

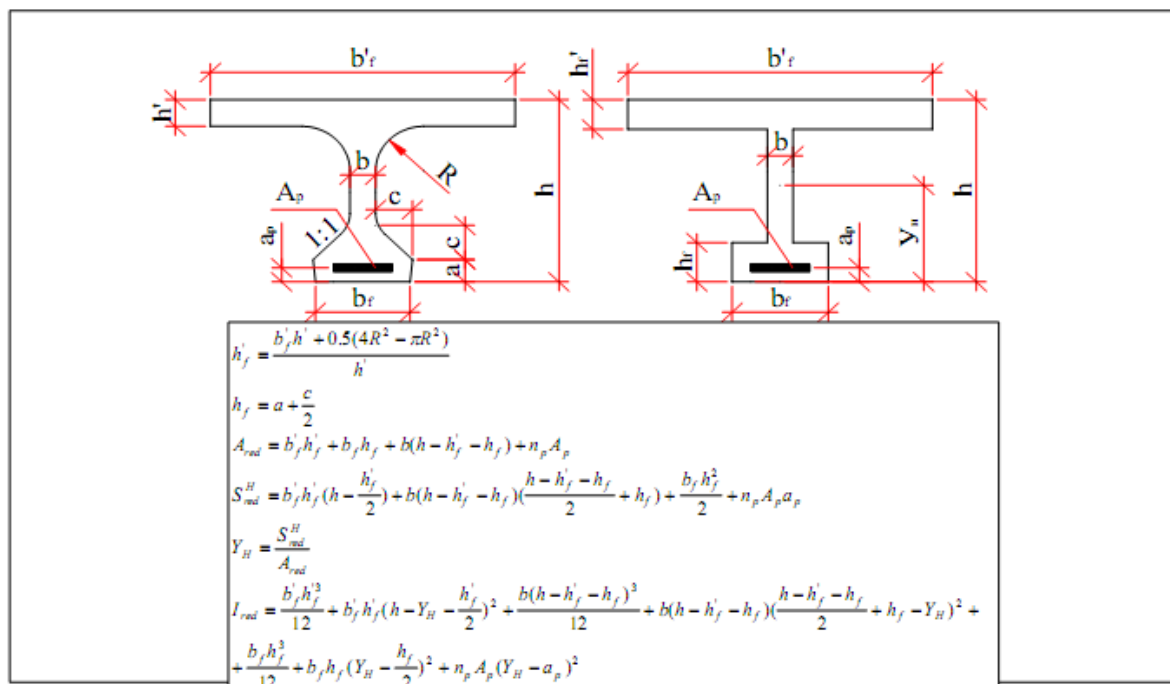
## Расчет мостовых ж.б. преднапряженных двутавровых балок по II группе

Ниже представлен расчет в собственной программе (в EXCEL) железобетонной балки длиной 28 м по II группе предельных состояний (фибровые и главные напряжения, расчет раскрытия нормальных и наклонных трещин).

После выхода ГОСТ Р 52748 во всех экспертизах возникают закономерные вопросы по правомерности применения как "общедоступных" балок по типовому 3.503.1-83 (под класс нагрузки 11, но с меньшим шагом), так и переделанных Союздорпроектом под новые нагрузки (в случае применения таких проектов необходимо согласование СДП, а стоит оно не дешево). Поэтому возникла необходимость разработки индивидуальных балок. Расчет по I группе сложности не представляет, а для II-й была разработана такая программка, весьма успешно работающая (для проверки были пересчитаны разные сечения балок по ТП 83, результаты оказались близки). В настоящее время пересчитана вся номенклатура размеров, но грянули еще поправки. С 20 мая вроде бы руководящим документом стал актуализированный СНиП, но как я понимаю, сейчас правомерность его применения отдана на откуп экспертизе. Дело в том, что существует ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", а к нему - Распоряжение Правительства РФ от 21.06.10 №1047-р "Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований ФЗ "Технический регламент...". Так вот, там почти в полном составе указан наш старый добрый "снп со звездочкой" + ГОСТ Р 52748, т.е. про актуализированные - ничего (кто в теме - пишите в комментариях ваше мнение).

