

Д.А. Киселев, Н.М. Снятков

РАСЧЕТ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ АВТОДОРОЖНОГО МОСТА

Железобетонная плита проезжей части в сталежелезобетонных пролетных строениях объединена со стальными балками так, что она включена в совместную работу, разгружая верхние пояса балок. Такое решение весьма эффективно в разрезных пролетных строениях: главные балки на всей длине работают на положительный изгибающий момент, и железобетонная плита проезжей части работает на сжатие. Сталежелезобетонные балки применяют и в неразрезных пролетных строениях на части длины, где действуют только положительные моменты, а также на всей длине, когда отрицательные моменты компенсируются предварительным обжатием [1]. Отметим также, что использование сталежелезобетонного пролетного строения в температурно-неразрезных системах позволяет создать непрерывную проезжую часть, что дает более высокие транспортно-эксплуатационные характеристики. Применение сталежелезобетонных пролетных строений сочетает в себе экономичность и долговечность.

Согласно СНиП [4] расчет сталежелезобетонных конструкций выполняют методом предельных состояний. Нормативные документы для проектирования бетонных и железобетонных конструкций [3, 5] рекомендуют применять деформационную модель расчета.

Задачей наших исследований является разработка метода расчета сталежелезобетонных пролетных строений по деформационной моде-

ли с учетом нелинейной диаграммы деформирования бетона. В [2] авторами предложена нелинейная модель расчета железобетонного пролетного строения с использованием диаграммы деформирования бетона в виде полинома пятой степени. Построены уравнения равновесия для железобетонного сечения. Аналогичный подход мы используем для построения уравнений равновесия в сечении сталежелезобетонного пролетного строения.

Поперечное сечение пролетного строения принято по типовому проекту Серия 3.503.9-43/89. Полная длина балок – 24 м. Вид поперечного сечения пролетного строения приведен на рис. 1. Шаг стальных двутавровых балок – 3,2 м, толщина плиты проезжей части – 0,2 м. Основные расчетные параметры материалов (бетона и стальной балки): $R_b = 22$ МПа, $E_b = 32500$ МПа, $R_s = 380$ МПа, $E_s = 206\ 000$ МПа.

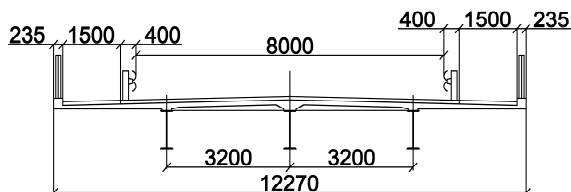


Рис. 1. Поперечное сечение пролетного строения

По предложенной методике выполнен расчет пролетного строения на нагрузки А-14, НК-100 (ГОСТ Р 52748–2007). Схемы расположения нагрузок в поперечном сечении и линии влияния усилий, передаваемых на наиболее нагруженную крайнюю балку, приведены на рис. 3.

Максимальный расчетный изгибающий момент в середине пролета балки $M = 3060$ кН·м возникает при загрузении пролетного строения нагрузкой НК-100.

Уравнения равновесия для сталежелезобетонного сечения по аналогии с [2] имеют вид:

