

УДК 621.86.078.6

А.А. Мазов, В.О. Алферова*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТУПЕНЧАТЫХ КО-
ЛОНН**

Изучение напряженно-деформированного состояния ступенчатых колонн достаточно актуально, так как ступенчатые колонны – часто встречающийся вид строительных конструкций.

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ТГТУ В.Е. Буланова.

Создание математической модели напряженно-деформированного состояния является достаточно сложной задачей, при решении которой используются различные диаграммы работы стали. Так, в [1] при моделировании применяется диаграмма Прандтля. В предлагаемой модели использована диаграмма стали, имеющая криволинейный участок между пределами упругости и текучести.

Модель базируется на следующем: принимается расчетная схема с шарнирным закреплением стержня по его концам; жесткость консолей считается бесконечной; на опорах стержня сжимающая нагрузка прикладывается с эксцентриситетом; рассматривается симметричное двутавровое сечение; перемещения считаются достаточно малыми и определяются с помощью интегралов Мора; используется гипотеза плоских сечений; применяется диаграмма работы стали с эллиптическим участком между пределом пропорциональности и пределом текучести.

При отсутствии пластических деформаций в сечении модуль деформации принимаем равным модулю упругости стали E . В противном случае, считая прогиб пропорциональным деформации, вводим условный модуль E_x , который принимали во столько раз меньше модуля E , во сколько раз тангенс фактического угла наклона линии деформации к горизонту будет больше аналогичного тангенса угла наклона эпюры деформаций, которые могли иметь место, если бы они были упругими и вычислялись по закону Гука. Условный модуль E_x является переменным по длине зоны существования пластического деформирования.

При наличии в сечении только упругих деформаций крайние напряжения определяем методом сопротивления материалов.

В противном случае составляем условия равновесия сил и моментов. Получаем систему двух уравнений с двумя неизвестными – крайними напряжениями или деформациями.

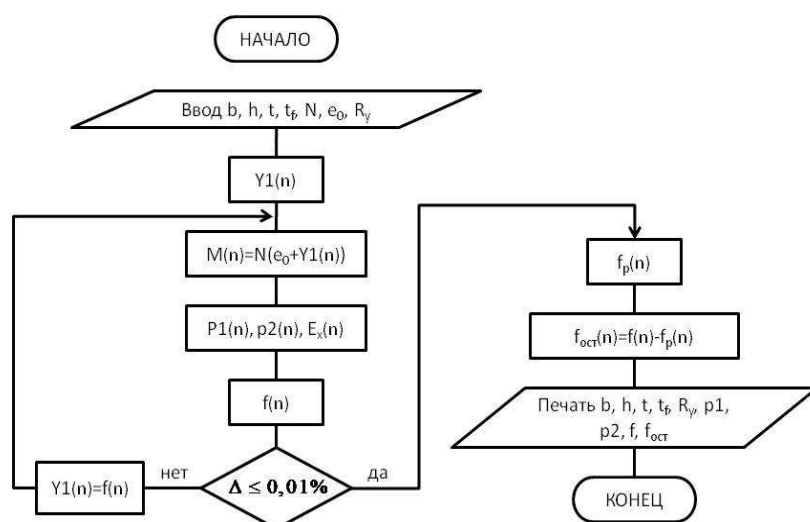


Рис. 1. Алгоритм вычисления прогибов напряжений и деформаций

Прогиб в рассматриваемой точке вычисляем с помощью интеграла Мора.

Для вычисления прогибов, напряжений и деформаций разработан алгоритм, представленный на рис. 1.

1. Производим ввод исходных данных – размеров стержня, нагрузки, эксцентриситета ее приложения и расчетного сопротивления стали.

2. В качестве первого приближения в 99 точках стержня вычисляются упругие балочные прогибы.

3. В 101 точке (включая точки на опорах) определяются моменты внешних сил.

4. Определяются напряжения и модули E_x для каждого отрезка.

5. С новыми модулями деформаций в 99 точках вычисляются прогибы.

6. С новыми прогибами программа возвращается к пункту 3 алгоритма.

7. Приближения продолжают до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность расчета.

8. Определяются остаточные прогибы после полной разгрузки стержня

9. На печать выводятся исходные данные и величины прогибов и деформаций.

Математическая модель была проверена испытаниями сварных двутавровых стержней внецентренным сжатием с различными эксцентриситетами. Исследования показали высокую сходимость результатов, полученных с помощью математической модели и опытных данных. Значения упругих и пластических деформаций практически совпадают (разница нагрузок не превысила 2%). Однако при напряжениях между пределами пропорциональности и текучести несоответствие составляет 8 ... 10% предположительно из-за отличия принятой и классической диаграмм работы пластичного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильков, Ф.В. О прогибах и пластическом деформировании стальных внецентренно-сжатых стержней / Ф.В. Васильков, В.Е. Буланов // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – № 1.

Кафедра "Прикладная механика и сопротивление материалов", ТГТУ