А отличия есть. Главное - к Н14 по 2-й группе в актуализированном вводится коэффициент 0,8, т.е. возвращается НК-80. На мой взгляд (опытный, т.к. все балочки пересчитал) это правильно, т.к. Н14 и вызывала недопустимые главные растягивающие напряжения в стенках балок у опор, что бы ты не пытался сделать с шагом балок. Выручало только увеличение толщины стенки, но переделывать опалубку никто не будет. Союздорпроект из этой ситуации всегда выходил легко и изящно - ставил сноску\* и писал: "применяется усиленное армирование ребра". Вроде все верно - кому интересны растягивающие напряжения в бетоне, если армировать посильнее и ограничить трещину? Но кто разрешит мне, простому расчетчику, послать лесом табличку 40\* п.3.103\* СНиПа? Вот и закладывал бетон В45 почти везде, спаренные сетки из 14-й арматуры. Актуализированная редакция несколько уравнила требуемое по I и II группе армирование. Кстати, выполнил сравнительный расчет "до и после 20 мая" - хоть и ввели к тележке фиксированный коэффициент надежности, а ко всей АК - к-т динамичности 1.4, но к-т полосности к тележке 0.6 все вернул на свои места, так что по АК изменения в пределах + 5-10% в зависимости от длины пролета.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВЕДЕННОГО СЕЧЕНИЯ ДВУТАВРОВОЙ ПН БАЛКИ С ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ АРМАТУРОЙ



Расчет балки по предельным состояниям II группы - на трещиностойкость.  
 Длина пролета 28 м, 8 балок с шагом 175 см, высотой 123 см  
 (ребро 36 см на длине 6.5 м); бетон В40. Расчет на нагрузки класса А14 и Н14.

b', см	140
h', см	18
R, см	30
a, см	15
b, см	16
c, см	23
b', см	60
h, см	123
A <sub>0</sub> , см <sup>2</sup>	47.1
a <sub>p</sub> , см	16
n <sub>p</sub>	5.46

h'и, см	20.75914266
h'и, см	26.5

b'f h'f	=, см <sup>2</sup>	2906.28
b <sub>f</sub> h <sub>f</sub>	=, см <sup>2</sup>	1590
(h - h'f - h <sub>f</sub> )	=, см	75.74085714

ДЛЯ 1-Й СТАДИИ

	см <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>
A <sub>red</sub>	5965.3	0.596529971
S <sub>red</sub> <sup>H</sup>	430496.2	0.430496198
Y <sub>H</sub>	72.16673	0.721667341
I <sub>red</sub>	11937004	0.119370039

Напряжения по вуту? У=н, м	1-дв, 0-нет	1
S <sub>red</sub> <sup>OT</sup>		0.124741167 м <sup>3</sup>

Модуль упр. Ер 1.77Е+05

$$\sigma_{s, (s')} = \frac{N_0}{A_{red}} \pm \frac{N_0 e_0 y_{red}}{I_{red}} \pm \frac{M_{s-g} y_{red}}{I_{red}}$$

где  $\sigma_s$  - сжимающие напряжения в нижнем поясе;

$\sigma_{s'}$  - растягивающие напряжения в верхнем поясе;

$y_{red}$  - расстояние от центрально й оси до рассматриваемого волокна

$$S_{red}^{OT} = b_f h_f (Y_H - \frac{h_f}{2}) + b(h - h_f - Y_H)(Y_H + Y_H - h + \frac{h - h_f - Y_H}{2}) + n_p A_p (Y_H - a_p)$$

$$\tau_s = \frac{QS_{red}^{OT}}{I_{red} b}$$

## РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ В БЕТОНЕ НА СТАДИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И МОНТАЖА

