

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

*Иким Я.С. ПГС-340.*

*Научный руководитель – Столевич И.А.*

Повышение эффективности строительного производства невозможно без совершенствования методов проектирования конструкций, устранения «узких мест» в их расчете, повышения надежности, долговечности и экономичности. Как правило строительные конструкции подвержены длительному воздействию постоянной или мало изменяющейся нагрузки. Зачастую возникают задачи реконструкции или оценки несущей способности в аварийных ситуациях.

Для определения достоверности и безопасности расчетных формул и осуществления более общего подхода к построению методов расчета железобетонных конструкций, с обеспечением достаточной точности получаемых результатов необходимо проведение дополнительных комплексных экспериментально-теоретических исследований и обобщения их результатов с учетом предпосылок, более точно отражающих физику явления и свойства материалов.

Вышеуказанное, свидетельствует об актуальности проводимых исследований трещиностойкости железобетонных конструкций в том числе керамзитобетонных с использованием различных конструктивно-технологических приёмов, с широким использованием современных методов механики разрушения.

Известно, что во многих элементах бетонных и железобетонных конструкций уже на стадии изготовления появляются трещины, которые могут снизить надёжность конструкции в процессе эксплуатации.

Однако в настоящее время определение нормативных показателей надёжности вызывает ряд серьёзных принципиальных трудностей. Это связано с тем, что различные условия и режим эксплуатации, многообразие непредвиденных факторов и обстоятельств и другие причины не позволяют выявить характер убывающей функции надёжности на протяжении всего периода эксплуатации строительных конструкций. Поэтому расчёты надёжности строительных конструкций остаются пока

специфическими и не регламентируются строительными нормами и правилами.

Анализ описанных в литературе случаев разрушения крупнопанельных зданий с несущими стеновыми панелями [1] свидетельствует о том, что большинство аварий происходит при строительстве зданий, когда расчётная нагрузка практически достигает своего проектного значения (смонтирован последний или предпоследний этаж).

Причины появления трещин весьма разнообразны и их часто трудно определить. Форма и расположение трещин могут служить основанием для определения причин и их образования, и степени опасности для конструкции.

Однако классификация причин, вызывающих появление трещин в бетонных элементах, часто носит субъективный характер.

Ряд авторов [2] выделяют следующие трещины: силовые (возникшие в результате силовых перегрузок); вызванные усадкой, разбуханием и ползучестью бетона; вызванные температурными перепадами; вызванные химической агрессией; связанные неравномерными осадками конструкции.

Часть силовых трещин образуется в местах ослабления конструкций технологическими отверстиями, проёмами и другими концентраторами напряжений [3, 4, 5].

Появление и развитие трещин в твердеющих материалах зависит от количества взаимодействующих фаз  $V$ , их механических характеристик, геометрических параметров гетерогенной системы  $\Gamma_c$ , геометрических характеристик композитных образца или конструкции  $\Gamma_k$ , величины  $\varepsilon$  и кинетики развития собственных объемных деформаций  $d\varepsilon/dt$ , изменение реологических характеристик твердеющей системы  $\eta$ , интенсивности и параметров технологических воздействий  $dU/dt$ :

$$a_i/m_i = f(V, \Gamma_c, \Gamma_k, \varepsilon, d\varepsilon/dt, dU/dt \dots). \quad (1)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что прочность композиционных строительных материалов на микроуровне определяется его гетерогенностью (прочность как функция гетерогенности материала). Физико-технические свойства (энергия разрушения  $\gamma$ ) матричного материала и включений учитываются через энергию разрушения матрицы и удельную поверхностную энергию границ раздела:

$$\gamma = \gamma_m + \gamma_n (P_n S_n), \quad (2)$$

где  $P_n$  - количество наполнителей;  $\gamma_m$  - энергия разрушения материала матрицы;  $S_n$  - удельная поверхность наполнителя;  $\gamma_n$  - удельная поверхностная энергия границы раздела [6].

Так как условия продвижения фронта трещины определяются и расстоянием между наполнителями (его количеством), то (2.7) можно преобразовать:

$$\gamma = \gamma_m + \frac{3}{2} \gamma_n V_n / D_n (1 - V_n), \quad (3)$$

где  $V_n$  - объемное содержание наполнителей.

Таким образом, для материалов, наполненных дискретными частицами гетерогенность которых определяется видом и количеством наполнителей, прочность является функцией гетерогенности материала [17].

