

8. Астафьев В.И. Нелинейная механика разрушения / В.И. Астафьев, Ю.Н. Радаев, Л.В. Степанова. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2001. – 562 с.
9. Каминский А.А. О начальном развитии зоны предразрушения вблизи конца трещины, выходящей на границу раздела различных сред / А.А. Каминский, Л.А. Кипнис, М.В. Дудик // Прикл. механика. – 2004. – Т.40, №2. – С.74-81.
10. Каминский А.А. О направлении развития тонкой пластической зоны предразрушения в вершине трещины на границе раздела различных сред / А.А. Каминский, М.В. Дудик, Л.А. Кипнис // Прикл. механика. – 2006. – Т.42, №2. – С.14-23.
11. Каминский А.А. О начальном повороте трещины, расположенной на границе раздела двух упругих сред / А.А. Каминский, М.В. Дудик, Л.А. Кипнис // Прикл. механика. – 2007. – Т.43, №10. – С.28-41.
12. Камінський А.О. Дослідження зони передруйнування у кінці тріщини нормального відриву, що виходить на негладку межу розділу пружних середовищ / А.О.Камінський, Л.А.Кіпніс, М.В.Дудик, Ю.В.Діхтяренко // Мат. методи та фіз.-хім. поля. – 2008. – Т.54, №4. – С. 111-119.
13. Черепанов Г.П. К общей теории разрушения / Г.П. Черепанов // Физ.-хим. механика материалов. – 1986. - №1. – С.36-44.
14. Chandra Kishen J.M. Recent developments in safety assessment of concrete gravity dams / J.M. Chandra Kishen // Current Science. – 2005. – V.89, №4. – P.650-656.

УДК 624.21

РАСЧЕТ ПЛАСТИН, ДВЕ ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ СТОРОНЫ КОТОРЫХ ЗАЩЕМЛЕНЫ, ТРЕТЬЯ СТОРОНА СВОБОДНО ОПЕРТА, А ЧЕТВЕРТАЯ – СВОБОДНА

Кожушко В.П.

Постановка проблемы в общем виде. В настоящее время при расчете тонких пластин используются решения теории упругости и сложнейший математический аппарат [1-4].

Анализ последних исследований и публикаций. Сравнительно просто задача решается при загрузении пластин сплошной равномерно распределенной нагрузкой и свободном опирании пластин на две противоположные стороны. Если к пластине приложены иные внешние нагрузки и условия опирания ее сторон иные, то при определении напряженно-деформированного состояния (НДС) пластинки задача значительно усложняется. По этой причине разработаны разные подходы для реализации задачи, которые в значительной степени отличаются один от другого.

При расчете пластин с различными условиями опирания их сторон на опоры и загрузении их любыми внешними нагрузками нами предлагается единая методика расчета, базирующаяся на предложенном автором методе расчета пролетных строений автодорожных мостов [5].

Формулирование целей статьи. Рассматриваемую в этой статье пластинку предлагается разрезать на ряд продольных и поперечных полос (рис. 1). Количество продольных полос n должно быть не менее 10. Желательно пластинку разбивать на нечетное количество продольных полос. Продольные полосы рассматриваются как элементы, концы которых защемлены. В поперечном направлении вырезается полоса шириной 1м в том сечении по длине продольных элементов, в котором оценивается НДС пластины. Поперечная полоса рассматривается как неразрезной многопролетный элемент на упруго-оседающих опорах, роль которых играют продольные полосы.