Сечение x, м	Ув, м (по вуту или ЦТ)	Ширина стенки b, м	Расстояние от низа до ар-ры, м	Усилие от ПН, Np(l), кН	Ссоб_вес, кН	Мсоб_в, кН*м	A <sub>red</sub>	Y <sub>H</sub>	I <sub>red</sub>	$\sigma_s < < 0.8R_{bt,ser} = -1.44$	$\sigma_{s'} < < R_{bt,ser} = 16.7$	$\tau_s \leq m_{bt} R_{bt,ser} = 3.6$
0	0.3	0.36		226	0	0.4583	0.51	0.0513				0.699978341
2.3	0.48	0.36	0.205	1871	161	478.5	0.721	0.727	0.1189	0.4875596	5.640959618	0.557326418
4.7	0.48	0.36	0.163	3274	133.7	885.8	0.7283	0.72	0.122	0.5750135	10.03006385	0.409136612
8.76	0.48	0.16	0.1425	4677	52.5	1287	0.597	0.7217	0.1194	1.7808951	16.42879824	0.342690013
12.2	0.48	0.16	0.1356	4677	30.6	1425.4	0.597	0.7217	0.1194	2.2326976	15.78731513	0.199739322
13.7	0.48	0.16	0.1356	4677	0	1445.6	0.597	0.7217	0.1194	2.3186914	15.66521848	0

Расчет балки по предельным состояниям II группы - на трещиностойкость.  
 Длина пролета 28 м, 8 балок с шагом 175 см, высотой 123 см  
 (ребро 36 см на длине 6.5 м); бетон В40. Расчет на нагрузки класса А14 и Н14.

ДЛЯ 2-Й СТАДИИ

bx, см	175
h, см	18
R, см	30
a, см	15
b, см	16
c, см	23
bx, см	60
h, см	123
Ap, см²	47.1
ap, см	16
pe	5.48

h <sub>нп</sub> , см	20.20731429
h <sub>вп</sub> , см	26.5
b <sub>f</sub> h <sub>f</sub>	=, см² 3536.28
b <sub>w</sub> h <sub>w</sub>	=, см² 1590
(h - h <sub>f</sub> - h <sub>f</sub> )	=, см 76.29268571

A <sub>уд</sub>	см²	м²
A <sub>уд</sub>	6604.128971	0.660412897
S <sub>уд</sub>	903327.9252	0.503327925
Y <sub>уд</sub>	76.21412716	0.762141272
I <sub>уд</sub>	12963121.93	0.129631219

Напряжения по вуту? 1-да, 0-нет **1**  
 Y<sub>вп</sub>, м 0.48  
 S<sub>уд</sub><sup>от</sup> = 0.135358151 м²

Модуль упр. Ер 1.77E+05

$$\sigma_{s^{(s)}} = \frac{N_{s^{(s)}}}{A_{уд}} \pm \frac{N_{s^{(s)}} Y_{уд}}{I_{уд}} \pm \frac{M_{s^{(s)}} Y_{уд}}{I_{уд}}$$

где  $\sigma_{s^{(s)}}$  - сжимающие напряжения в нижнем поясе;

$\sigma_{s^{(s)}}$  - растягивающие напряжения в верхнем поясе;

$Y_{уд}$  - расстояние от центральной й оси до рассматриваемого волокна

$$S_{уд}^{от} = b_f h_f (Y_{уд} - \frac{h_f}{2}) + b(h - h_f - Y_{уд}) Y_{уд} + Y_{уд} - h + \frac{h - h_f - Y_{уд}}{2} + n_p A_p (Y_{уд} - a_p)$$

$$\tau_s = \frac{QS_{уд}^{от}}{I_{уд} b}$$

РАСЧЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ И РАСКРЫТИЮ НОРМАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ (ПО ВЕРХНЕМУ ВУТУ ДЛЯ БАЛОК Н=123 СМ И ПО ЦЕНТРУ ТЯЖЕСТИ ДЛЯ Н=173 СМ) ТРЕЩИН НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ БАЛОК С ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ АРМАТУРОЙ