Размер опасной для данной структуры трещины зависит от размера структурных агрегатов  $n$ , размера  $D_n$ , и количества наполнителей  $V_n$ :

$$a = D_n \left[ V_n^{1/2} / \sqrt{3} - 1/3 \right]. \quad (4)$$

Можно сделать вывод, что для композиционных строительных материалов, гетерогенность которых определяется внутренними межструктурными границами раздела (практически для всех дисперсных вяжущих), прочность является функцией внутренних наследственных трещин. В свою очередь, количество внутренних трещин и их протяженность зависят от соотношения поверхностных активностей зерен вяжущего и частиц наполнителей, которое определяет дисперсность и количество наполнителя. При сохранении общей качественной зависимости прочности от гетерогенности материала для дисперсных композиций можно записать

$$R = f \{F_s / F_n; D_n; V_n / V_s\} \quad (5)$$

где  $F_s$ ,  $F_n$  - поверхностные активности частиц вяжущего и наполнителя;  $D_n$  - дисперсность наполнителя;  $V_n$ ,  $V_s$  - количество наполнителя и вяжущего.

Существующие экспериментальные (в том числе неразрушающие) методы выявления и измерения трещин в бетоне можно подразделить на две группы: А - методы для исследования развития трещин на поверхности материала; Б - методы, позволяющие

исследовать суммарное трещинообразование. Кроме того, для оценки процесса трещинообразования можно воспользоваться результатами измерения механических характеристик (прогибов, углов поворота, падений нагрузки на стадиях выдержки), полученных в стандартных испытаниях бетонных и железобетонных конструкциях.

Для обнаружения и измерения трещин на поверхности бетона можно применять методы, предназначенные для измерения деформации.

Часто для одновременного измерения деформаций и обнаружения трещин применяют также тензометрические методы.

Метод прогнозирования разрушения конструкций, запатентованный в США (Пат. 4304135, США), заключается в наклеивании тензодатчиков на участках конструкций с наибольшей концентрацией напряжений.

Для выявления трещин на поверхности бетона часто применяют капиллярные методы, основанные на капиллярном подсосе подкрашенных или люминесцирующих жидкостей в поры и трещины. Метод даёт хорошие результаты в сочетании с оптической микроскопией.

Особое внимание в механике разрушения уделяется вершине (кончику) трещин - месту возникновения наибольшей концентрации напряжений и исходной точке дальнейшего разрушения материалов.

Из проведённого анализа следует, что кинетика развития трещин в процессе изготовления, транспортировки и монтажа железобетонных изделий, взаимосвязь между параметрами трещин, влияние трещин на напряжённое состояние конструкций в натурных условиях изучено недостаточно. При проведении проектных расчётов учёт реальных нагрузок осуществляется по идеализированной схеме, что может привести к перерасходу материалов, трудозатрат и т.д. Поэтому изучение действительной работы несущих стеновых элементов крупнопанельных зданий с трещинами на стадии изготовления, транспортировки и монтажа и повышение на этой основе эксплуатационной надёжности является весьма актуальной задачей.

## **Выводы**

1. Расчёты надёжности строительных конструкций остаются в настоящее время специфическими и не регламентируются строительными нормами и правилами.

2. В качестве методов исследования закономерностей развития силовых трещин в бетоне образцов и реальных конструкций целесо-

образно использовать современные физические методы неразрушающего контроля, а в качестве методов расчёта несущих стеновых панелей с трещинами - методы молодой, быстро развивающейся в последние годы отрасли науки - механики разрушения.

3. В силу сложности структуры бетона для аналитического описания развития трещин в нём широко развиваются приближённые методы решения задач механики разрушения.

### **Литература**

1. Шишкин А.А. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1964. - 291 с.
2. Митцел А., Стакхурский В., Сувальский Я. Аварии бетонных и каменных конструкций. Пер. спольск. М.: Стройиздат, 1978.-304 с.
3. Зайцев Ю.В., Ковлер К.Л. Оценка степени опасности трещинообразования в стеновых панелях. - Строительные материалы и конструкции, 1985, № 3, 36-37 с.
4. Кузнецов Л.К., Уренев П.Ф. Использование панелей перекрытий жилых зданий с начальными трещинами. - В кн.: 46. - 79-80 с.
5. Почтовик Г.Я., Тушина Н.М., Савельев А.И. Экспериментальные исследования статистических параметров трещин несущих железобетонных стеновых панелей. - В кн.: Совершенствование эксплуатации и организации управления жилищным фондом. - М.: 1983, 18-24 с.
6. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Композиционные строительные материалы и конструкции – Одесса, 2010, издательство ТЕС.

**УДК 72. 011**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МИРОВОГО ОПЫТА РАЗМЕЩЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

*Истомина В.С., A-393.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Ноговицына Т.В.*

**В статье анализируются варианты размещения современной архитектуры в условия плотной застройки исторических районов города.**

Каждый период истории накладывает определенный отпечаток на внешний облик городов. Здания, возникающие в разные исторические времена и при разных условиях, имеют свой уникальный и неповторимый вид, который определяется формой, пластикой,