

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИН
НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОГИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ОБОЛОЧЕК И ИХ СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДЛЯ УЧЕТА В
ДЕФОРМАЦИОННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ**

Коломийчук Г.П. (Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, г. Одесса)

Разработана методика определения габаритных параметров трещин на поверхности пологих железобетонных оболочек, работающих на произвольные виды нагружения. Габаритные параметры систематизируются и могут быть использованы для расчета в деформационных математических моделях.

В железобетонных оболочках под действием нагрузок появляются и развиваются трещины, при этом уменьшается жесткость отдельных элементов и сечений, что приводит к перераспределению усилий и к изменению расчетной схемы [1, 2, 3].

Ширина раскрытия трещин a_m в бетоне, в отличие от ширины раскрытия трещины в идеально хрупком однородном теле, становится менее определяемой, замеряемой с некоторой погрешностью δ и носящей случайный характер. Трещина имеет очертание ломаной линии и часто не совпадает с линиями главных напряжений [4].

При изменении ширины раскрытия видимой трещины возможны погрешности, соизмеримые с шириной трещины; эти погрешности не снижаются с повышением точности измерительных приборов и вызваны характером явления, имеющим вероятностную природу.

В [4] разработана методика оценки ширины раскрытия видимой трещины, основанная на вероятностном подходе:

- ширина раскрытия трещины изучается по фотографиям; фотографирование ведется на различных этапах нагружения конструкции; для оценки масштаба фотографии следует рядом с трещиной располагать измерительную линейку или вести съемку через измерительную лупу с делениями;
- ширина раскрытия трещин измеряется по направлению, совпадающему с главными растягивающими напряжениями;
- на участке измерения делается достаточное количество замеров ширины раскрытия трещины непосредственно на фотографии;

- выполняется статистическая обработка наблюдений методами математической статистики, определяется закон распределения ширины раскрытия трещины, вычисляются параметры этого закона;
- за ширину раскрытия трещины принимается ее значение, отвечающее принятой обеспеченности.

Для изменения ширины раскрытия трещин натуральных конструкций используют микроскоп с отсчетной шкалой, а на недоступных участках сооружения – эталонную таблицу и бинокль [5]. Таблицу укрепляют на вертикальной цилиндрической железобетонной оболочке на высоте 1...2 м над землей под наблюдаемым участком. Повторными сравнениями табличных и натуральных трещин устанавливается приближенное значение трещин. Определенные таким образом размеры трещины – искаженные, так как расстояние от наблюдателя до таблицы и трещины различно. Фактическая ширина раскрытия трещин при отдаленном оптическом измерении с помощью эталонной таблицы определяется по формуле:

$$a_m = K \cdot a_n,$$

где: a_n - наблюдаемая ширина раскрытия трещины;

K - поправочный коэффициент, определяемый по таблице в зависимости от разности высоты между трещиной и эталонной таблицей и расстоянием от снимающего показания до обследуемого объекта в плане.

Для определения длины трещины и ее ориентации на плане оболочки нанесем ортогональную сетку на область оболочки с центром в середине (рис.). Координатными линиями X и Y область оболочки разбита на четыре квадранта I...IV. Каждый квадрант разбивается на n равных частей по оси X и Y . Значение n определяется точностью расчета математической модели, но не должно быть меньше 6 [6]. Полученные элементарные прямоугольники имеют размеры: $\Delta x = a/n$, $\Delta y = b/n$. Длину трещины в плане обозначим l_i . Каждая трещина в плане фиксируется начальной и конечной точками, а также углом наклона α трещины к оси x .