Сечение х, м	Ув, м (по вуту или ЦТ)	Ширина стенки в, м	Расстояние от низа до ар-ры, м	Потери ПН, N', кН	Q, кН	M, кН*м	A <sub>уд</sub>	Y <sub>уд</sub>	I <sub>уд</sub>	$\sigma_s^u < R_{s,acc}$	$\sigma_s^t < 1.4 R_{s,acc}$	$\tau_s \leq m_{s,t} R_{s,t}$	$\sigma_{acc} < 19.6$	$\sigma_{rel} < -1.79$	S <sub>уд</sub> <sup>от</sup>	сбк, МПа	сбп, МПа
							0.4583	0.51	0.0513	< 19.6	= -2.94	3.6	< 19.6	< -1.79	0.0572	0	0.706818
0	0.3	0.36			411	0	0.4583	0.51	0.0513	0	0	1.972947802					
2.3	0.48	0.36	0.205	-204.8	330.4	852	0.7856	0.76	0.1291	3.742452591	-0.3045093	1.573919929	2.991294767	-0.828144377	0.143	0	2.16315
4.7	0.48	0.36	0.163	-437.8	279.8	1410.4	0.793	0.754	0.1325	6.019238818	-0.02036711	1.265547513	4.05708793	-0.394768498	0.146		3.662319
8.76	0.48	0.16	0.1425	-798.3	218.4	1972.5	0.66	0.762	0.1296	9.480129957	0.713931024	1.768777976	6.537716804	-0.478542528	0.1354		6.059174
12.2	0.48	0.16	0.1356	-772	183.3	2171	0.66	0.762	0.1296	10.64898687	-0.99033377	1.396634576	6.411066274	-0.304253311	0.1354		6.106813
13.7	0.48	0.16	0.1356	-766.8	155	2192.5	0.66	0.762	0.1296	10.80873595	-1.21181206	1.012104552	6.280891444	-0.163091062	0.1354		6.11779

Расчет балки по предельным состояниям II группы - на трещиностойкость.  
 Длина пролета 28 м, 8 балок с шагом 175 см, высотой 123 см  
 (ребро 36 см на длине 6.5 м); бетон В40. Расчет на нагрузки класса А14 и Н14.

Сечение х, м	Наклон сечения к вертикали β, град	Высота ребра hr, см	Длина наклонной о сеч. L1, см	Диаметр хомутов, см	Шаг хомутов, см	Спаренные? 1-да, 0-нет	Интенсивность ошв верт, см²/см	Число ветвей хомутов, пересек. наклон. Nw	βw верт	Диаметр продольного стержня, см	Шаг продольных стержней, см	Спаренные? 1-да, 0-нет	Интенсивность ошв гор, см²/см	Число стержней, пересек. накл. сеч. Nw гор	βw гор
0	60	47	94.0004	1.2	10		0.226195	16	1	1.2	10		0.2261952	10	1
2.3	60	47	94.0004	1.2	10		0.226195	16	1	1.2	20		0.1130976	4	1
4.7	60	47	94.0004	1.2	20		0.113098	8	1	1.2	20		0.1130976	4	1
8.76	60	37	74.00031	1	20		0.07854	6	1	1	20		0.07854	4	1
12.2	60	37	74.00031	1	20		0.07854	6	1	1	20		0.07854	4	1
13.7	60	37	74.00031	1	20		0.07854	6	1	1	20		0.07854	4	1

Сечение х, м	Площадь зоны взаимодействия Ar, см²	Эквивалентный ф. 133, см	Rr, см	ψ	μ	β>=0.75	σ <sub>ср</sub>	ср, Мпа	Модуль упругости арматуры Es, Мпа	Наклонная трещина βср, см
0	3384.014	19.99228	169.2661	19.51534383	0.0062832	0.75		0	1.98E+05	
2.3	3384.014	13.75689	245.9869	23.52595547	0.005497807	0.75	-0.828144	-112.973831	1.98E+05	0.013560292
4.7	3384.014	8.958907	377.8106	29.15602499	0.0031416	0.75	-0.394768	-94.2438164	1.98E+05	0.014019261
8.76	1184.005	6.464094	183.1664	20.30084927	0.00490875	0.75	-0.478543	-73.1157415	2.06E+05	0.007205396
12.2	1184.005	6.464094	183.1664	20.30084927	0.00490875	0.75	-0.304253	-46.4863729	2.06E+05	0.00458113
13.7	1184.005	6.464094	183.1664	20.30084927	0.00490875	0.75	-0.163091	-24.9184205	2.06E+05	0.002455656