

УДК 691:539.217.2

**ВЛИЯНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ БЕТОНА.**

**ВПЛИВ ЗАПОВНЮВАЧІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ БЕТОНУ.**

**EFFECT OFFILLERON THE FORMATIONOF CONCRETETSTRUCTURES.**

**Тофаныло В.Ю., асп, Коробко О.А., к.т.н., доц., Выровой В.Н. д.т.н., проф.,** (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**Тофанило В.Ю., асп, Коробко О.А., к.т.н., доц., Вировий В.М. д.т.н., проф.,** (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

**Tofane V.Y., graduate student, Korobko O.A., candidate of technical sciences, associate professor, Vyrovyy V. M., doctor of technical sciences, professor.** (Odessa State Academy of Construction and Architecture, Odessa)

**В статье рассматривается влияние заполнителей на формирование структуры бетона, а также физико-механические процессы формирования макроструктуры.**

**У статті розглядається вплив заповнювачів на формування структури бетону, а також фізико-механічні процеси формування макроструктури.**

**The article examines the impact of aggregates on the structure of concrete, as well as physical and mechanical processes of formation of the macrostructure.**

**Ключевые слова:**

Заполнители, макроструктура структура бетона деформаций;  
Заповнювачі, макроструктура структура бетону деформаций;  
Aggregates, concrete structure, macrostructure deformities.

**Введение**

На формирование структуры бетона значительное влияние оказывают количественные и качественные характеристики заполнителей. Структурообразование определяется: количеством заполнителей, расстоянием между заполнителями, ориентацией заполнителя друг относительно друга и адгезионно-когезионными силами связи между заполнителем и матричным материалом.

Таким образом, можно предположить, что управлять процессами организации структуры бетона как матричного композиционного материала можно за счет изменения условий взаимодействия твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей. При этом следует учитывать расстояние между заполнителями, их ориентацию друг относительно друга, рельеф поверхности заполнителей и уровень адгезионно-когезионных сил связи на границах раздела. Это позволит направленно создавать поля технологических деформаций в каждой структурной ячейке, управлять процессами зарождения и развития трещин, что позволит получать бетоны с заданными структурными характеристиками и следовательно, с прогнозируемыми физико-механическими свойствами.

В связи с этим, была определена задача исследований - направленно организовать макроструктуры бетона за счет изменения условий взаимодействия твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей различного вида, путем изменения количества, ориентирования и состояния их поверхности.

#### **Методика проведения исследований**

Физико-механические процессы формирования макроструктуры анализировали на моделях структурных ячеек бетона [1]. При этом бетон рассматривался как матричный композиционный материал, структурное оформление которого зависит от характера взаимодействия твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей. В работах [1,2] отмечается, что формирование технологических деформаций определяется в основном геометрическими параметрами структурных ячеек бетона – формой заполнителя, их ориентированием друг относительно друга и расстоянием между заполнителями. Вид матричного материала оказывает влияние на кинетику развития и величину остаточных деформаций. Для подтверждения таких выводов в принятых моделях структурных ячеек изменяли как вид и форму заполнителей, так и природу, и способы твердения матричного материала. Контролировали кинетику развития остаточных деформаций при использовании в качестве матрицы фоточувствительных материалов, время появления и характер развития технологических трещин, возникающих в матрице различной природы в процессе формирования структуры бетона.

Характер взаимодействия матричного материала с поверхностью заполнителей изменяли путем изменения когезионно-адгезионных сил связи на границе раздела. Для обеспечения условий минимальной адгезии ( $R_A < R_K$ , где –  $R_A$ -сила адгезии,  $R_K$  - сила когезии), поверхность заполнителей покрывалась водоотталкивающими составами. Обеспечение  $R_A > R_K$  достигалось обезжириванием поверхностей заполнителей. Частичная адгезия ( $R_A = R_K$ ) реализовывалась путем защиты отдельных участков поверхности заполнителей водоотталкивающими составами[3].

В качестве матричного материала в исследованиях использовали цементное тесто с В/Ц = 0,32 на основе портландцемента ПЦ марки 500 производства ЗАО «ОДЕССАЦЕМЕНТ». Также в качестве матричного

материала применялась эпоксидная смола (отвердители ПЭПА, соотношение 10:1 по объему), которая обладает оптической анизотропией и глина с В/Г = 0,6.

