

УДК 624.159.14
СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ДОРОЖНОГО
ПОКРЫТИЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Р. В. КУМАШОВ
ОАО «БУРОВАЯ КОМПАНИЯ ДЕЛЬТА»
Гомель, Беларусь

Постановка проблемы. Рассматривается влияние эксплуатационных нагрузок на распределение изгибающих и крутящих моментов на примере железобетонных плит автомобильных дорог серии БЗ.503.1-1, предназначенных для временных и постоянных дорог.

Плита рассчитана как конструкция на упругом основании. Основание под плиты временных дорог принято естественным песчаным с модулем деформации $E_0 = 25 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона основания $\nu_0 = 0,3$. Основание под плиты постоянных дорог выполнено из фракционированного щебня, песка, устроенного по грунту земляного полотна. Эквивалентный модуль деформации основания плит постоянных дорог вычислен как для многослойных оснований и составляет $E_0 = 356,481 \text{ МПа}$, коэффициент Пуассона основания $\nu_0 = 0,3$. Модуль упругости бетона $E_p = 35 \text{ ГПа}$ – для плит постоянных дорог и $E_p = 31,5 \text{ ГПа}$ – для плит временных дорог, коэффициент Пуассона материала плит $\nu_p = 0,167$.

Для плит временных дорог рассматривается 16 вариантов загрузки, для плит постоянных дорог – 12 вариантов загрузки.

Статическая составляющая динамической нагрузки на плиты временных и постоянных дорог от расчетного автомобиля и составляет на колесо задней оси и $Q_{op} = 106,6 \text{ кН}$ на колесо передней оси. Диаметр отпечатка колеса составляет $D = 0,41 \text{ м}$. Статическая нагрузка от расчетной гусеничной техники на плиты временных дорог составляет $q_p = 140 \text{ кПа}$. Ширина гусеницы принята $t = 600 \text{ мм}$.

Алгоритм расчета. Расчет выполнялся способом Б. Н. Жемочкина и методом Ритца. Плита разбивалась на $m \times n = 15 \times 7$ прямоугольных участков Б. Н. Жемочкина. В середине каждого участка прикладывали единичную сосредоточенную силу. Для определения коэффициентов канонических уравнений способа Б. Н. Жемочкина задавались функцией прогибов прямоугольной плиты, с защемленной в начале координат нормалью, в виде особого решения и совокупности частных решений Клебша (1).

$$\begin{aligned}
W(x, y) &= W_0(x, y) + \sum_{n=1}^{\infty} A_n W_n(x, y) \\
W_0(x, y) &= \frac{Pb^2}{16\pi D} \left\{ \left[\left(\frac{x-t}{b} - \frac{t}{b} \right)^2 + \left(\frac{y-z}{b} - \frac{z}{b} \right)^2 \right] \ln \left[\left(\frac{x-t}{b} - \frac{t}{b} \right)^2 + \left(\frac{y-z}{b} - \frac{z}{b} \right)^2 \right] + 2 \left(\frac{xt}{b^2} - \frac{yz}{b^2} \right) \times \right. \\
&\quad \left. \times \left[1 + \ln \left(\frac{t^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} \right) \right] - \left(\frac{t^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} \right) \ln \left(\frac{t^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} \right) - \left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} \right) \ln \left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} \right) \right\} \quad (1) \\
W_1(x, y) &= \frac{x^2}{b^2} - \frac{y^2}{b^2}, \quad W_2(x, y) = \frac{2xy}{b^2}, \\
W_3(x, y) &= \frac{x}{b} \left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} \right), \quad W_4(x, y) = \frac{y}{b} \left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} \right), \dots
\end{aligned}$$

где $W_0(x, y)$ – особое решение; $W_n(x, y)$ – частное решение Клебша, априори удовлетворяющее уравнениями равновесия плиты с защемленной нормалью под действием сосредоточенной силы и кинематическим граничным условиям в защемлении; t, z – координаты точки приложения сосредоточенной силы; A_n – неопределенные коэффициенты; b – некоторый линейный размер плиты.

После чего определяли свободные члены S и неизвестные коэффициенты A, B СЛАУ 8-го порядка при учете двух групп частных решений Клебша. По заданной функции прогибов и с учетом коэффициентов A, B находили коэффициенты канонических уравнений способа Б. Н. Жемочкина δ . В результате решения СЛАУ способа Б. Н. Жемочкина получили реактивные усилия, по которым определили реактивное давление под плитой и осадки основания. По известным осадкам основания находим внутренние усилия, возникающие в плите (изгибающие и крутящие моменты, поперечные силы).

По результатам статического расчета железобетонных плит покрытия автомобильных дорог можно сделать следующие выводы:

- наиболее опасным является краевое загрузеие плит, т. к. в этом случае возникают наибольшие изгибающие и крутящие моменты, а также поперечные силы, которые необходимо учитывать при проектировании дорожных плит, т.к. эти внутренние усилия оказывают значительное влияние на несущую способность данных плит;

- увеличение жесткости плит приводит к увеличению деформативности основания, но при этом уменьшаются внутренние усилия в плите.