



ВЫПУЧИВАНИЕ ДЛИННЫХ СТЕРЖНЕЙ

Нурова Олия Саломовна

Каршинский государственный

технический университет

Аннотация: В статье рассмотрено выпучивание стержней, опрокидывание балок, коробление, гофрообразование, необходимо учитывать влияние деформаций на условия равновесия; начиная с некоторых значений внешних сил, называемых критическими, деформации перестают быть пропорциональными внешним силам, вследствие чего перестает быть справедливым принцип суперпозиции. Выпучивание развивается катастрофически быстро, здесь коэффициент запаса(отношение критической нагрузки выпучивания к рабочей) выбирается равным четырем(для конструкций из армированного бетона)

Ключевые слова: выпучивания, гофрообразование, коробление, суперпозиции, критическая нагрузка, переменный момент инерции.

С помощи формулой Эйлера рассмотрим стержня постоянного сечения, сжимаемый осевой силой.

Рассмотрим прямолинейный стержень длины l , поперечное сечение которого Ω , минемальный момент инерции I , шарнирно опертый на концах и сжимаемый увеличивающейся силой F

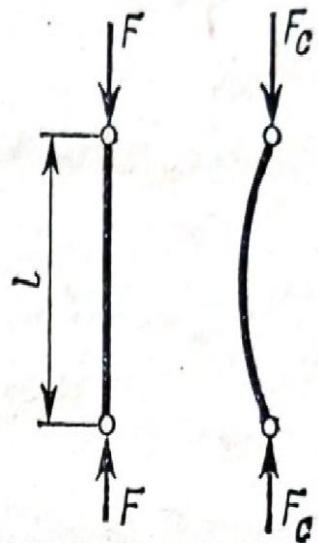


рис.1.

Выпучивание происходит в тот момент, когда сила F достигает значения

$$F_c = \pi^2 EI / l^2 \quad (1)$$

Это значение F_c называется *критическим или критической эйлеровой нагрузкой*.

Преобразуем формулу (1), вводя в рассмотрение параметры: $r = \sqrt{I/\Omega}$ -

Радиус вращения сечения, вычисленный для минимального значения; момента инерции I и $\lambda = l/r$ – показатель удлинения; тогда критическое значение напряжения оказывается

$$\sigma_c = \pi^2 E / \lambda^2 \quad (2)$$

Критическая нагрузка для стержня при различных условиях закрепления его краев может быть вычислена по следующей обобщенной формуле:

$$F_c = m \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (3)$$



INNOVATIVE PUBLICATION

Journal of Effective

Vol.3 №6 (2025). June

innovativepublication.uz

Learning and Sustainable Innovation



где $m = 1$ для шарнирно опертого стержня; $m = 4$, если конце стержня жестко защемлены (рис.2); $m = 2$, если один конец стержня шарнирно оперт, второй- жестко заделан (рис.3); $m = 1/4$, если один конец стержня свободен, второй заделан (рис.4); $m = 1$, оба конец стержня жестко защемлены, однако допускается свободное смещение (без поворота) одной опоры относительно другой в направлении, перпендикулярной оси стержня (рис.5)



рис.2



рис.3



рис.4



рис.5

Вертикальный стержень под действием собственного веса рассмотрим в примере; стержень АВ длины l , поперечное сечение которого постоянно, жестко защемленный в основании А и со свободным верхним краем В (рис.6); стержень нагружен собственным весом интенсивности ρ (на единицу длины).

Критическое значение нагрузки $P_C = 7,83EI/l^2$

I –минимальное значение момента инерции сечения

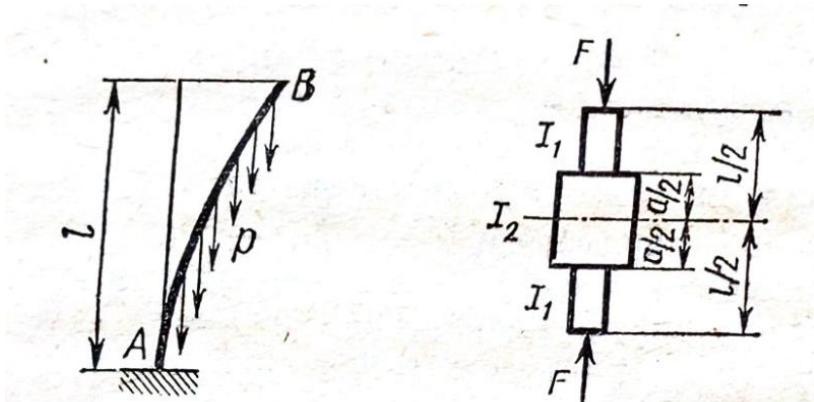


рис.6

рис.7

Определение критической нагрузки стержня с переменным моментом инерции, сжатый осевой силой.

Стержень АВ длины l шарнирно оперт на концах. Распределение момента инерции вдоль стержня показано на рис.7, через I_1 и I_2 обозначены минимальные значения момента инерции сечений.

Критическая нагрузка определяется по формуле

$$F_c = k \frac{EI_2}{l^2} \quad (4)$$

Значения коэффициента k для различных отношений

a/l и I_1/I_2 приведены в табл.1.

a/l I_1/I_2	0,20	0,40	0,60	0,80
0,01	0,15	0,27	0,60	0,26
0,10	1,47	2,40	4,50	4,50
0,20	2,80	4,22	6,69	6,69



0,40	5,09	6,68	8,51	8,51
0,60	6,98	8,19	9,24	9,24
0,80	8,55	9,18	9,63	9,63

Список литературы:

1. Волков А.Н. ,Сопротивление материалов (учебник), М.: Колос С, 2004.
- 286 с.
- 2.Александров А.В., Сопротивление материалов (учебник), М.: В.Ш., 2008. - 560с.
- 3.Н.А.Костенко, С. В. Балаянникова, Ю. Э. Волошановская, Сопротивление
материалов
(учебное пособие), М.: В. Ш., 2007. - 488с.
- 4.Ахметзянов М.Х., Сопротивление материалов (учебник), М.: В. Ш., 2007. - 334с.
- 5.Межецкий Г.Д., Загребин Г.Г., Решетник Н.Н.Сопротивление материалов
(учебник). М.: Дашков и К, 2007. - 416с.
- 6.Межецкий Г.Д., Загребин Г.Г., Решетник Н.Н.Сопротивление материалов
(учебник). М.: Дашков и К, 2010. - 430с.
- 7.Г.Д.Межецкий, Г.Г.Загребин, Н.Н.Решетник, А.А.Слепов. Сопротивление
материалов (учебное пособие). Саратов: ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2004 - 416 с
8. Ж.Гуле. Сопротивление материалов (учебное пособие).Изд.Высшая
школа.25.10.84г.