

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016» атты
XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»

PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»

2016 жыл 14 сәуір
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2016»
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір

Астана

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

Ғ 96

Ғ96 «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2016. – б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-764-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

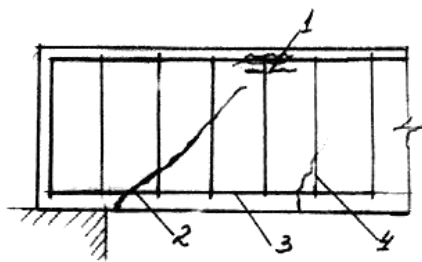
В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

ISBN 978-9965-31-764-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2016



- 1 - продольные трещины в сжатой зоне элемента; 2 - наклонная трещина;
3 - продольная растянутая арматура; 4 - поперечная арматура.

Рисунок 5 - Схема разрушения железобетонного элемента по наклонному сечению из-за продергивания арматуры на свободной опоре

Во всех трех случаях нарушается сцепление арматуры с бетоном, что увеличивает деформативность элемента и снижает его несущую способность. Об аварийном состоянии элемента можно говорить в том случае, если при этом раскрытие нормальных и наклонных трещин превышает указанные в таблице 1 и имеются продольные трещины с образованием лекачков в сжатой зоне бетона.

Прогрессирующее развитие трещин в железобетонных конструкциях идет, как правило, по пути увеличения длины и ширины их раскрытия, при этом нарастает деформативность конструкции (прогиб плиты перекрытия). Своевременное диагностирование трещин на начальной стадии их прогрессирующего развития на стадии пластического деформирования конструкции позволяет избежать необратимого роста трещин с объединением и пересечением зон их влияния, что приводит к прогрессирующему разрушению конструкции в целом.

Список использованных источников

1. Анализ причинно следственных связей между дефектами в конструкциях и причинами их появления. Отчетный доклад // Совершенствование методов реконструкции промышленных предприятий и зданий. - София, 1984
2. Руфферт Г. Дефекты бетонных конструкций: Пер. с нем. Зеленцова И.Г. // Под. ред. Семенова В.Б. - М: Стройиздат, 1987
3. Рекомендации по разработке проектов монолитных и сборно-монолитных зданий. М.: ЦНИИЭПж, 1981
4. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. - М.: Стройиздат, 1976
5. Карпенко Н.И. Общие модели механики разрушения железобетона. - М.: Стройиздат, 1996

УДК69.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЩИН В РАСЧЕТНЫХ СХЕМАХ МКЭ

Айтбекова Жансая Ұнтайқызы

jansaya2404@mail.ru

Магистрант 1 курса ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Актаукенова Г.С.

Трещины в растянутой зоне бетона при эксплуатационных нагрузках вполне закономерное и естественное явление. Их наличие не влияет на несущую способность конструкции, так как усилия растяжения воспринимаются арматурой. Ширина раскрытия таких трещин ограничивается нормами в зависимости от условий эксплуатации конструкции.

Методика учета трещин при расчете железобетонных конструкций должна зависеть от параметров трещин (схемы расположения, размеров, причин возникновения). Широко используется в настоящее время метод конечных элементов (МКЭ). Развитие МКЭ значительно расширило границы решаемых задач по расчету железобетонных конструкций с учетом трещин.

Методика моделирование трещин с помощью МКЭ использована в работах [1, 2, 3, 4].

Современные методы расчета железобетонных плит с трещинами с использованием аппарата МКЭ по способу учета трещин в конечноэлементной модели подразделяются на следующие:

- аппроксимация железобетона с трещинами эквивалентным по жесткости сплошным аннизотропным телом;
- дискретное моделирование трещин.

Первый способ, разработанный Н.И. Карпенко в теории деформирования железобетона с трещинами [3], позволяет оценить напряженное состояние и его влияние на дальнейшую работу конструкции при условии, что образование трещин связано с развитием напряжений и деформаций, вызванных воздействием внешних нагрузок при работе конструкций в эксплуатационной стадии. Если трещины образовались до воздействия эксплуатационных нагрузок (в стадии изготовления), то оценить возникшее при этом напряженное состояние путем аппроксимации железобетона с трещинами эквивалентным по жесткости аннизотропным телом при непосредственном использовании имеющих результатов затруднительно. Поэтому учет трещин, проще осуществлять дискретным способом моделирование трещин. Трещины в расчетной модели задаются путем введения парных узлов сетки КЭ по их траектории, применяя режим "Расшить схему" к КЭ плиты, с заменой арматуры упругим связями между узлами. Точность расположения трещины по полю плиты достигается заданием соответствующие густоты и типы сетки КЭ.

При моделировании пересекаемой трещиной арматуры, между берегами трещины в узлах вводится упругий конечный элемент, учитывающий как параметры трещины, так и податливость бетона вокруг арматуры в трещине и ее количество. Для ЛИРА [5] подобных программ в работе предлагается с этой целью использовать КЭ №55.

КЭ №55 требует задания следующих жесткостных характеристик: R_x , R_y , R_z , R_{ux} , R_{uy} и R_{uz} . На рисунке 1 показан КЭ №55, моделирующий группу стержней, а также усилия, возникающее в нем. Значения жесткостных характеристик равны усилиям, вызывающим единичные перемещения в направлениях, соответствующих индексу. Жесткость определяется как величина обратная податливости.

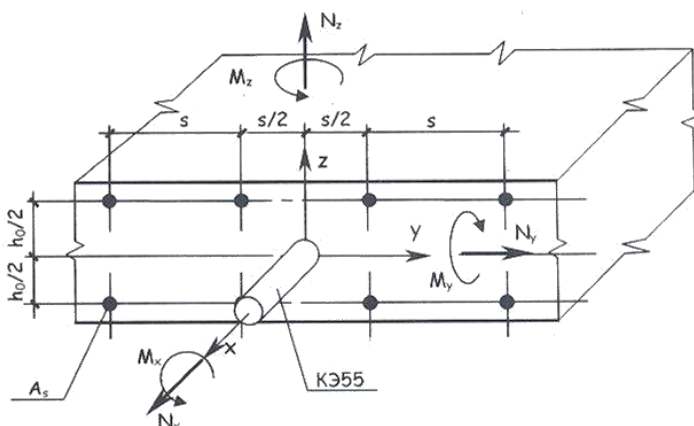


Рисунок 1 - Усилия возникающие в КЭ №55

Продольная жесткость вдоль оси местной системы координат КЭ №55 определяется по формуле:

$$R_x = \frac{1}{C_N} (1)$$

где C_N - податливость в продольном направлении;

Жесткость в поперечном направлении определяется по формуле:

$$R_y = R_z = \frac{1}{C_Q} (2)$$

где C_Q - податливость в поперечном направлении.

Первая скобка этого выражения определяет податливости арматуры с учетом ее изгибно-сдвиговой работы. Вторая скобка содержит произведение угловой податливости на квадрат ширины раскрытия трещины.

Значение податливости, приведенные выше, определены в предположении, что трещина расположена ортогонально относительно арматуры.

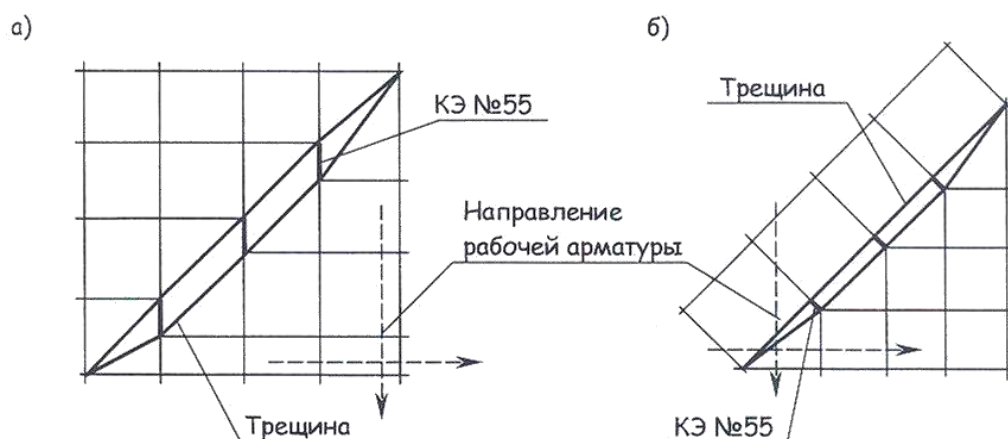


Рисунок 2 - Модель плиты с трещиной

- а - направление продольных осей арматурных стержней совпадает с осью x КЭ №55;
- б - направление продольных осей арматурных стержней не совпадает с осью x КЭ №55;

На практике нередко имеют место трещины, расположенные под некоторым углом. В этом случае возможны следующие решения:

- расчетная модель расширяется таким образом, чтобы направление продольных осей арматурных стержней совпадает с осью x КЭ №55(рис. 2, а);
- расчетная модель расширяется таким образом, чтобы направление продольных осей арматурных стержней совпадает с осью x КЭ №55(рис. 2, б);

Во втором случае следует учитывать уменьшение податливости за счет уменьшения продольной и поперечной силы, так как в КЭ №55 будут действовать проекций усилий N_{xs} и N_{ys} в арматурных стержнях равные(см. рис. 3):

$$N_x = N_{cx} \cdot \cos \alpha; N_y = N_{cx} \cdot \cos(90^\circ - \alpha); (3)$$

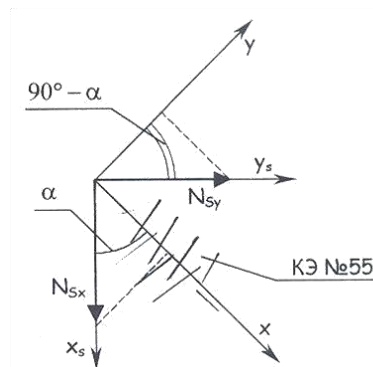


Рисунок 3 - Усилия в КЭ №55

Жесткость на кручение одного стрежня относительно продольной оси равна:

$$R_{ux} = GI_p = \frac{E_s}{2(1+\nu)} \cdot \frac{\pi d^4}{32}$$

где G - модуль сдвига стали;

I_p - полярный момент инерции;

В случае, когда один КЭ №55 моделирует работу нескольких стержней, полярный момент инерции будет складываться из моментов инерции всех стержней относительно осей КЭ №55. При этом жесткость на кручение будет тем больше, чем больше количество стержней моделирует КЭ №55 и чем больше шаг арматуры.

