

Академия строительства Украины
(Северо-западное территориальное отделение)
Украинский государственный университет
водного хозяйства и природопользования
Ровенский государственный центр
научно-технической и экономической информации

**Структура,
свойства и состав бетона**
*вопросы теории бетоноведения
и технологической практики*

*Материалы III научно-практического семинара
11-12 ноября 2003 г.*



Ровно 2003

5. Жданюк В.К., Шиленко П.И. Результаты сравнительных исследований морозоустойчивости асфальтобетонов // Материалы международной научной конференции. - Харьков: ХНАДУ (ХАДН). - 2002. - С. 46 - 48.
6. Гуркаленко В.А. Оценка адаптационных свойств цементного бетона в агрессивных средах: Дис... канд. Техн. наук: 05.23.05. - Харьков, 2001. - 178.

Коробко О.А., к.т.н. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Определены и проанализированы коэффициенты корреляционной зависимости между начальными объемными изменениями (ΔV) и трещиностойкостью цементных композиций. Регулирование объемными деформациями цементного вяжущего позволяет получать материалы с требуемой вязкостью разрушения.

Увеличение срока "службы" конструктивных элементов зданий и сооружений достигается своевременным проведением их ремонта с применением высококачественных материалов. В большинстве случаев используют ремонтные композиции на основе цементного вяжущего, обладающих необходимым комплексом физико-технических свойств и, в первую очередь, повышенной трещиностойкостью при заданных физико-механических характеристиках.

Стойкость затвердевших цементных систем к возникновению трещин под влиянием внешних воздействий является функцией их структуры и в значительной степени определяется таким ее важным параметром как технологические трещины. От количества, взаимного ориентирования и геометрических особенностей наследственных дефектов в объеме материала зависит его поведение при действии эксплуатационных нагрузок [1]. Одной из основных причин зарождения и развития трещин в твердеющих цементных композициях считают начальные объемные изменения вяжущего. Объемные деформации определяют кинетику роста технологических трещин, их качественные и количественные характеристики, что, как следствие, отражается на стрессии и свойствах конечного продукта. Поэтому была поставлена задача изучения влияния величины начальных объемных изменений на трещиностойкость и прочность цементных композиций.

Предпосылки для появления технологических трещин в цементных композициях создаются физико-механическими процессами их структурообразования [2]. При этом необходимым условием зарождения и развития микротрещин считают проявление на внутренних по отношению к твердеющей системе поверхностях разделов объемных изменений [3]. Объемные деформации

являются следствием лиофилизации поверхности цементных зерен, объединенных в сложные по составу и строению структурные агрегаты, при их взаимодействии с водой затвердения. В результате обменных химических реакций изменяются удельные объемы частиц дисперсной фазы, гидратных новообразований, а также объем дисперсионной среды. Разнонаправленные объемные изменения приводят к последовательному накоплению в зонах межчастичных контактов (устях зародышевых трещин) деформаций сдвига и растяжения, ослабляющих связи между частицами и способствующих раскрытию внутренних ПР, что обуславливает рост микротрещин. Величина объемных изменений определяет время достижения пластическими деформациями критических значений, а, следовательно, и как скорость, так и направление движения начальных трещин.

Таким образом, формирование технологической поврежденности цементных композиций в значительной степени определяется начальными ΔV твердеющих систем. При этом количество зарождающихся трещин, условия их развития, размеры, форма и распределение в объеме материала во многом зависят от величины объемных изменений.

Исходя из представлений механики разрушения [4], считают, что технологические дефекты концентрируют в своем устье напряжения, намного превышающие средние напряжения в материале. Для повышения эксплуатационной надежности цементных композиций под действием внешних нагрузок необходимым является снижение числа, степени развитости и деформированности берегов начальных трещин. Управлять характером трещинообразования твердеющих систем, как показал проведенный анализ, можно регулированием параметров объемных деформаций вяжущего. Это позволит получать материалы с пониженной начальной поврежденностью и требуемой вязкостью разрушения.

Для количественной оценки влияния объемных изменений на трещиностойкость затвердевших цементных композиций использовали метод определения коэффициентов интенсивности напряжений [5]. В опытах применяли стандартные образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см с искусственно созданной трещиной, инициирование которой осуществлялось заложением металлической пластины в образец при его формовании (K_{Ic}^P) и распилом уже готового образца (K_{Ic}^R). Иницированные трещины выступили в качестве моделей технологических дефектов.

Трещина, полученная способом заложения, закладывалась в образец еще до начала твердения материала. Поэтому можно предположить, что берега такой трещины как своеобразные поверхности раздела будут воспринимать и перераспределять объемные деформации твердеющей системы. Проявление градиентов ΔV , различных по виду, направлению и значениям, приводит к изменению формы и длины берегов инициированной трещины, определяя

вероятность как их полного или частичного смыкания, так и дальнейшего подрастания и вствлания.

