

В.С. Зырянов, К.Л. Кузнецов, А.А. Шеков
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЕРМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ
БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА ОАО «АНГАРСКЦЕМЕНТ»
МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

В статье проведен анализ ИК-спектров бетонов на основе цемента ОАО «Ангарскцемент» марок М400 и М400Д20 с различной степенью термического поражения. Установлено, что дифференцировать конструкции, подвергнутые воздействию температур более 600 °С, можно по пику 3640 см⁻¹ высокой интенсивности, характерного для портландита, на фоне низкой интенсивности, либо отсутствия широкого пика в области 3450 см⁻¹, характерного для ОН-связей иной природы.

Ключевые слова: бетон, цемент, пожар, инфракрасная спектроскопия.

Ziryanov V. S., Kuznetsov K. L., Shekov A. A.
DETERMINING THE DEGREE OF THERMAL DESTRUCTION
OF CONCRETE MADE FROM CEMENT PRODUCTION
"ANGARSKCEMENT" BY IR SPECTROSCOPY

In the article the analysis of the IR spectra of concrete based cement M400 and MD, manufacturer «Angarskcement». The concrete had a different degree of thermal damage. It is established that differentiate the concrete is exposed to temperatures over 600 °C can be at the peak of portlandite (3640 cm⁻¹) high intensity, low intensity, or absence, of a broad peak in the region of 3450 cm⁻¹, characteristic of the OH groups of another nature.

Keywords: concrete, cement, fire, infra-red spectroscopy.

Повсеместное применение бетона и железобетона в качестве строительных материалов обуславливает актуальность исследования цементного камня после пожара с целью установления очага возгорания и причины пожара.

Одним из эффективных методов определения степени термического поражения бетонных и железобетонных конструкций является ультразвуковая дефектоскопия, базирующаяся на изменении скорости прохождения звуковой волны в результате формирования трещин в массе материала при термическом воздействии. К сожалению, эксперт с соответствующим оборудованием в редких случаях участвует в осмотре места происшествия, связанного с пожаром, а работает в основном с представленными на исследование объектами. Процесс отбора образцов цементного камня не представляет особой сложности, в связи с чем одним из

эффективных аналитических методов его исследования является инфракрасная (ИК) спектроскопия.

Целью работы явилось исследование цементного камня с различной степенью термического поражения методом ИК-спектроскопии.

Для исследования были подготовлены образцы бетонов на основе цемента марок М400 и М400 Д20 производства ОАО «Ангарскцемент». Цементный раствор заливался в формы и выдерживался в течение 25 суток. Затем каждый образец обжигался в муфельной печи при температурах от 200 до 800 °С с интервалом 100 °С в течение 15 минут.

ИК-спектры цементного камня, отобранного с поверхности образцов, снимали в КВr на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 1201.

При визуальном осмотре образцов бетона на основе цементов марок М400 и М400Д20 (рис. 1, 2) было установлено, что при температуре около 600 °С наблюдается изменение цвета и формирование микротрещин, которые при увеличении температуры до 800 °С растут и приводят к разрушению образцов.

