

УДК 624.012.3.001.24

В. М. ЛЕВИН, В. С. ЮРОВА, Н. А. СЕВОСТЬЯНОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА НЕЛИНЕЙНЫМ ДЕФОРМАЦИОННЫМ МЕТОДОМ И ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ УСИЛИЯМ

Аннотация. Построен алгоритм расчета сечений железобетонных элементов нелинейным диаграммным методом, не требующим применения сложных методов решения систем нелинейных уравнений. Приведен пример сопоставления результатов расчета сечения по предельным усилиям и нелинейным диаграммным методом.

Ключевые слова: бетон, арматура, железобетон, напряжения, деформации, равнодействующая и момент внутренних сил, предельные деформации бетона и арматуры.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Нормами разных стран рекомендуются два подхода к расчету нормальных сечений железобетонных стержневых элементов – по предельным усилиям и нелинейным диаграммным методом, однако эти нормы не содержат их сопоставления и по области их применения. В данной работе представлены первые результаты такого сопоставления.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализом работы неупругих стержней занимались К. Г. Абрамян, С. А. Амбарцумян, Н. И. Безухов, Е. А. Бейлин, Г. М. Вестергард, М. А. Задоян, С. А. Леонова, Е. Н. Тихомиров, Г. П. Яковленко [1], А. С. Кац [2], Е. Н. Пересыпкин [3], Н. И. Карпенко [4], В. М. Левин [5], В. М. Левин и О. И. Дорошенко [6] и др. Расчет различных железобетонных конструкций регламентируется нормативными документами, например [7] и [8].

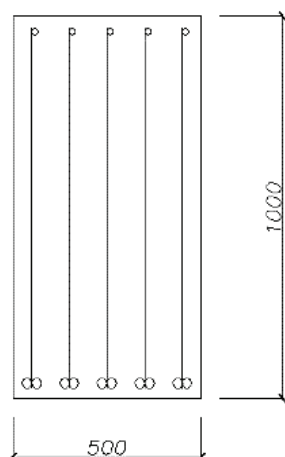


Рисунок 1 – Сечение рассчитываемого стержня.

ЦЕЛИ

Сравнение результатов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Был выполнен сопоставительный расчет нормальных сечений изгибаемого железобетонного стержня прямоугольного сечения двумя методами. Исходные данные – сечение 500×1 000 мм из бетона В25, армирование – каркасами Матарова, растянутая арматура 2·5Ø25A400, сжатая арматура 5Ø16A400, поперечная арматуры 5Ø16A400 (рис. 1).

Расчеты выполнялись по [7]. При расчете нелинейным диаграммным методом уравнения равновесия решались методом прямого перебора. В процессе перебора разыскивалось такое положение эпюры деформаций в сечении, при котором нормальная сила равна заданной величине (в данном случае – нулю) с некоторой допускаемой погрешностью. Для удобства контроля предельных деформаций была выполнена замена переменных –

кривизна и деформация начального волокна были выражены через деформации самого сжатого волокна бетона и самого растянутого арматурного стержня. Полагалось, что на одном краевом волокне выполнено условие прочности (деформация равна предельной). На противоположном волокне осуществлялся перебор значений деформаций в пределах, определяемых условиями прочности соответствующих волокон при их сжатии и растяжении. Таким образом, на каждом шаге поиска задавалось положение прямолинейной эпюры деформаций, определялись равнодействующая и момент внутренних сил, и равнодействующая сравнивалась с заданной нормальной силой в сечении. Выбиралось такое значение варьируемой величины деформации, при котором выполняется условие достаточной близости равнодействующей к заданной нормальной силе (с допускаемой погрешностью). В случае необходимости при приближении к этой точке решение может быть уточнено дроблением шага перебора.

Момент, полученный в результате вычислений с помощью метода предельных усилий, составил $M_{ult} = 1,53$ МН·м, а нелинейным деформационным методом – $M_x = 1,5219$ МН·м.

Относительная разность двух результатов составляет

$$\frac{1,5300 - 1,5219}{1,5300} \cdot 100 \% = 0,5 \%$$

Граница области допустимых значений обобщенных сил в сечении, полученная в процессе перебора, показана на рис. 2.

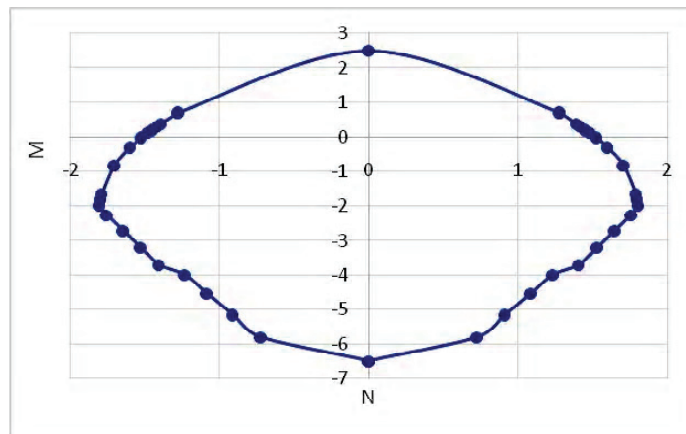


Рисунок 2 – Граница области допустимых значений обобщенных сил в сечении.

