продольных стержней у верхней грани железобетонных элементов рассмотренного типа. Площадь поперечного сечения арматуры может быть определена по общим правилам расчета внецентренно сжатых элементов.

УДК 624.072.2(075.8)

И.М.ВЕТРЮК, канд.техн.наук (БПИ)

РАСЧЕТ ШПРЕНГЕЛЬНЫХ БАЛОК

Широко применяемые в строительных конструкциях шпренгельные системы балок, ферм и плит покрытий отвечают требованию рационального укрупнения элементов конструкций, повышению заводской готовности, снижению материалоемкости и стоимости.

Предлагается метод определения усилий в шпренгельных статически неопределимых балках с одной и двумя стойками с помощью уравнений прогибов, представленных или через внешние силы, или через внутренние усилия:

$$f_Q + f_q = f_p + f_\delta , \qquad (1)$$

где f_Q , f_q , f_p , f_δ —прогибы балки от нагрузок сосредоточенных, распределенных, искомого усилия в стойке, заданный прогиб в пределах нормативного $f_н$.

По выражению (1) определяются усилия в стойке и затяжке для различных схем балок и нагрузок (табл. 1).

Прогиб шпренгельной балки с одной стойкой можно определить, вычисляя перемещения ее элементов:

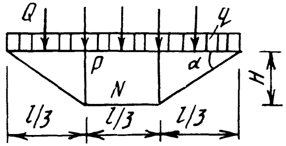
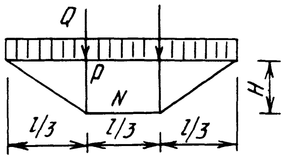
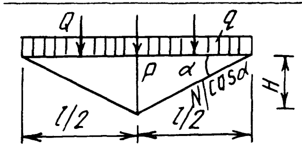
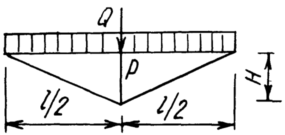
$$\Delta_\delta = \frac{N^н l}{2EF} \ ; \ \Delta_з = \frac{N^н l}{2E_1 F_1 \cos^2\alpha} \ ; \ \Delta_{ст} = \frac{P^н H}{E_1 F_2} ,$$

где F, F_1, F_2 , E, E_1, N — соответственно площади поперечных сечений балки, затяжки и стойки, модули упругости материалов балки, затяжки и стойки, продольные усилия в балке, затяжке и стойке, вычисленные по нормативным нагрузкам. Сечения балки, затяжки и стойки определяются по расчетным усилиям. Практически в определении прогиба балки учитывается только деформация растяжения затяжки; деформация сжатия стойки и балки из-за их малости не учитывается (рис. 1, а). Исходя из этих условий, величина прогиба балки определяется по формуле

$$f_\delta = \frac{N l}{E_1 F_1 n_{ср} \sin 2\alpha \cos\alpha} ,$$

Таблица 1

Расчетные формулы усилий

Расчетная схема балки	Усилие P в стойках от нагрузок, кН		Усилие N, кН	tg α
	Q и q	q		
	$2{,}15Q + 0{,}367ql - \dfrac{28{,}2EJf_\delta}{l^3}$	$0{,}367ql - \dfrac{28{,}2EJf_\delta}{l^3}$	$\dfrac{P}{tg\alpha}$	$\dfrac{3H}{l}$
	$Q + 0{,}367ql - \dfrac{28{,}2EJf_\delta}{l^3}$	$0{,}367ql - \dfrac{28{,}2EJf_\delta}{l^3}$	$\dfrac{P}{tg\alpha}$	$\dfrac{3H}{l}$
	$2{,}37Q + 0{,}625ql - \dfrac{48EJf_\delta}{l^3}$	$0{,}625ql - \dfrac{48EJf_\delta}{l^3}$	$\dfrac{P}{2tg\alpha}$	$\dfrac{2H}{l}$
	$Q + 0{,}625ql - \dfrac{48EJf_\delta}{l^3}$	$0{,}625ql - \dfrac{48EJf_\delta}{l^3}$	$\dfrac{P}{2tg\alpha}$	$\dfrac{2H}{l}$

где $n_{ср}$ — средний коэффициент перегрузки; F_1 — определяется по формуле (3).

Для балки с двумя стойками прогиб y в третях пролета балки (рис. 1, б) находится по деформациям горизонтальной $\Delta_г$ и наклонной $\Delta_н$ затяжек:

$$\Delta_г = \frac{N^н l}{6E_1F_1}\ ;\ \Delta_н = \frac{N^н l}{3E_1F_1 \cos^2 \alpha}\ .$$

Здесь F_1 определяется по формуле (4).

