

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

А. А. РОТИНКИН

К РАСЧЕТУ МОНТАЖНЫХ УСИЛИЙ В ПУЧКАХ
 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
 ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

При изготовлении железобетонных предварительно напряженных пролетных строений в подвижных металлических стендах арматурные пучки натягиваются до бетонирования конструкции и усилие натяжения передается на стенд. В процессе натяжения пучки металлической конструкции стенда испытывают сжатие, которое вызывает соответствующее укорочение продольных балок стенда, а также прогиб поперечных балок, диафрагм и закладных деталей. В предлагаемой автором методике расчета монтажных усилий в арматурных пучках, вводится приведенная жесткость стенда с учетом прогиба поперечных балок, диафрагм и закладных деталей.

Определим приведенную жесткость стенда при натяжении пуч-

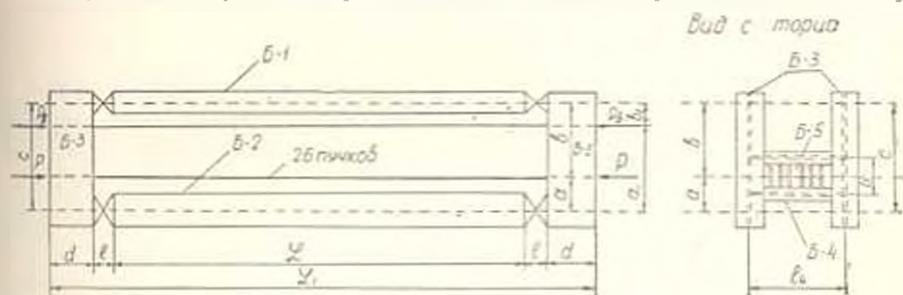


Рис. 1. Схема металлического стенда. Б-1—балка верхней распорки; Б-2—балка нижней распорки; Б-3—опорная балка; Б-4—диафрагма; Б-5—закладные детали; P —усилие натяжения нижних арматурных пучков в балке, P_0 —усилие натяжения пучков в плите балки.

ков в нижней поясе балки. Обозначим через P силу натяжения, получим следующие выражения для укорочения верхней балки (рис. 1):

$$\Delta_b = \frac{P \cdot a \cdot L}{E \cdot E \cdot F_1} \quad (1)$$

и укорочения нижней балки

$$\Delta_a = \frac{P \cdot b \cdot L}{E \cdot E \cdot F_2} \quad (2)$$

Здесь E — модуль упругости балок; F_1 — площадь сечения балки Б-1; F_2 — площадь сечения балки Б-2.

Перемещение недеформированной балки Б-3, на уровне — центра тяжести арматурных пучков нижнего пояса от укорочения балок Б-1 и Б-2 будет равно (рис. 1):

$$\Delta_1 = \Delta_2 + (\Delta_3 - \Delta_2) \frac{b}{c} \quad (3)$$

Обозначив через f_2 — суммарный прогиб двух балок Б-3, f_4 — суммарный прогиб двух диафрагм Б-4, f_5 — суммарный прогиб закладных деталей Б-5 с двух концов стенда, получим следующее выражение для определения суммарного перемещения концов арматурных пучков (рис. 1):

$$\Delta_1 = \Delta_2 + \frac{2P}{3EJ_2} \cdot \frac{a^2 b^2}{c} + \frac{PL_1}{24EJ_4} + \frac{PL_5}{24EJ_5} \quad (4)$$

Здесь l_2 , l_4 , l_5 — длины, а J_2 , J_4 , J_5 — моменты инерции сечения соответственно балок Б-3, Б-4 и Б-5.