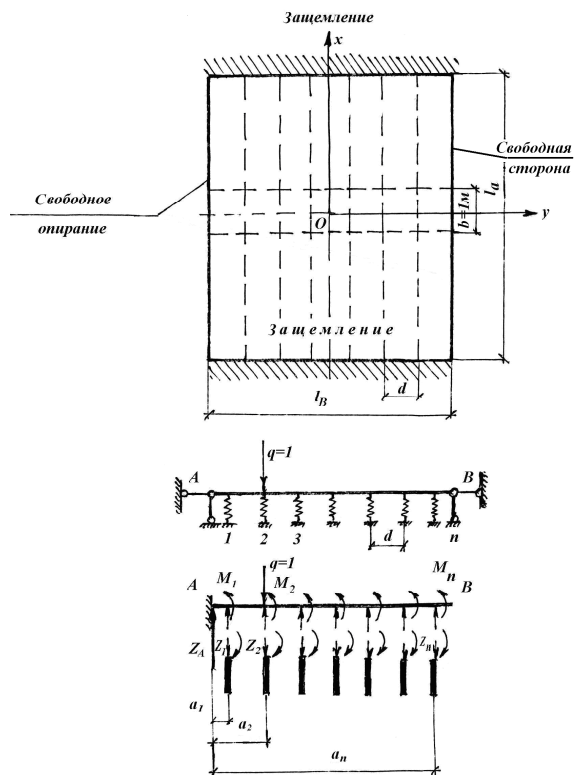


Рис.1. Расчетная и основная схемы поперечной полосы

Изложение основного материала. Для определения усилий в поперечном элементе используется смешанный метод строительной механики, для чего вводится фиктивное защемление на левом его конце (см. рис.1). Все упругие стержни разрезаются, а удаленные связи заменяются вертикальными силами Z_i и моментами M_i , которые для продольных элементов являются крутящими моментами. Если над продольными элементами последовательно установить единичные силы, представляющие собой равномерно распределенную вдоль пластины нагрузку интенсивностью $q=1$, то будут получены ординаты линий влияния усилий и моментов, передаваемых поперечной полосой на продольные элементы, что, в свою очередь, позволит построить линии влияния изгибающих моментов, поперечных сил, углов поворота и прогибов в поперечной полосе. Сравнения теоретических прогибов с прогибами, замеренными при статическом испытании пролетных строений [5], показали высокую сходимость результатов даже при учете только вертикальных усилий Z_i . Однако, для получения приемлемых результатов НДС поперечной полосы, следует учитывать и моменты M_i [6]. Остальные внутренние усилия незначительно влияют на распределительную способность пластины.

Задача по определению усилий Z_i (при игнорировании влияния моментов M_i на распределительную способность пластины) сводится к решению системы уравнений (1).

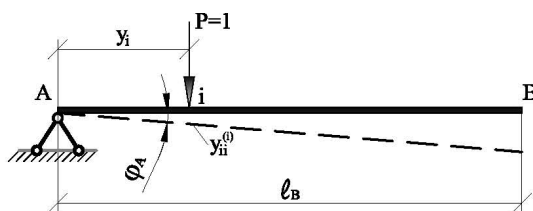


Рис.2. Схема для определения прогибов y_{ii} под i -й точкой поперечной полосы от $P = 1$

Тогда прогиб y_{ii} в точке i от единичной силы $P=1$, приложенной в этой же точке, можно выразить следующей формулой:

$$E_{non} I_{non} y_{ii} = y_i \varphi_A = \frac{y_i \varphi_A l_b}{l_b} = \xi_i l_b \varphi_A, \quad (5)$$

где $\xi_i = y_i / l_b$.

Обозначим

$$K_i = \xi_i. \quad (6)$$

Величиной $K_1 = \xi_n$ обозначено выражение (6) для правой (n -й)

продольной полосы. Тогда при определении перемещения δ_{ii} по формуле (4)

для n -й (правой) продольной полосы следует вводить $\beta = 1$; при определении δ_{ii} для других продольных полос величина β будет меньше единицы ($\beta = y_i / y_n$).

В системе уравнений (2):

$\delta_{ik}^{(M)}$ - перемещение $i - \ddot{y}$ точки поперечной полосы от единичного момента $M_k = 1$, приложенного в точке k ;

$\theta_{ik}^{(Z)}$ - единичный угол поворота точки i от единичной силы $Z_n = 1$, приложенной в точке k ;

$\theta_{ik}^{(M)}$ - единичный угол поворота точки i от единичного момента $M_k = 1$, приложенного в точке k .

Методика определения этих перемещений, как уже отмечалось ранее, приведена в работе [6].

