и внешнюю сжимающую нагрузку, то длина начальных трещин увеличится. При небольшой толщине изделий и высокой влажности бетона при нагреве элемента с двух сторон, происходит увеличение температуры конструкции. В результате возникновения разрушения клеенных железобетонных конструкций при высоких температурах предел теплостойкости железобетонных конструкций [4] резко снижается и часто может не удовлетворять требованиям норм.

Для определения результата влияния различных температур на клеевое соединение авторами проведена серия экспериментов при изменении температуры, которая варьировалась от 15 °С до 65 °С, соответствующих характерным для территории Ливии (рис. 2).

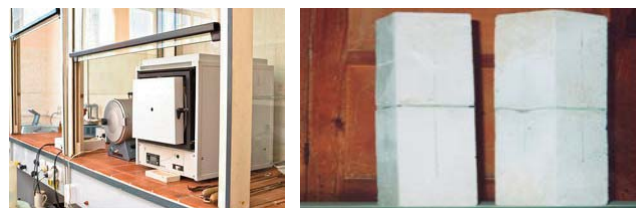


Рис. 2. Лабораторная печь и испытуемые образцы железобетонных конструкций клеенных полимерными клеями

Результаты испытаний железобетонных образцов, клеенных полимерными композициями, подверженных воздействию температур от 15 °С до 30 °С (что соответствует смеси температуры в зимний период на территории Ливии) в течение суток, продемонстрировали, что показатели прочности всех образцов идентичны, изменяются лишь интенсивность и соотношение прочности, которая достаточно высока. Дальнейшие испытания, при которых температура повышалась от 30 °С до 65 °С (смесь температура в летний период на терри-

тории Ливии) показали стабильное снижение прочности элементов клеенных конструкций. Одновременно с этим отмечается появление новых трещин на участках не клеенных ранее. Эти результаты указывают на то, что при предельно высоких температурах, физико-механические показатели и прочностные показатели на сжатие, растяжение и изгиб снижаются. Ранее отмечалось [2,3] что, при температурах выше 50...60°C, предел прочности при скалывании почти перестает снижаться и выходит на некоторое постоянное значение, что может быть связано с тем, что внутренние напряжения могут возрастать лишь до некоторого определенного уровня.

#### Последствия горения органических полимеров

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс, включающий как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе (а также химические реакции превращения и окисления газовых продуктов), так и физические процессы интенсивных тепло- и массопередачи [7,9]. Реакции в конденсированной фазе фактически приводят к газообразным веществам (горючим и негорючим) и твердым продуктам (углеродсодержащим и минеральным). При протекании реакции в газовой фазе в предпламенной области образуются топливо для пламени, сажа и пр. Специфической особенностью химии пламени является наличие сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов (рис.3).

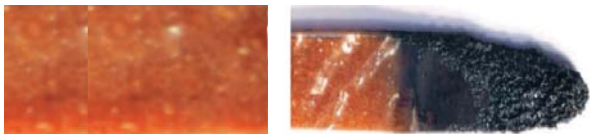


Рис. 3. Обазец полимерного клея до и после процесса горения

Синтетические мономеры и олигомеры, наиболее часто используемые в качестве связующего при изготовлении полимербетонов, имеют различную температуру воспламенения и удельную теплоту сгорания, которые в зависимости от вида полимера могут отличаться между собой в 1,5-2 раза.

Наличие огромного числа разнообразных продуктов деструкции как в конденсированной, так и в газовой, предпламенной области полимерных материалов, сильно затрудняет экспериментальные исследования и создание строгих количественных теорий процессов горения полимеров, которые бы учитывали все химические и другие особенности конкретных систем, поэтому данные в основном приводятся теоретические.

Анализ научных работ [6,7] позволяет рассматривать горение полимерных материалов как непрерывный процесс, состоящий из ряда стадий: аккумуляции тепловой энергии от источников зажигания, разложения материала, воспламенения и горения летучих продуктов пиролиза. При этом, большая часть тепла, ответственного за поддержание самостоятельного химического превращения, выделяется в газовой фазе при окислении газообразных продуктов деструкции полимера. Область максимальной скорости выделения тепла (газовое пламя) обычно расположена от поверхности на расстоянии нескольких миллиметров и более, в зависимости от конкретных условий горения.

Поэтому можно говорить о существовании критических условий, определяющих границы возможного горения материала [8]. Эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками данного материала. Следует отметить, что большинство пожаров возникает от малокалорийных источников тепла и огня, поэтому важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени.

#### Заключительные выводы и рекомендации

До сих пор пожары приносят огромный материальный ущерб и многочисленные жертвы. Роль современных полимерных материалов в этом значительна. Изучение процессов горения и сопутствующих реакций материалов и природы клеенных полимерными клеями железобетонных конструкций, даст возможность снизить их пожарную опасность.

В результате возникновения разрушения клеенных конструкций при высоких температурах, предел теплоустойчивости резко снижается и может не удовлетворять требованиям норм. Испытания показали, что при воздействии предельно высоких температур, физико-механические и прочностные показатели на сжатие, растяжение и изгиб снижаются.

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс сложного пространственного распределения температуры и концентраций исходных и промежуточных веществ и продуктов. Эти условия зависят от геометрии образцов и пламени, температуры полимера и газовой среды и не являются абсолютными характеристиками материала. Именно поэтому говорить об однозначных закономерностях при горении полимерных материалов не представляется возможным. Теоретические данные анализа последствий воздействия горения дают ясное понимание того, что важно обеспечить медленное разгорание и распространение пламени клеенных полимерными клеями железобетонных конструкций.

#### Литература:

1. Mouna Abdalhkem., The use of polymer adhesives for the reconstruction of concrete elements of destroyed buildings in libya International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 4, Issue 4, 2015.
2. Попов Виктор Михайлович. Влияние времени обработки клея в магнитном поле и температуры на прочность клеевых соединений древесины, Научный журнал КубГАУ, №75(01), 2012 года.
3. Пустовойтова О.М. Деформативность растворов на основе акриловых полимер-растворов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.23. – К.: Техніка, 2000. – С.80-83.
4. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при по-

жаре [ Текст ]. –Введ. 01.01.1979. М.: Стройиздат 1979 г.

5. Алексеев, С.Н. Долговечность железобетона в агрессивных средах [ Текст ] / Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., С. Модры, П. Шисль . М.: Стройиздат 1990. – 144 с.
6. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. М.: Наука, 1981.
7. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я., Михайлов Д.С., Ушков В.А., Филин Л.Г. Пожарная опасность строительных материалов. М.: Стройиздат, 1988.
8. Берлин Ал.Ал., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопан Н.С. Принципы создания композиционных материалов. М.: Химия, 1990.
9. Халтуринский Н.А., Берлин Ал.Ал., Попова Т.В. Горение полимеров и механизмы действия антипиренов // Успехи химии. 1984. Т. 53. № 2. С. 326.