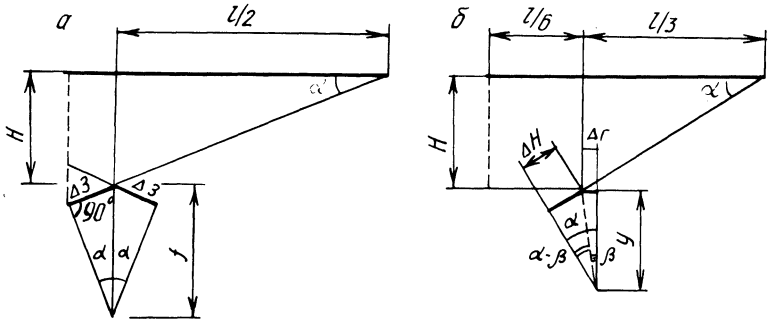


Рис. 1. Графическое определение прогиба шпренгельных балок от поперечных нагрузок:
а — с одной стойкой (f — прогиб балки); б — с двумя стойками (y — прогиб в третях пролета).

Таблица 2.

Прогиб балки $f_б$ в зависимости от заданного нормативного прогиба $f_н$

Относительные прогибы	Отношение $f_б/f_н$ при H/l				
	1/4	1/6	1/8	1/10	1/12
$\frac{1}{250}$	$\frac{0,2882}{0,3757}$	$\frac{0,3717}{0,5027}$	$\frac{0,4665}{0,6259}$	$\frac{0,5668}{0,7573}$	$\frac{0,6680}{0,8928}$
$\frac{1}{300}$	$\frac{0,3455}{0,4505}$	$\frac{0,4461}{0,6029}$	$\frac{0,5598}{0,7506}$	$\frac{0,6801}{0,9087}$	$\frac{0,8016}{1}$
$\frac{1}{400}$	$\frac{0,4611}{0,6011}$	$\frac{0,5948}{0,8038}$	$\frac{0,7464}{1}$	$\frac{0,9068}{1}$	$\frac{1}{1}$
$\frac{1}{500}$	$\frac{0,575}{0,7514}$	$\frac{0,7435}{1}$	$\frac{0,9333}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$

Примечания: 1. В числителе $f_б/f_н$ для балки с двумя стойками, в знаменателе — с одной стойкой. 2. Значения отношений $f_б/f_н$ даны при расчетном сопротивлении стали марки В ст. 3пс6 R = 235 МПа (24000 кгс/см^2) и расчетном усилии N, поэтому при определении прогиба балки табличное $f_б$ следует снижать на коэффициент перегрузки n.

По формуле квадратной параболы и значению $y = \Delta_г / \operatorname{tg} \beta$, который принимается за ординату параболы в третях пролета, определяется максимальный прогиб балки:

$$f_б = 1{,}125 y = \frac{0{,}1875 N l}{E_1 F_1 n_{ср} \operatorname{tg} \beta}, \qquad (2)$$

где угол $\beta = \dfrac{\cos \alpha}{2 + \cos \alpha} \alpha$.

Площадь сечения затяжки вычисляется по следующим формулам:

для балки с одной стойкой

$$F_1 = \frac{N l}{E_1 f_б \sin 2\alpha \cos \alpha}; \qquad (3)$$

для балки с двумя стойками

$$F_1 = \frac{0{,}1875 N l}{E_1 f_б \operatorname{tg} \beta}, \qquad (4)$$

где $f_б$ — прогиб балки, определяемый по табл. 2.

Предложенный метод расчета шпренгельных балок обладает преимуществом по сравнению с известными [1, 2]. Например, усилия в затяжке, полученные по [1], на 0,03—0,3 % больше, а по [2] — на 0,8—1,5 % меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Онуфриев Н.М. Простые способы усиления железобетонных конструкций промышленных зданий. — М.: Госстройиздат, 1958. — 231 с. 2. Беленя Е.И., Гениев А.Н., Балдин В.А. и др. Металлические конструкции. — М.: Стройиздат, 1976. — 600 с.

УДК 624.075.23

В.Д.ГРИНЕВ, канд.техн.наук
(Новополоцкий политехн. ин-т)

К ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ СЖАТЫХ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Расчет прочности бетонных элементов при однозначной эпюре напряжений в бетоне был изложен ранее [1,2]. Настоящая работа ставит целью получить расчетные формулы для проверки прочности и трещиностойкости при $e > r_{яд}^{пл}$. При этом возможны следующие предельные состояния в зависимости от эксцентриситета (рис. 1). Как видно, можно выделить две характерные группы предельных состояний: разрушение без трещин и разрушение с трещинами.

Гипотезы, принятые в основу расчета прочности, следующие:

1) зависимость $\sigma - \varepsilon$ для сжатого и растянутого бетона принимается гиперболической;