В системах уравнений (1) и (2) каждое уравнение, кроме двух последних, которые являются уравнениями равновесия, описывает работу одной продольной полосы, поэтому система уравнений и методика определения единичных перемещений и свободных членов остается прежней, если даже пролет каждой продольной полосы будет разным, если жесткость каждой продольной полосы будет разной или жесткость поперечных полос по ее длине будет переменной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнберг Д.В. Расчет пластин / Д.В. Вайнберг, Е.Д. Вайнберг. – [Изд. 2-е, перераб. и доп.]. – К.: Будівельник, 1970. – 475 с.
2. Кончковский З. Плиты. Статические расчеты / [Пер. с польск.; под ред. А.И.Цейтлина.] – М.: Стройиздат, 1984. – 480 с.
3. Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике / [Пер. с англ.] – М.: Мир. 1985. – 590 с.
4. Джабидзе Г.О. Расчет на изгиб тонкой плиты прямоугольной формы, когда три ее грани закреплены жестко, а четвертая – свободна / Г.О. Джабидзе. – 2003. – С. 87-93. – (Проблемы прикл.

мех.; №4).

5. Кожушко В.П. Расчет пролетных строений балочных мостов разрезной системы / В.П. Кожушко. – К.: Будівельник, 1980. – С. 118-122. – (Сопротивление материалов и теория сооружений).
6. Кожушко В.П. До розрахунку балочно-консольних прогінних будов на тимчасове навантаження / В.П. Кожушко. – К.: Будівельник, 1985. - С. 56-60. (Автом. дороги і дор. буд-во. – Вип. 37).

УДК 624.046

ДЕФОРМИРОВАНИЕ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ НАГРУЗКИ И ВНЕЗАПНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Ляпина А.Н., Душин В.В., Мокосеев В.Н.

Постановка проблемы в общем виде. Рассматриваются различные виды проектных, а в последние годы и отдельные виды запроектных воздействий, включая воздействия, связанные с чрезвычайными и аварийными ситуациями. Конечной целью таких расчетов является ответ на вопрос: наступило или не наступило то или иное предельное состояние. Должно быть обеспечено заданное проектом эксплуатационное качество конструкции при выполнении определенных условий, оговоренных нормативными документами, то есть должна быть обеспечена, безопасная их работа на протяжении заданного срока эксплуатации. Но практика эксплуатации различных зданий и сооружений свидетельствует о том, что и тогда, когда они запроектированы в соответствии с нормативными документами, возможен мгновенный отказ отдельных элементов, узлов и частей конструкции.

Анализ существующих исследований и публикаций. Накоплен значительный объем исследований для многосторонней оценки конструктивной безопасности строительных систем при различных воздействиях. Но общая теория для решения проблемы конструкционной безопасности далека от своего становления. Разработанные основы теории конструкционной безопасности зданий и сооружений в большинстве своем направлены на создание методов анализа параметров напряженно-деформированного состояния конструкции при различных видах воздействий с последующей оценкой получаемых результатов с позиции предельных состояний. В них для оценки силового и деформационного сопротивления железобетонных конструкций, а также сопротивления износу эксплуатируемых конструкций применяются различные методы от простейших линейных до наиболее сложных с одной и более видами нелинейности.

Исходные гипотезы и положения. Рассматриваются статически неопределимые стержневые конструкции из двухкомпонентных материалов (железобетон), находящиеся под действием нагрузки с переменным положением после внезапного запроектного воздействия. В случае такого воздействия конструктивная система испытывает нагрузки не предусмотренные проектом (запроектные). Запроектное воздействие может быть представлено мгновенным хрупким разрушением отдельных элементов, сечений, узлов конструктивной системы. В результате опасным становится не только разрушение этого элемента, т. е. переход заданной n -раз статически неопределимой системы в систему $(n-1)$ -раз статически неопределимую, но и возникающий эффект мгновенного запроектного воздействия на другие элементы конструкции. В этих элементах могут также возникнуть запрельные состояния (порой или первой группы. В последнем случае возможно как локальное, так и прогрессирующее (лавинообразное) разрушение всей системы — переход $(n-1)$ -раз статически неопределимой системы в изменяемую