

УДК 539.3

АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ ПРИ УСЛОВИИ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ЕЁ НЕКОТОРЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ПРИЛОЖЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ

Ю. Н. КОТОВ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Рассматриваются решения, полученные при расчете круглой пластинки на упругом основании способом Б. Н. Жемочкина при условии, что часть точек пластинки при её изгибе лежат в одной наклонной плоскости, а равнодействующая внешних сил R смещается от центра пластинки к краю. Определяется критическое положение внешней силы, при воздействии которой в пластинке возникают растягивающие напряжения. Сравниваются графики перемещения точек пластинки по вертикальной оси.

Для определения перемещения точек пластинки используется способ Жемочкина, который в англоязычной литературе также называют методом связей (Link Method). Система разрешающих уравнений для определения усилий в связях Жемочкина и неизвестных сил, приложенных к пластинке, по которым находятся в дальнейшем усилия и перемещения, имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^m \delta_{i,k} X_k + u + \varphi_x r_i \sin \theta_i + \varphi_y r_i \cos \theta_i + \sum_{k=1}^n y_{i,k} P_k = 0, \quad i = 1, \dots, m; \\ - \sum_{k=1}^m X_k + \sum_{k=1}^n P_k = 0; \\ - \sum_{k=1}^m r_k \sin \theta_k X_k + \sum_{k=1}^n r_{pk} \sin \theta_{pk} P_k = 0; \\ - \sum_{k=1}^m r_k \cos \theta_k X_k + \sum_{k=1}^n r_{pk} \cos \theta_{pk} P_k = 0; \\ \sum_{k=1}^m F_{i,k} X_k - u_1 - \varphi_{1x} r_i \sin \theta_i - \varphi_{1y} r_i \cos \theta_i = 0, \quad i = 1, \dots, n; \\ \sum_{k=1}^n P_k = R; \\ \sum_{k=1}^n r_{pk} \sin \theta_{pk} P_k = Ra_x; \\ \sum_{k=1}^n r_{pk} \cos \theta_{pk} P_k = Ra_y. \end{array} \right.$$

В качестве решения был выполнен расчет круглой металлической базы (рис. 1) с размерами опорной плиты $0,6 \times 0,05$ м на бетонном фундаменте с

упругими постоянными – $E_0 = 30\,600$ МПа, $\nu_0 = 0,17$. Колонна – кольцевого сечения, диаметром $0,35$ м, опирается на базу симметрично. Контактная зона колонны с опорной плитой содержит 24 участка Жемочкина под номерами 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46, 52, 58, 64, 70, 76, 82, 88, 94, 100, 106, 112, 118, 124, 130, 136, 142.

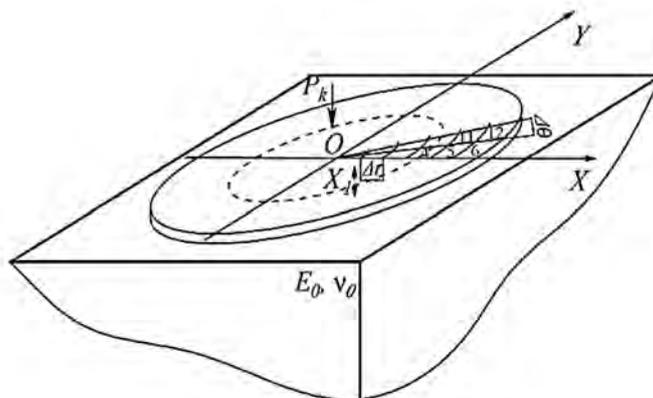


Рис. 1. Круглая база металлической колонны на упругом основании

Центры этих участков принадлежат базе, находятся в одной наклонной плоскости и имеют одинаковые угловые перемещения. Из-за смещения вертикальной нагрузки от центра базы к краю принято, что равнодействующая внешних сил R проходит через центр и центры участков под номерами 1–6. Система разрешающих уравнений имеет 174-й порядок. На рис. 2 приводятся графики перемещений по характерному сечению базы. Явно видна область внецентренного сжатия. Также наблюдается изменение положения точек базы из-за удаления внешней нагрузки от центра. Виден отрыв базы от основания, когда равнодействующая внешних сил R проходит через центр участков под номерами 4–6.

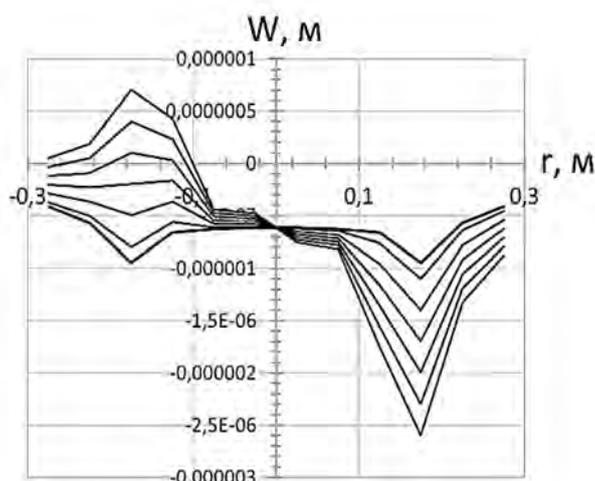


Рис. 2. Графики перемещений узлов базы по вертикальной оси (участки 1–6, 73–78) от внешней нагрузки, приложенной в центр и центры участков под номерами 1–6

Все расчеты выполнялись в программном комплексе *Wolfram Mathematica 12.2*.