Изгибная жесткость от действия момента M_y определяется по формуле:

$$R_{uy} = \frac{1}{C_1} (4)$$

где C_1 - угол поворота от единичного момента.

Работы плиты перекрытия не включает поворот относительно вертикальной оси. Следовательно, жесткость на кручение КЭ №55 относительно оси збудет бесконечно большой:

$$R_{uz} = \infty (5)$$

Описание выше методика моделирование сквозных трещин может быть применима при использовании в качестве расчетной модели как объемных так и плоских КЭ. В практике расчета МКЭ перекрытия железобетонных монолитных зданий, как правило, моделирует плоскими КЭ. В этом случае приведенная выше методика не позволяет учесть влияние степени закрытия нормальной сквозной трещины по мере увеличения нагрузки в податливости этого сечения. Во всем диапазоне действующих нагрузок жесткости определялись как для сечения со сквозной трещиной не имеющего площадки смятия, что применительно к исследованию работы перекрытия дает излишние запасы.

Была предпринята попытка, используя дискретное моделирование трещины, учесть ее закрытие в процессе увеличения внешней загрузки путем подбора соответствующих жесткостей КЭ №55.

Для решения задачи были составлены модели с нормальными сквозными трещинами, различными по месту расположения и глубине. Жестко заземленные плиты моделировались объемными КЭ (КЭ №36). По толщине плиты были разбиты на четыре равных слоя. На рисунке 4 показан фрагмент модели плиты с трещиной. Смятие бетона в сечении с закрывающейся сквозной трещиной моделировалось с помощью одноузловых КЭ №51, назначаемых в узлах, находящихся по берегам трещин.

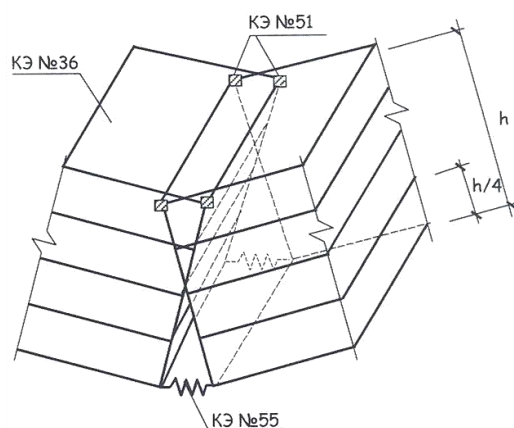


Рисунок 4 - Модель закрывающейся сквозных трещин

При задании параметров, характеризующих связь конечной жесткости (КЭ №51), учитывается направление, в котором ограничивается перемещение узла и жесткость этой связи EF , которая находится как произведение модуля деформации бетона на площадь смятия:

$$EF = E_{dl} x b_{КЭ} \quad (6)$$

где E_{dl} - длительный модуль деформации бетона;

x - высота зоны смятия;

$b_{КЭ}$ - ширина объемного КЭ.

Вывод: проведенное исследования позволили разработать методику моделирования трещин и пересеченной ими арматуры в расчетных моделях плоских железобетонных элементов, выполненных с использованием МКЭ и позволяет учитывать свойства материала и расположение, ширину и глубину трещин. Работу арматуры в трещине можно моделировать с помощью КЭ №55, задавая его жесткости.

Список использованных источников

1. Ернышев В.А. Метод расчета деформаций железобетонных конструкций с трещинами на ветвях разгрузки и повторном нагружении // Дис.... канд. техн. наук.- Куйбышев, 1981.-146 с.
2. Иванов С.И. Несущая способность и деформативность монолитных зданий с учетом образования трещин в диафрагмах жесткости. Дис. ... канд. техн. наук. - М., - 2001.-74-98с.
3. Карпенко Н.И. К расчету железобетонных пластин и оболочек с учетом трещин // Строительная механика и расчет сооружений - №1. - 1971. - 7-12с.
4. Карпенко Н.И., Судаков Г.Н. Сцепление арматуры с бетоном с учетом развития контактных трещин // Бетон и железобетон - №12. - 1984. - 42-44с.
5. Городецкий А. С., Олин А. И., Батрак Л. Г., Домашенко В. В., Маснуха А. М., «ЛИРА-ПК» — программный комплекс для расчета и проектирования конструкций на персональных компьютерах, Киев, вып. НИИАСС, 1988.

УДК 693.55

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Албагачиев Салман Даудович

salman-974@mail.ru

Магистрант I курса специальности "Строительство"

ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель - Д.В.Цыгулев