ВЫВОДЫ

Для выбранных исходных данных различия между полученными результатами существенно меньше традиционной для строительного проектирования погрешности (5 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковленко, Г. П. Нелинейный расчет армированных стержней и стержневых конструкций [Текст] / Г. П. Яковленко. – Л. : Издательство Ленинградского университета, 1988. – 136 с.
2. Кац, А. С. Расчет неупругих строительных конструкций [Текст] / А. С. Кац. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1989. – 168 с., ил. – ISBN 5-274-00367-2.
3. Пересыпкин, Е. Н. Расчет стержневых железобетонных элементов [Текст] / Е. Н. Пересыпкин. – М. : Стройиздат, 1988. – 168 с.: ил. – (Наука – строит. пр-ву). – ISBN 5-274-00158-0.
4. Карпенко, Н. И. Общие модели механики железобетона [Текст] / Н. И. Карпенко. – М. : Стройиздат, 1996. – 416 с.
5. Левин, В. М. Влияние глубины дефекта на напряженно-деформированное состояние монолитной железобетонной балки [Текст] / В. М. Левин, О. И. Дорошенко // Современные проблемы строительства : Ежегодный науч. техн. сборник. – 2007. – №4(9)2006. – С. 260–266.
6. Левин, В. М. Расчет железобетонных стержневых и пространственных конструкций при наличии концентраторов напряжений [Текст] / В. М. Левин // Бетон и железобетон – пути развития : научные труды 2-ой Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону (5–9 сентября 2005 г., Москва). – В 5 томах, Том 2 Железобетонные конструкции зданий и сооружений / Теория железобетона. Методы расчета. – М. : [б. и.], 2005. – С. 495–502.

- 7 СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст]. – Взамен СНиП 52-01-2003 ; введ. 2013-01-01. – М. : Минрегион России. – 152 с.
8. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84* ; надано чинності 2011-07-01. – К. : Мінрегіобуд України, 2009. – 71 с.

Получено 08.04.2019

В. М. ЛЕВІН, В. С. ЮРОВА, М. А. СЕВОСТЬЯНОВ
ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ
ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЕЛЕМЕНТА НЕЛІНІЙНИМ ДЕФОРМАЦІЙНИМ
МЕТОДОМ І ЗА ГРАНИЧНИМИ ЗУСИЛЛЯМИ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Обґрунтовано необхідність зіставлення результатів розрахунку перерізів залізобетонних елементів нелінійним діаграмним методом і за граничними зусиллями; побудований алгоритм розрахунку нелінійним діаграмним методом, що не вимагає застосування складних методів вирішення систем нелінійних рівнянь. Наведено приклад зіставлення результатів розрахунку перерізу обома методами.

Ключові слова: бетон, арматура, залізобетон, напруження, деформації, рівнодіюча і момент внутрішніх сил, граничні деформації бетону та арматури.

VICTOR LEVIN, VICTORIA YUROVA, NIKITA SEVOSTYANOV
COMPARISON OF RESULTS OF CALCULATION OF RECTANGULAR SECTION
OF REINFORCED CONCRETE ELEMENT BY NONLINEAR DEFORMATION
METHOD AND WITH ULTIMATE FORCES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The necessity of comparing the results of calculation of sections of reinforced concrete elements by a nonlinear diagram method is substantiated, and the algorithm of calculation by a nonlinear diagram method, which does not require the use of complex methods for solving systems of nonlinear equations, is constructed by limiting forces. The example of comparison of results of calculation of section by both methods is given.

Key words: concrete, reinforcement, reinforced concrete, stresses, deformations, resultant and moment of internal forces, ultimate deformations of concrete and reinforcement.

Левин Виктор Матвеевич – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методы анализа напряженно-деформированного состояния неупругих пространственных систем; исследование и моделирование прочностных и деформативных свойств бетона и железобетона; местные состояния неупругих пространственных систем.

Юрова Виктория Сергеевна – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: сравнение двух методов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

Севостьянов Никита Андреевич – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: сравнение двух методов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

Левін Віктор Матвійович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри залізобетонних конструкцій ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методи аналізу напружено-деформованого стану непружних просторових систем; дослідження і моделювання міцності і деформативних властивостей бетону та залізобетону; місцевий стан непружних просторових систем.

Юрова Вікторія Сергіївна – студентка ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: порівняння двох методів розрахунку прямокутного перерізу залізобетонного елемента: нелінійним деформацийним методом і методом граничних зусиль.

Севостьянов Микита Андрійович – студент ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: порівняння двох методів розрахунку прямокутного перерізу залізобетонного елемента: нелінійним деформаційним методом і методом граничних зусиль.

Levin Victor – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of analysis of stress-strain state of inelastic spatial systems; research and modeling of strength and deformative properties of concrete and reinforced concrete; local states of inelastic spatial systems.

Yurova Victoria – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: comparison of two methods of calculation of rectangular cross-section of reinforced concrete element by nonlinear: deformation method and the method of limiting forces.

Sevostyanov Nikita – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: comparison of two methods of calculation of rectangular cross-section of reinforced concrete element by nonlinear: deformation method and the method of limiting forces.