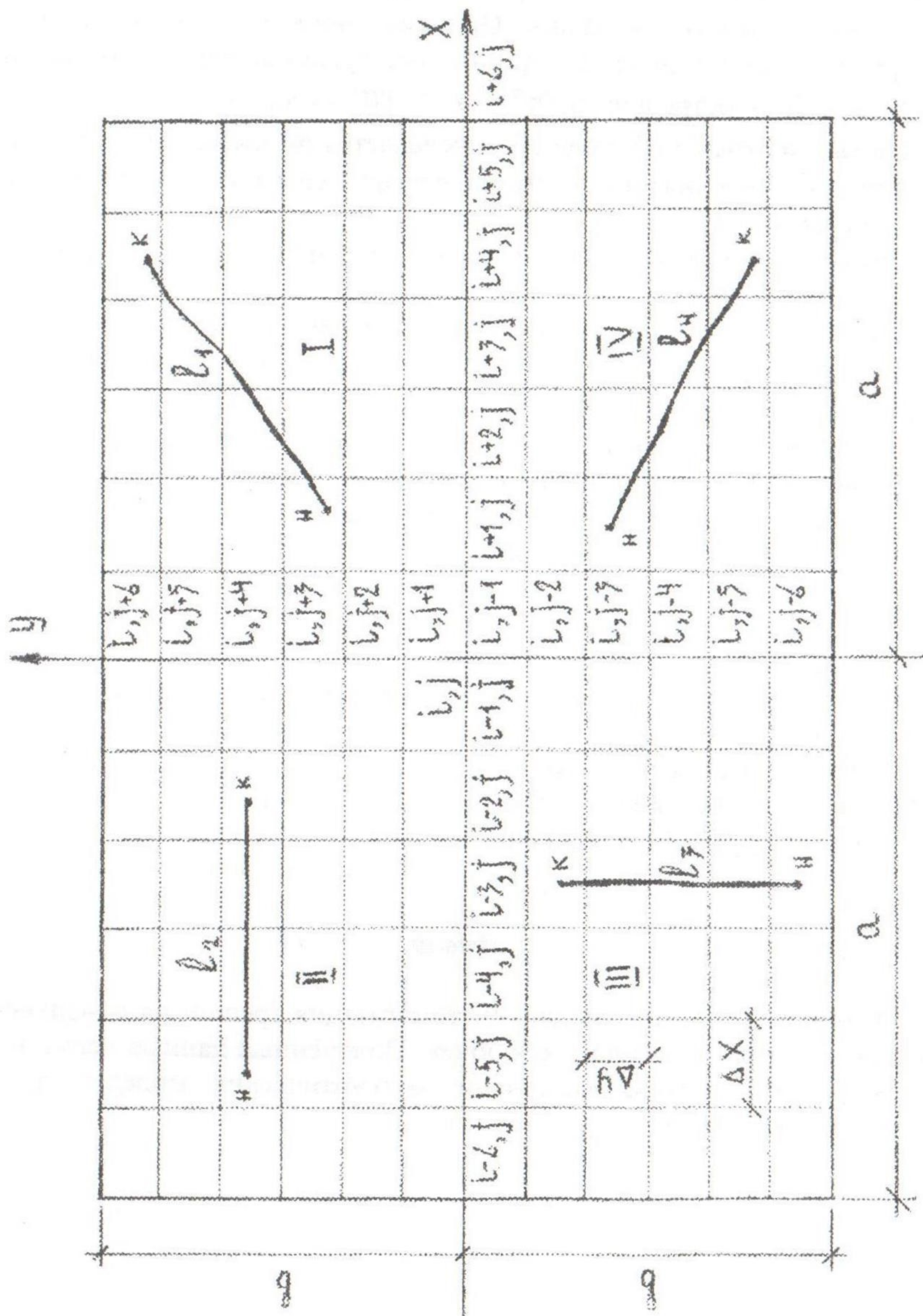


Рис. Схематический план оболочки с трещинами

Угол α определяется для квадрантов I, II перемещением положительного направления оси x против часовой стрелки относительно центра оболочки к оси трещины. Он может принимать значения: 0° – ось трещины параллельна оси x ; 90° – ось трещины перпендикулярна оси x ; $\alpha < 90^\circ$ – острый угол; $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ – тупой угол.

Для квадрантов III, IV угол α определяется перемещением отрицательного направления оси x относительно центра оболочки против часовой стрелки.

Фиксировать габаритные параметры трещин удобно в табличной форме, например (табл.).

Рассматривая поочередно элементарные параллелепипеды с габаритными размерами $\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta h$ (здесь h – толщина оболочки) имеем следующие типы трещин [7]:

- 1А – непересекающаяся трещина на нижней поверхности оболочки;
- 1Б – непересекающаяся трещина на верхней поверхности оболочки;
- 2 – непересекающиеся сквозные трещины;
- 3 – трещины разных направлений на нижней и верхней поверхностях (А, 1Б);
- 4А – на нижней поверхности пересекающиеся трещины двух и более направлений;
- 4Б – на верхней поверхности пересекающиеся трещины двух и более направлений;
- 5 – пересекающиеся сквозные трещины;
- 6 – на одной из поверхностей (верхней, нижней) непересекающиеся, а на другой пересекающиеся трещины.

Вывод

В удобной форме выполнена систематизация трещин на поверхности пологих железобетонных оболочек. Полученные данные легко алгоритмируются в деформационных математических моделях программных комплексов.

Таблица

Габаритные параметры трещин

Квadrант	Номер трещины	Тип трещины			Координаты				Длина трещины, мм	Угол наклона трещины к оси X, град	Ширина раскрытия трещины, мм
		сквозная	снизу	сверху	начало	По X	По Y	По X			
I	1	+	-	-	6	7	8	9	10	11	12
II	2	-	+	-	$(i+1)+0,7\Delta x$	$(j+2)+0,3\Delta y$	$(i+4)+0,4\Delta x$	$(j+5)+0,2\Delta y$	+	45°	0,3
III	3	-	-	+	$(i-5)+0,4\Delta x$	$(j+3)+0,6\Delta y$	$(i-2)+0,6\Delta x$	$(j+3)+0,6\Delta y$	+	0	0,5
IV	4	-	-	+	$(i-3)+0,5\Delta x$	$(j-6)+0,6\Delta y$	$(i-3)+0,5\Delta x$	$(j-2)+0,4\Delta y$	+	90°	0,8
...	...								+	135°	1,0

Литература

1. Карпенко Н.И. О расчете железобетонных оболочек покрытий и емкостей//Прогрессивные конструкции элеваторов и совершенствование методов их расчета. – М., 1984. – С. 3-14.
2. Тярно Ю.А. Вопросы работы и расчета квазицилиндрических и цилиндрических железобетонных оболочек в упругой стадии и в стадии с трещинами/Автореферат диссертации доктора технических наук. – Москва, 1983. – 40 с.
3. Дорофеев В.С., Коломийчук Г.П. Трещинообразование в пологих железобетонных оболочках двойкой кривизны//Вісник ОДАБА, вип. 23, Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2006. – С. 77-81.
4. Байков В.Н., Додонов М.П., Кириллин Б.И., Набатников А.М. Вероятностная оценка ширины раскрытия видимых трещин на поверхности железобетонных конструкций//Бетон и железобетон, 1973. - № 10. – С. 31-32.
5. Скориков Б.А., Карев В.И., Фрейфельд А.В. Реконструкция элеваторных сооружений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 143 с.
6. Стрельбицкая А.И. О влиянии сгущения сетки на результаты расчета пологих оболочек//Прикладная механика. – Киев, 1977. – т. 13. - № 3. – С. 123-127.
7. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 205 с.