

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

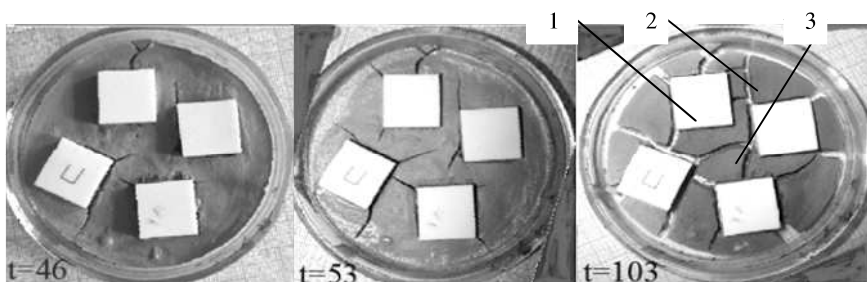


Рис. 1. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при $R_A > R_K$, матрица из глиняного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

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.

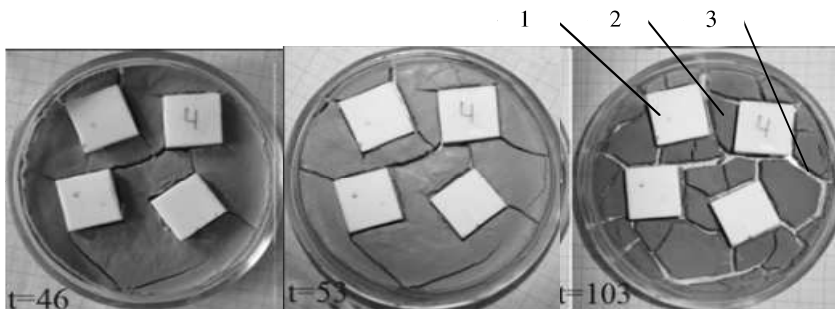


Рис.2. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при $R_A = R_K$, матрица из глиняного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

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

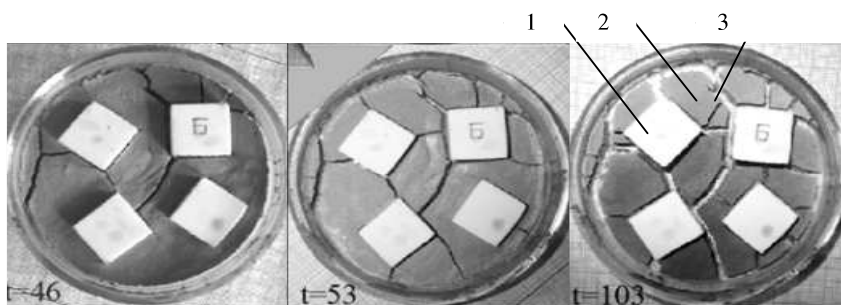


Рис.3. Характер трещинообразования в модели структурной ячейки бетона при $R_A < R_K$, матрица из цементного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

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

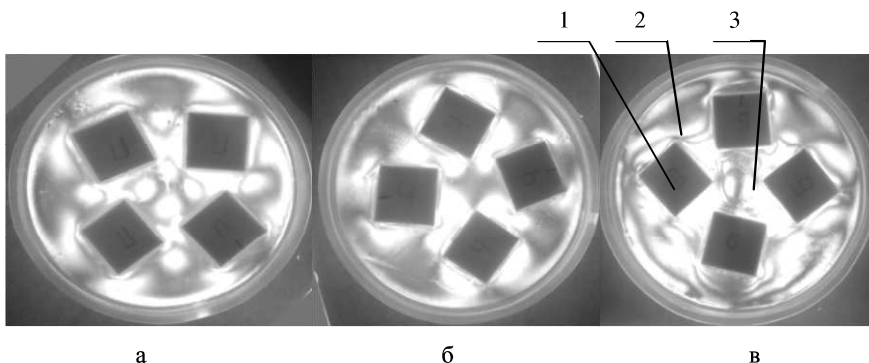


Рис.4. Характер возникновения напряжений в модели структурной ячейки эпоксидной смолы при а) адгезии $R_A > R_K$, б) частичной адгезии $R_A = R_K$ и в) отсутствии адгезии $R_A < R_K$; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 - трещина в матричном материале

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.

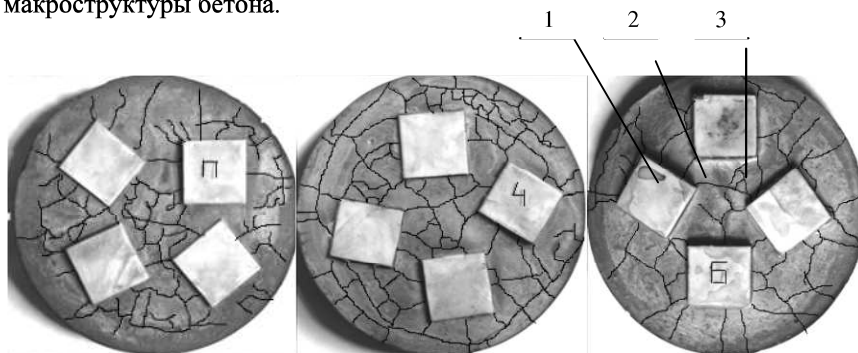


Рис.5. Характер трещинообразования в моделях структурной ячейки бетона при: а) адгезии $R_A > R_K$, б) частичной адгезии $R_A = R_K$ и в) отсутствии адгезии $R_A < R_K$, матрица из цементного теста; 1 – заполнитель; 2 – матрица; 3 – трещина в материале

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.