Инициирование трещины методом распила производят в затвердевшем образце, которому присущи уже фиксированные параметры, количество и распределение технологических дефектов, обусловленные величиной и кинетикой объемных деформаций. В этом случае степень и характер начальной поврежденности образца будет определять значения силы нагружения и траекторию роста искусственной трещины.

Геометрические характеристики трещин, в зависимости от способа их инициирования, влияют на формирование остаточного напряженно-деформативного состояния затвердевших образцов и, как следствие, на их поведение под нагрузкой. В свою очередь, условия развития, а, значит, качественные особенности, количество и ориентирование технологических трещин в значительной степени зависят от величины и скорости объемных изменений цементных композиций, особенно в начальный период твердения, что связано с необратимостью пластических деформаций. Представляет интерес определение коэффициентов корреляционной зависимости между значениями ΔV и трещиностойкостью (и прочностью) цементных композиций.

В опытах использовали портландцемент марки 500 производства ЗАО «Одессацемент» и кварцевый наполнитель. Изменение количества и удельной поверхности частиц наполнителя в составе вяжущего позволило получать системы с различной величиной начальных объемных изменений. Значения ΔV фиксировали каждые 30 минут в течение 9 часов, а затем суммировали.

Экспериментальные результаты показали, что при принятых способах инициирования трещины, снижение величины объемных деформаций цементных композиций в первые часы твердения ведет к повышению вязкости разрушения затвердевших систем (рис. 1). Это подтверждается рассчитанными коэффициентами полиномиальной корреляции, которые составили: для $K_{1c}^a=0.83$, для $K_{1c}^p=0.85$.

С уменьшением значений ΔV возрастает также и прочность цементных композиций (рис. 2) как при сжатии ($R=0.76$), так на растяжение при изгибе ($R_{bt}=0.77$).

Из полученных данных следует, что по количественным значениям объемных изменений можно прогнозировать стойкость цементных композиций к развитию трещин под действием эксплуатационных нагрузок.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Условия развития и геометрические параметры технологических трещин определяются величиной и кинетикой объемных изменений твердеющих систем.

2. Снижение объемных деформаций цементных композиций в начальный период твердения приводит к повышению их трещиностойкости и прочности.

3. Регулируя величину объемных изменений твердеющих цементных композиций, можно получать материалы с требуемой вязкостью разрушения при заданных физико-механических характеристиках.

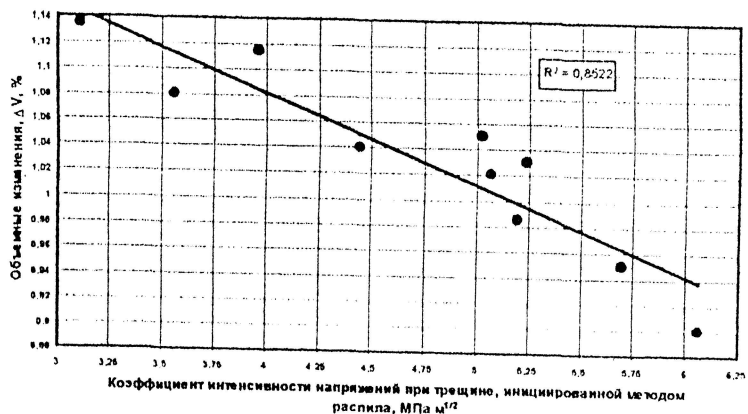
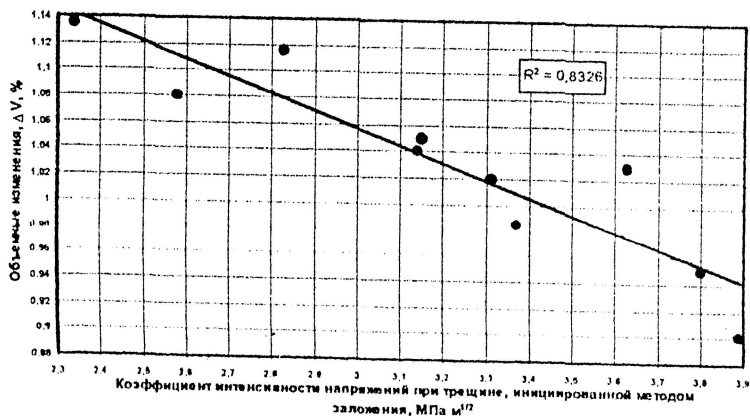


Рис. 1. Корреляционная зависимость между начальными объемными изменениями и трещиностойкостью цементных композиций

а) между величиной ΔV и значениями K_{Ic}^σ ,
 б) между величиной ΔV и значениями K_{Ic}^P .