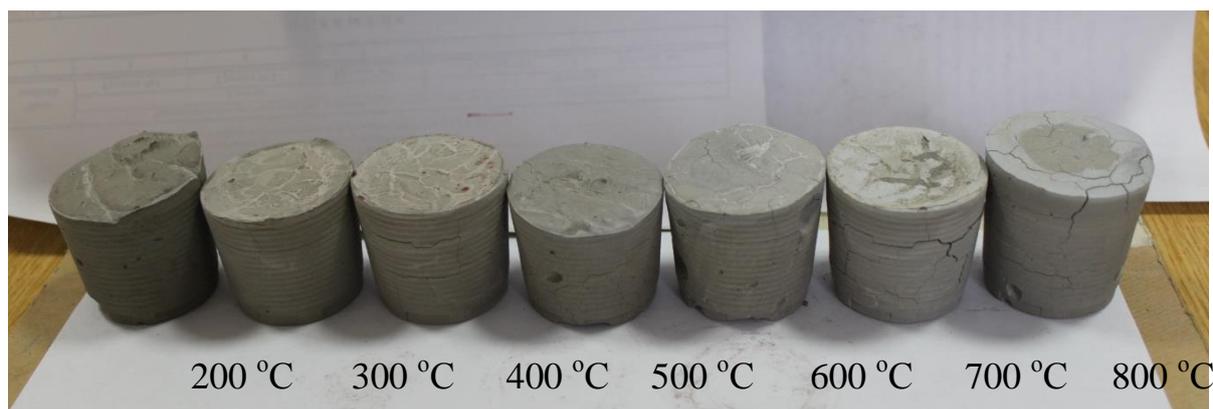


Рис. 1. Образцы бетона на основе цемента М400, обожженные при температурах 200–800 °С

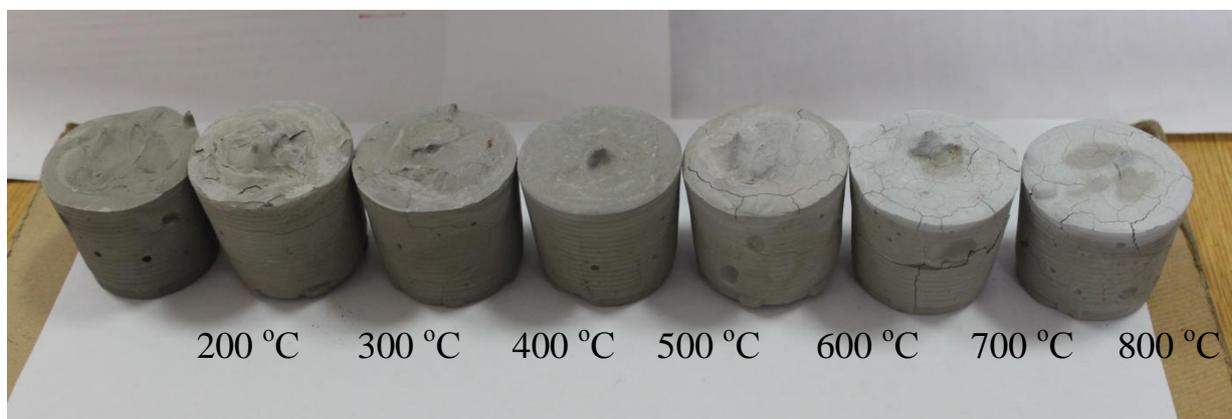


Рис. 2. Образцы бетона на основе цемента М400 Д20, обожженные при температурах 200–800°C

Изменения связаны с процессами дегидратации цементного камня и изменением его структуры. Это также отражается на ИК-спектрах образцов.

Наиболее подробно особенности изменения функционального состава цементного камня на основе портландцементов при нагревании и методики их исследования после пожара изложены в работе Е.Д. Андреевой и И.Д. Чешко [1].

ИК-спектры, полученные при исследовании цементного камня на основе цементов марок М400 (рис. 3) и М400 Д20 (рис. 4) производства ОАО «Ангарскцемент», подобны представленным в работе [1] спектрам. Для них характерны полосы поглощения гидроксильных групп различной природы в области 3000–3750 см^{-1} , полосы иона (CO_3^{2-}) карбоната кальция в области 874 и 1430 см^{-1} , а также широкая полоса поглощения в интервале 900–1200 см^{-1} кремнекислородных групп. Наличие активных минеральных добавок в цементе марки М400 Д20 не оказывает значительного влияния на характеристические полосы поглощения в ИК-спектрах.