**Анализ влияния условий взаимодействия матрицы с заполнителями на кинетику и характер трещинообразования макроструктуры.**

Выявлено, что при одинаковом взаимодействии твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей и одинаковом расстоянии между заполнителями, распределение собственных деформаций и связанное с ним распределение трещин зависит от ориентирования заполнителей друг относительно друга.

При полной адгезии твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей практически отсутствуют трещины сцепления, рис. 1

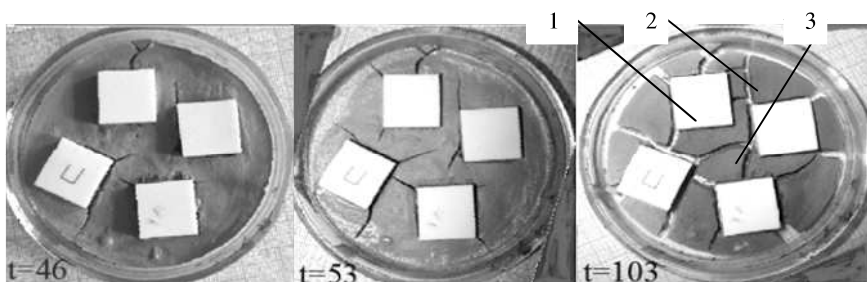


Рис. 1. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при  $R_A > R_K$ , матрица из глиняного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

Более сложная картина распределения трещин в моделях с различным ориентированием заполнителей при избирательной адгезии твердеющего матричного материала к поверхности заполнителей ( $R_A = R_K$ ). В модели присутствуют трещины сцепления на поверхности раздела матрицы с заполнителем в местах, где нет водоотталкивающего материала.

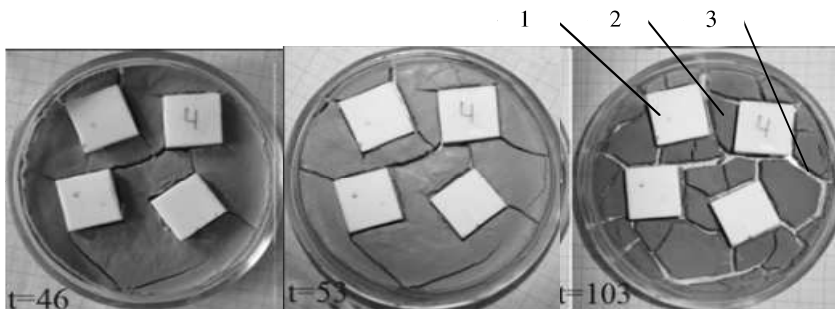


Рис.2. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при  $R_A = R_K$ , матрица из глиняного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

В моделях без адгезии на поверхности раздела матрицы с заполнителем, вокруг последнего, образуются трещины сцепления.

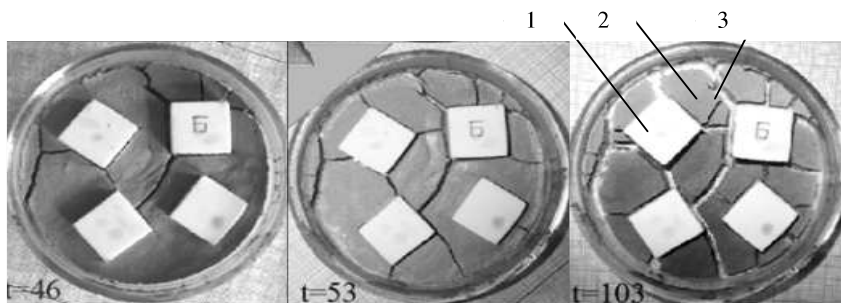


Рис.3. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при  $R_A < R_K$ , матрица из цементного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

Трещинообразование матричного материала во многом зависит от характера формирования технологических деформаций, которые анализировались на моделях, в которых в качестве матрицы использовались фотооптические материалы. Вид остаточных полей деформаций зависит от уровня адгезионно-когезионных сил связи на границах раздела, рис.4