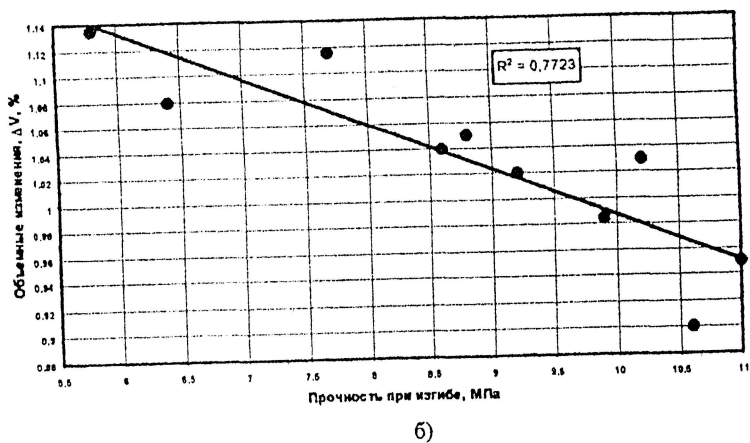
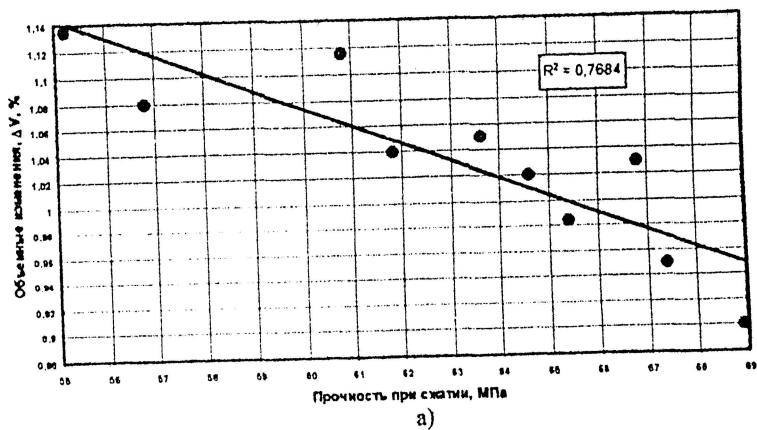


Рис. 2. Корреляционная зависимость между начальными объемными изменениями и прочностью цементных композиций
 а) между величиной ΔV и значениями R_c ,
 б) между величиной ΔV и значениями $R_{fл}$.

1. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Технологическая механика композиционных материалов. – Киев: Общество «Знание» Украины, 1991. – 19с.
2. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. – Одесса: ИМКС «Город мастеров», 1998. – 165с.
3. Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Выровой В.Н. Топологические физико-механические аспекты полнеструктурной теории бетонов // Технологическая механика бетона. – Рига: РПИ, 1988. – С.158-171.
4. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. – К.: Будівельник, 1991. – 144с.
5. ГОСТ 29167-91. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 19с.

Орловський В.М., Гамзатов Р.Г., Гудій В.С., Поліщук О.М.,
Чудносський С.М., к.т.н., Погорельяк О.А. (ТОВ НВП "МК ТІМ", м. Рівне)

ДЕФЕКТИ БЕТОНУ В КОНСТРУКЦІЯХ, ДОСВІД ЇХ ВИЯВЛЕННЯ, ОЦІНКА ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЯКОСТІ БЕТОНУ

Незважаючи на значний прогрес в технології проведення бетонних робіт, розвитку науки бетоноведення в практиці будівництва мають місце випадки виявлення неякісного бетону у вигляді різного типу дефектів. До найбільш поширених дефектів бетону в конструкціях слід віднести поверхневі та глибинні раковини, порожнини, каверни, прошарки слабкого та неоднорідного бетону, тріщини, невідповідність міцності бетону проектним вимогам [1].

Дефекти в бетоні виникають внаслідок багатьох причин: використання неякісних матеріалів, розшарування бетонної суміші при транспортуванні та вкладанні її в конструкції, великою густиною армування при відсутності певних реологічних властивостей сумішей, що не забезпечує досягнення належного ущільнення, поганим доглядом за вкладеним бетоном, неякісною тепловою обробкою бетону, особливо взимку за температури повітря нижче -10°C . Крім того, при експлуатації споруд на бетон може негативно впливати агресивне середовище, яке незважаючи на його міцність спричиняє появу дефектів.

Кожин з вищезгаданих дефектів може стати причиною послаблення і деформації конструкції, а також її часткової або повної руйнації. Лише безпосереднє обстеження характеру дефекту дає можливість визначити фактичний стан конструкції та розробити заходи по відновленню їх експлуатаційних властивостей.

При спорудженні об'єктів атомних електростанцій широко застосовують збірно-монолітні конструкції, що дозволяє підвищити рівень індустріалізації і