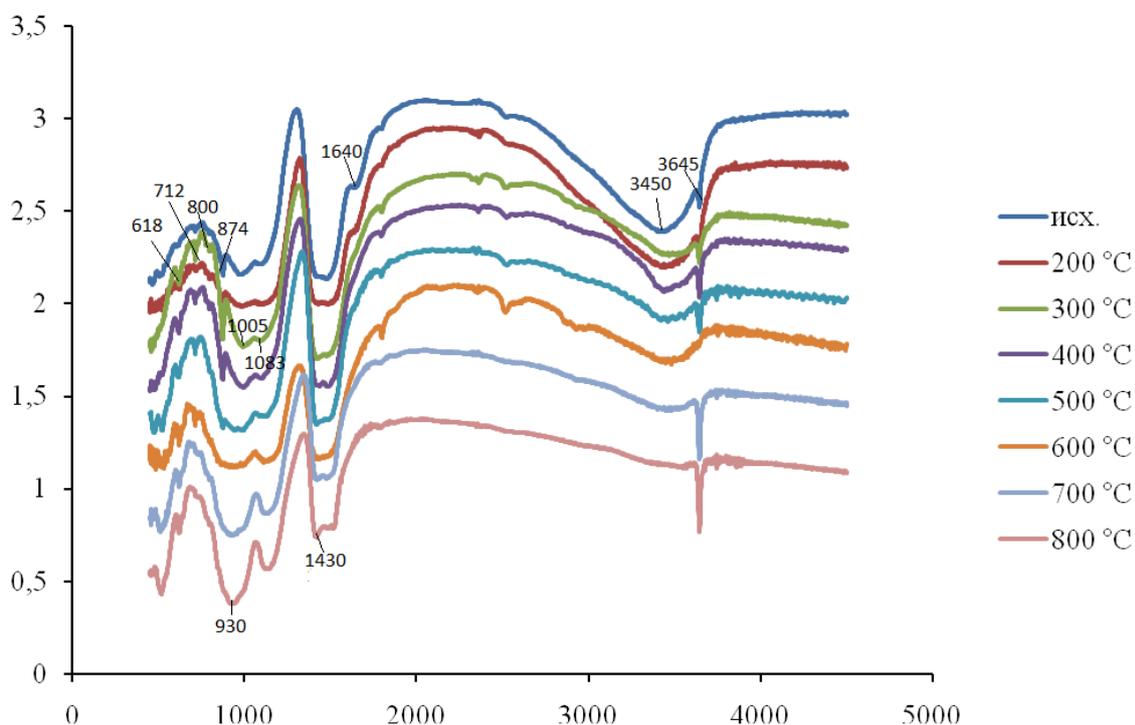


Рис. 3. ИК-спектры бетона на основе цемента марки М400

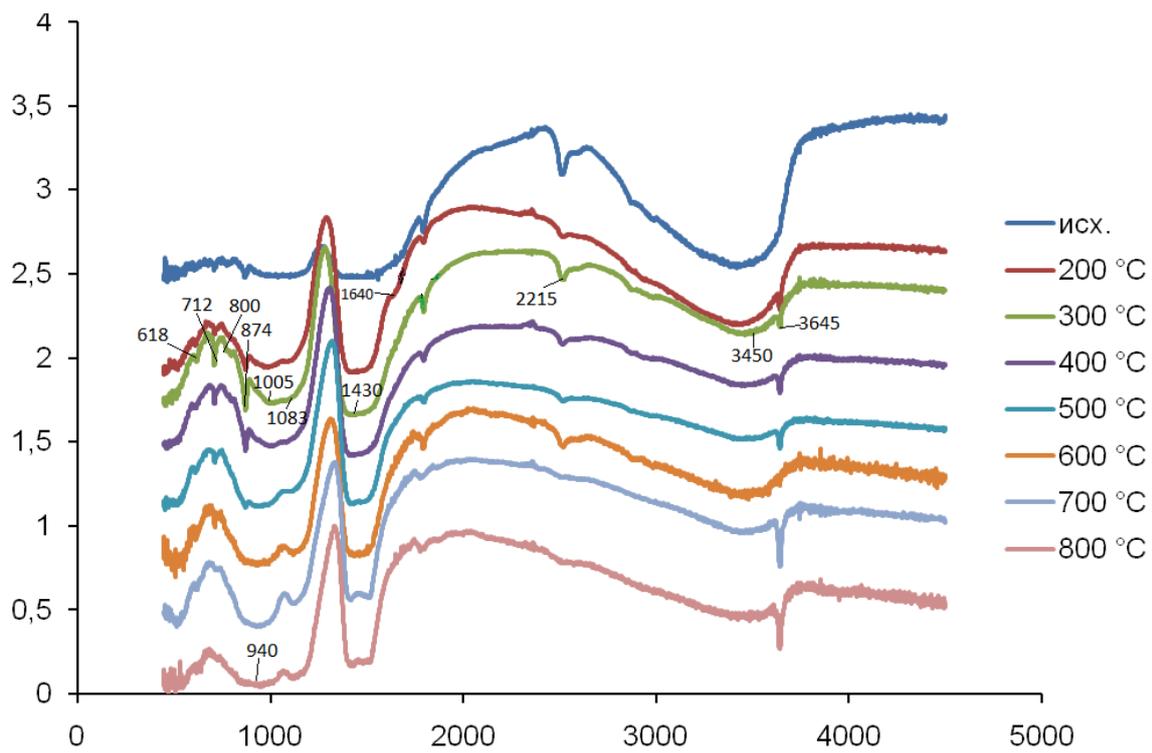


Рис. 4. ИК-спектр бетона на основе цемента марки М400 Д20

При увеличении температуры наблюдается снижение интенсивностей полос поглощения 1640 и 3450 см^{-1} , характерных для воды. При этом пик 1640 см^{-1} исчезает уже при температуре $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В области $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ начинается разложение карбонатов, входящих в состав портландцемента, что сопровождается снижением интенсивности полосы поглощения 1430 см^{-1} и полным нивелированием полосы 874 см^{-1} .

В отличие от результатов, представленных в работе [1], в ИК-спектрах цементного камня на основе цементов марок М400 и М400 Д20 производства ОАО «Ангарскцемент» присутствуют хорошо разрешимые полосы поглощения в области 3640 см^{-1} , которые большинство авторов [2–4] относят к колебаниям связи (ОН). В то же время стоит согласиться с мнением авторов [5, 6], что данная связь характерна для портландита $\text{Ca}(\text{OH})_2$, являющегося одним из продуктов гидратации портландцемента.

При нагревании цементного камня наблюдается постепенное снижение интенсивности полосы поглощения 3640 см^{-1} до полного исчезновения при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дальнейший рост температуры сопровождается увеличением интенсивности данной полосы, при этом интенсивность широкого пика в области 3450 см^{-1} характерного для воды остается невысокой. Как было отмечено выше, при температуре около $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ разлагаются карбонаты. Возможно, образующийся оксид кальция, который придает образцам цементного камня белый цвет, при остывании взаимодействует с парами воды в воздухе и способствует росту интенсивности пика 3640 см^{-1} , характерного для портландита.

Таким образом, можно выделить интервал до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, когда степень термического поражения конструкций, содержащих цементный камень, можно определять по изменению интенсивности пиков в области 1640 , 3000 – 3750 см^{-1} характерных групп (ОН) различной природы и интервал с температурой более $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, когда степень термического поражения целесообразно устанавливать по снижению интенсивности пиков 874 и 1430 см^{-1} характерных для карбонатов. При этом дифференцировать конструкции, подвергнутые воздействию температур более $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ можно по пику 3640 см^{-1} высокой интенсивности, характерного для портландита на фоне низкой интенсивности либо отсутствия широкого пика в области 3450 см^{-1} характерного для (ОН) связей иной природы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Андреева Е.Д. Применение ИК-спектроскопии при исследовании объектов, изъятых с места пожара: методическое пособие. М.: ВНИИПО, 2010. 91 с.
2. Марченко Л.А., Марченко А.А. Влияние совместно-осажденных гидроксидов на сорбцию ионов тяжелых металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2009. Т. 9. Вып. 6. С. 868–876.
3. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 782 с.

4. Иванова Н.Д., Стадник О.А., Псарева Т.С. и др. Новые композитные материалы на основе оксидных соединений хрома, молибдена, кобальта // Химия, физика и технология поверхности. 2012. Т. 3. № 3. С. 307–311.

5. Естемесова А.С. Экотехнологичное производство сухих строительных смесей с применением стекольного боя: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Алматы: ЦЕЛСИМ, 2007. 26 с.

6. Кокнаев Н.Ф. Безгипсовые вяжущие автоклавного твердения // Строительные материалы. 1993. № 2. С. 18–20.