Приведенная жесткость стенда может быть найдена из выражения:

$$E_{\text{пр}} \cdot (F_1 + F_2) = \frac{PL}{\Delta_1} \quad (5)$$

откуда приведенный модуль деформации стенда:

$$E_{\text{пр}} = \frac{PL}{\Delta_1 (F_1 + F_2)} \quad (6)$$

Аналогично, при натяжении пучков в плите балки усилием P_0 (рис. 1) получим следующие выражения для определения суммарного перемещения концов арматурных пучков в поясе балки:

$$\Delta_1 = \left[\frac{b_1 L}{c E F_2} + \left(\frac{a_1}{F_2} - \frac{b_1}{F_2} \right) \frac{L}{c E} \frac{a_1}{c} + \frac{2}{3EJ_2} \cdot \frac{a_1^2 \cdot b_1^2}{c} + \frac{l_1}{24EJ_6} \right] P_0 + f \quad (7)$$

где прогиб балок у нижних пучков

$$f = l \frac{P_0 \cdot b_1 \cdot a}{3EJ_2 c} \cdot (c^2 - a^2 - b^2)$$

Приведенная жесткость стенда для расчета потерь усилий в нижних пучках при натяжении верхних

$$F_{\text{пр}} (F_1 + F_2) = \frac{P_0 \cdot L}{\Delta_0} \quad (8)$$

Соответственно приведенный модуль деформации стенда будет равен

$$E_{\text{пр}} = \frac{P_0 \cdot L}{\Delta_0 (F_1 + F_2)} \quad (9)$$

Величины расчетных усилий Z , с которыми должны быть натянуты арматурные пучки, определяются из расчета прочности предварительно напряженной конструкции. Силы монтажного натяжения V не всегда равны расчетным. Необходимо определить монтажные усилия, которые бы обеспечили в итоге заданные расчетные натяжения. В связи с тем, что арматурные пучки натягиваются последовательно в определенном порядке, например, как показано на рис. 2, усилия в ранее натянутых пучках будут, очевидно, изменяться последующим натяжением остальных пучков и, следовательно, для получения в

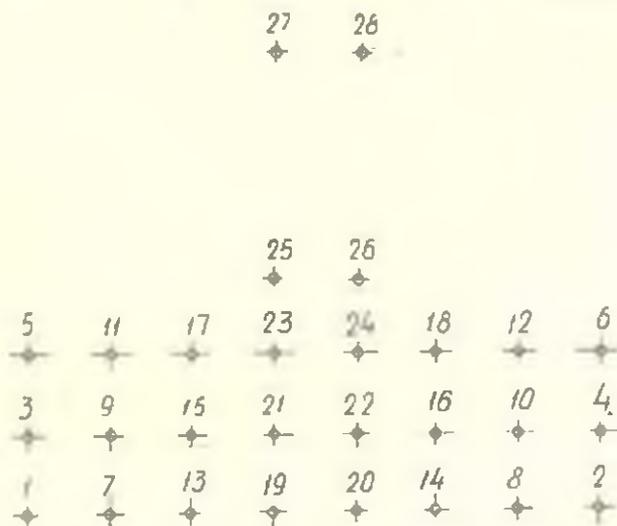


Рис. 2. Последовательность натяжения арматурных пучков.

конструкции расчетных усилий Z отдельные пучки должны натягиваться неодинаково. При натяжении i -го пучка силой V во всех ранее натянутых $i-1$ пучках возникнут потери усилий X_i , величины которых определяются из равенства деформаций стержня и пучков. Если обозначить через E_a — модуль упругости, а через F_a — площадь сечения арматурного пучка, то можем написать

$$V - X_i = X_i \frac{E_a (F_1 + F_2)}{E_a F_a (i-1)},$$

откуда

$$X_i = V \frac{(i-1)}{(i-1) + \beta}, \quad (10)$$

где

$$\beta = \frac{E_a (F_1 + F_2)}{E_a F_a}.$$

Начальное усилие в каждом пучке уменьшится на величину

$$\Delta X_i = \frac{X_i}{i-1} = V \cdot \frac{1}{(i-1) + \beta}. \quad (11)$$

$$E_{\text{нпр}}(F_1 + F_2) = 2,98 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Приведенный модуль упругости стнда согласно формуле (9)

$$E_{\text{н пр}} = 2,05 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2.$$

В связи с тем, что характер деформаций при натяжении нижних и верхних пучков различный, приведенный модуль упругости стнда необходимо определить отдельно.