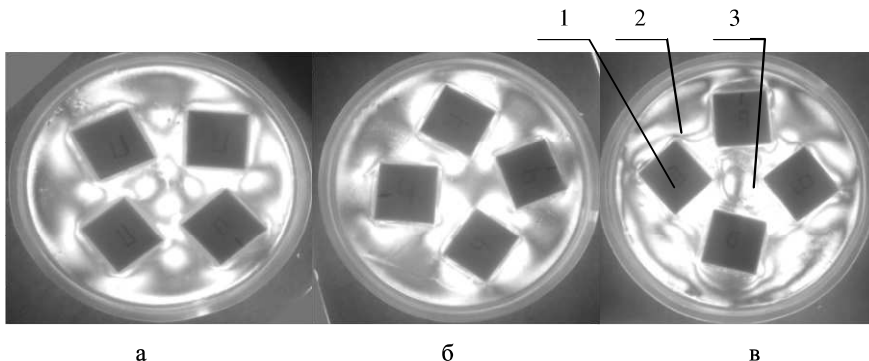


Рис.4. Характер возникновения напряжений в модели структурной ячейки эпоксидной смолы при а) адгезии  $R_A > R_K$ , б) частичной адгезии  $R_A = R_K$  и в) отсутствии адгезии  $R_A < R_K$ ; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

Анализ показал, что при взаимодействии матричного материала в нем возникают градиенты объемных деформаций, которые можно считать причиной нарушения целостности матрицы.

Аналогичный результат по влиянию состояния поверхности заполнителей на характер трещинообразования матричного материала полученных на структурных ячейках, в которых в качестве матрицы использовались цементно-водные композиции. Суммарная ширина раскрытия технологических трещин в цементной матрице на порядок меньше, по сравнению с суммарной шириной раскрытия трещин в матрице из глины.

При этом коэффициенты поврежденности, которые оцениваются по отношению к общей протяженности технологических трещин,  $\sum L_t$ , к площади поверхности на которых они проявились,  $S$ ,  $K_p = \sum L_t / S$ , зависит от условий взаимодействия твердеющего матричного материала с поверхностью заполнителей.

Проведенный комплекс исследований по влиянию количества заполнителей и способов их ориентирования друг относительно друга, показал, что характер трещинообразования матричного материала, зависит не столько от его природы, сколько от геометрических характеристик структурных ячеек и адгезионно-когезионных взаимодействий на границе раздела. Анализ полученных результатов позволяет выявить управляющие факторы для направленного изменения характера трещинообразования макроструктуры бетона.

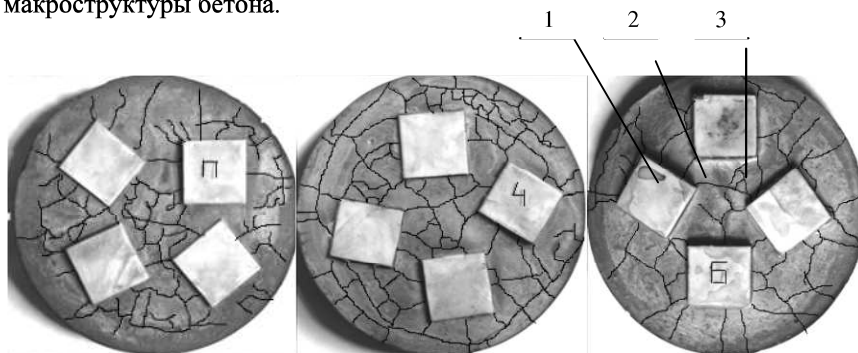


Рис.5. Характер трещинообразования в моделях структурной ячейки бетона при: а) адгезии  $R_A > R_K$ , б) частичной адгезии  $R_A = R_K$  и в) отсутствии адгезии  $R_A < R_K$ , матрица из цементного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 – трещина в материале

**Вывод.** Проведенные исследования и их анализ позволяют заключить:

1. Характер формирования полей технологических деформаций в значительной степени предопределяется геометрическими параметрами структурных ячеек бетонавне зависимости от вида и причин твердения матричного материала.
2. В зависимости от условий взаимодействия твердеющего матричного материала с заполнителями определяется «рисунок» трещин на уровне макроструктуры, что предопределяет механизм формирования трещин на уровне макроструктуры.

1.Повышение трещиностойкости и водостойкости легких бетонов / Г.И. Горчаков, Л.П. Орентлихер и др. – М.: Стройиздат, 1971. – 587с.2.Осетинский Ю.В., Подвальный А.М. О выборе модели для расчета собственных напряжений в бетоне // Механика композиционных материалов. – 1982. - №5. – С. 789-796.3.Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Солмагов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. – К.: Будівельник, 1991, - 144с.: ил.