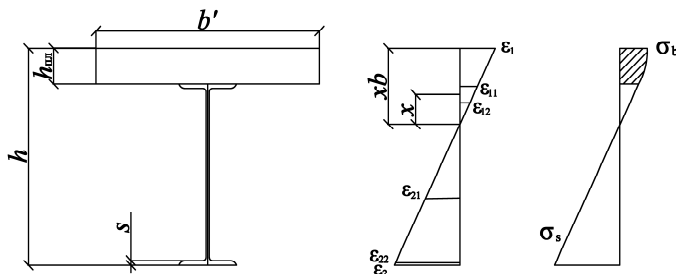


Рис. 2. Эпюры распределения напряжений и деформаций по высоте сечения

$$\left\{ \begin{aligned} 0 &= b' \int_{h-xb}^{xb} \sigma_b dx + \sigma_s A_{s11} + \sigma_s A_{s12} + \sigma_s A_{s21} + \sigma_{s1} A_{s22}; \\ M &= b' \int_{h-xb}^{xb} \sigma_b (h_{пл} - x) dx + \sigma_s A_{s11} \frac{(xb - h_{пл} - s)}{2} + \\ &+ \sigma_s A_{s12} \left(xb - h_{пл} - \frac{s}{2} \right) + \sigma_s A_{s12} \left(h - xb - \frac{s}{2} \right) + \\ &+ \frac{\sigma_s A_{s22} (h - xb - s)}{2}. \end{aligned} \right.$$

Эпюры распределения напряжений и деформаций по высоте сечения представлены на рис. 2.

После преобразований получаем систему двух нелинейных алгебраических уравнений относительно ε_1 , ε_2 – краевых относительных деформаций.

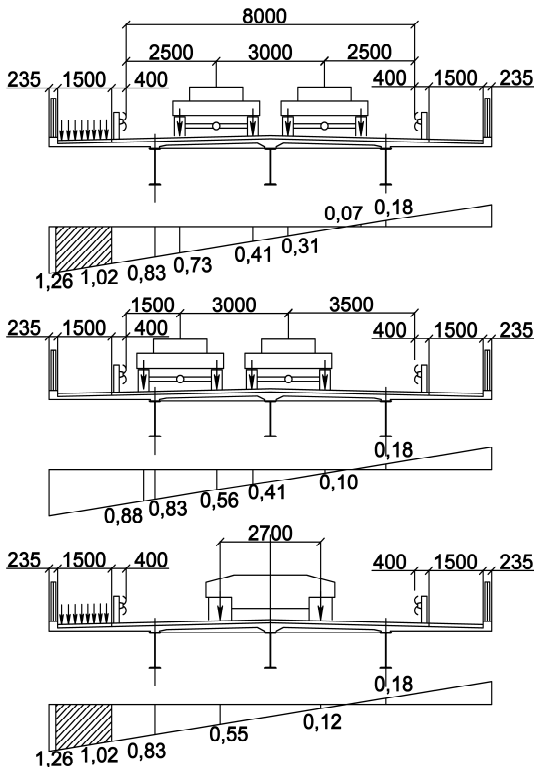


Рис. 3. Схемы расположения нагрузок и линии влияния усилий

Расчет системы выполнен с использованием программы Mathcad 14: $\varepsilon_1 = 4,57 \cdot 10^{-4}$, $\varepsilon_2 = -1,81 \cdot 10^{-3}$.

По значениям ε_1 и ε_2 определяем параметры напряженно-деформированного состояния сечения:

$$\sigma_b = 11,89 \text{ МПа} < R_b = 22 \text{ МПа};$$

$$\sigma_s = 375 \text{ МПа} < R_s = 380 \text{ МПа};$$

$$100\sigma_b / R_b = 46\%.$$

Несущая способность сечения – $M = 3580 \text{ кНм}$.

Сравнение результатов расчета по предложенной методике и по СНиП [4] позволяет заключить, что резерв несущей способности наиболее нагруженного сечения (в середине пролета) составляет 13,9%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. В 2 кн. / П.М. Саламахин, Л.В. Маковский, В.И. Попов и др. ; под ред. П.М. Саламахина. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – С. 264 – 290.

2. Киселев, Д.А. Расчет пролетного строения автодорожного моста с использованием нелинейной диаграммы деформирования бетона / Д.А. Киселев, Н.М. Снятков // Труды ТГТУ. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – Вып. 23. – С. 222 – 225.

3. СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 1989. – 88с.

4. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы / Минстрой России. – М. : ГПЦПП, 1996. – 213 с.

5. СНиП 52-01–2003. Бетонные и железобетонные конструкции. – М. : ГПЦПП, 2003. – 28 с.