Определим потери усилий в нижних пучках при их натяжении

$$\beta = \frac{E_s(F_1 + F_2)}{E_c F_c} = 144,5;$$

$$F_n = 25\phi 5 = 9,42 \text{ см}^2.$$

Монтажные усилия Z_i в каждом пучке арматуры i -ой группы, вычисленные по формуле (13), сведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение величин монтажных усилий в арматурных пучках

Номера групп пучков (i)	Номера пучков в группе	$i + j$	$1 + \frac{1}{i+j}$	$V_i = V_{i+1} \left(1 + \frac{1}{i+j} \right)$ (m)	$Z_i = \frac{V_i - \Delta X_{i+1}}{2}$ (m)
1	1+2	145,5	1,00687	107,166	54,0
2	3+4	146,5	1,00683	106,435	53,5
3	5+6	147,5	1,00678	105,713	53,0
4	7+8	148,5	1,00673	105,001	53,0
5	9+10	149,5	1,00669	104,299	52,5
6	11+12	150,5	1,00664	103,605	52,0
7	13+14	151,5	1,00660	102,922	51,5
8	15+16	152,5	1,00656	102,247	51,5
9	17+18	153,5	1,00651	101,581	51,0
10	19+20	154,5	1,00647	100,921	50,5
11	21+22	155,5	1,00643	100,275	50,5
12	23+24	156,5	1,00639	99,634	50,0
13	25+26			2 \times 49,5 = 99	50,0
14	27+28			99,0	49,5

Определим потери усилий в нижних пучках при натяжении верхних. Оба верхних пучка во избежание несимметричного обжатия стнда и уменьшения монтажных усилий в верхних пучках натягиваются одновременно силами по 49,5 т. Следовательно,

$$V = 99 \text{ м}; \beta_2 = \frac{E_s(F_1 + F_2)}{E_c F_c} = 176.$$

Потеря усилия в каждой группе нижних пучков определяется по формуле (11)

$$\Delta X_{14} = \frac{99}{13+176} = 0,522 \text{ м},$$

где индекс 14 означает, что в балке имеется 14 групп пучков. Учитывая потери усилий в нижних пучках при натяжении верхних, величину максимального монтажного усилия Z_i (табл. 1) следует увеличить на 0,5 т и оно будет равно 54,5 т. Приведенный расчет пока-

зывает, что величина потери напряжений в арматурных пучках при их натяжении в данном примере достигает 10% от расчетного и пренебрегать этим не следует, так как арматурные пучки окажутся недонапряженными.

РНИЖТ

Поступило 18.VII.1964

Ա. Ա. ՌՈՏԻՆՅԱՆԻ

ՆԱԽԱՎԱԲԱԿ ԵՐ ԿԱԹՈՒՅԵՏՈՆԵ ԿԱՌՈՐՋՆԵՐԻ ՀԵՆԱՄԵՋԱՅԻՆ
ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱՐԲԱՆԱՅԻՆ ՓԵՋԵՐՈՒՄ ՄՈՆԻՏՈՒՅԻՆ ՃԻՂԵՐԻ
ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ՇՈՒՂՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Շարժական մետաղական ստենդներում նախաշարված երկաթբետոնե հենամեջալին կառուցվածքներ պատրաստելիս ամրանալին փնջերը ձգվում են նախքան կոնստրուկցիայի բևտնումը և ձգման ճիգը փոխանցվում է ստենդին: Ամրանալին փնջերը ձգելիս ստենդի կոնստրուկցիաները ենթարկվում են դեֆորմացիայի: Ամրանալին փնջերում մոնոստալին ճիգերի հաշվարկման համար հեղինակի կողմից առաջարկվող մեթոդիկալում ստացվում է ստենդի բերված կոռուկցիոնը՝ հաշվի առնելով լալնական հեծանների, դիաֆրագմաների և միջադիր մասերի ձկվածքները: