

ОПТИМИЗАЦИЯ НАГРУЖЕНИЯ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ АРКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЕСА ЛЕНТЫ БЕСКОНЕЧНОЙ ЖЁСТКОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

THE LOAD OPTIMIZATION OF THE STATICALLY INDETERMINATE ARCH UNDER INFINITE TENSION STIFFNESS STRIP WEIGHT LOAD

Жигилий Д.А., ассистент, Лисовенко Д. В., студент, СумГУ, Сумы  
 Zhigiliy D.A., assistant, Lisovenko D.V., student, SumSU, Sumy

Жёстко защемлённая обоими концами арка в виде полуокружности радиуса  $R$  постоянной изгибной жёсткости  $EI_x$  находится под действием груза постоянного веса  $Q$ . Груз равномерно распределён по поверхности дуги  $\pi - 2\alpha$  арки. Рассмотрим силовую схему, предполагая, что элементы весовой нагрузки взаимодействуют между собой, причём лента веса  $Q$  имеет бесконечную жёсткость на растяжение  $EA|_{\text{ленты}} \rightarrow \infty$ , изгибная жёсткость отсутствует  $EI_x|_{\text{ленты}} \rightarrow 0$ , а с поверхностью арки отсутствует трение – есть лишь нормальная реакция поверхности арки. В работе определён угол  $\alpha$ , при котором в сечениях балки возникают наименьшие максимальные изгибные нормальные напряжения.

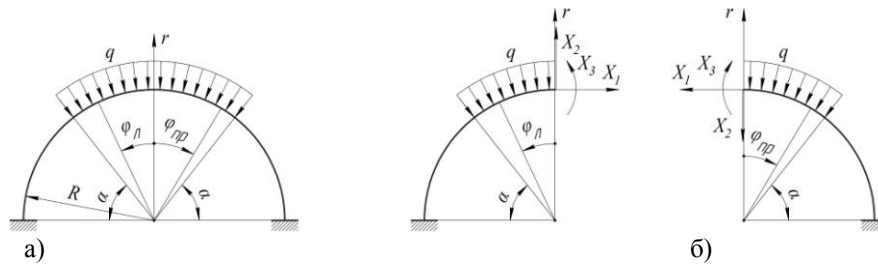


Рисунок 1 - Расчётные схемы арки и рамы: а) заданная; б) эквивалентные

Для этого в работе найдены «лишние» реакции 3 раза статически неопределимой упругой системы методом сил из системы канонических уравнений:

$$\begin{cases} \Delta_{1P} + \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 = 0; \\ \Delta_{2P} + \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 = 0; \\ \Delta_{3P} + \delta_{31}X_1 + \delta_{32}X_2 + \delta_{33}X_3 = 0. \end{cases}$$

Из симметрии левых и правых частей получены выражения грузовой

$$M_P(\alpha, \varphi) = \begin{cases} \int_0^{\varphi} qR^2 \cos(\beta) \cos(\alpha + \varphi) d\beta \text{ при } 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} - \alpha \\ \int_{\frac{\pi}{2} - \alpha}^{\frac{\pi}{2}} qR^2 \cos(\beta) \cos(\alpha + \varphi) d\beta \text{ при } \frac{\pi}{2} - \alpha \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

и единичных эпюр  $\bar{M}_1(\varphi) = -1 \cdot R(1 - \cos(\varphi))$  и

$\bar{M}_3(\varphi) = 1$ , а также косой симметрией  $\bar{M}_2^n(\varphi) = 1 \cdot R \sin(\varphi)$ ,  $\bar{M}_2^{np}(\varphi) = -1 \cdot R \sin(\varphi)$  найдены коэффициенты канонических уравнений метода сил с помощью интегралов Мора  $\Delta_{ij} = \int_l \frac{M_j \cdot \bar{M}_i}{EI_x} dl$   $i = 1, 2, 3$ ;  $j = 1, 2, 3, P$ , взятых по всей длине дуги арки.

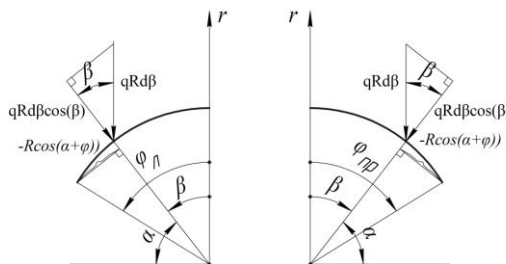


Рисунок 2 - Построение грузовой эпюры

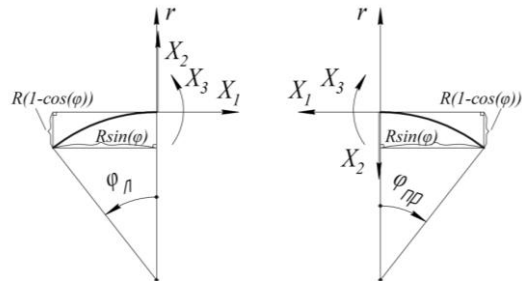


Рисунок 3- Построение единичных эпюр.

По формулам Крамера решена система линейных уравнений и найдена суммарная эпюра  $M_{sum} = M_p + X_1 \bar{M}_1 + X_2 \bar{M}_2 + X_3 \bar{M}_3$ . Произведена минимизация функции  $f(\alpha) = |M_{sum}|_{\max}$  методом перебора.