

Таблица 1 – Сравнение вариантов загрузжений по расходу металла

Расход металла на одну отправочную марку, кг		Расход металла на одну ферму, кг		Расход металла на здание, кг		Увеличение, %
без учета обрушения	с учетом обрушения	без учета обрушения	с учетом обрушения	без учета обрушения	с учетом обрушения	
1516,2	1697,6	6064,9	6790,4	97039,1	117455,7	21,0

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27751-88 «Надежность строительных конструкций и оснований».

УДК 624.014.2

К расчету болтовых срезных соединений согласно СНиП II-23-81* и ТКП EN 1993-1-8

Ивинская В.Е.

(научный руководитель – *Лагун Ю.И.*)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Сравнительно недавно вступили в силу новый строительный нормативный документы ТКП EN, среди которых выделим требования по проектированию соединений металлических конструкций ТКП EN 1993-1-8. В связи с его принятием имеют место некоторые различия и несоответствия при сравнении с действовавшим нормативным документом СНиП II-23-81*. Целью настоящей работы является сравнение требований по расчету болтовых соединений по указанным двум нормативным документам.

Соединения, работающие на срез

Несущая способность болтового соединения резу:

$$\text{по ТКП EN 1993-1-8} - F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \cdot n_s,$$

$$\text{по СНиП II-23-81*} - N_{bs} = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s,$$

где $\alpha_v f_{ub}$, R_{bs} – расчетное сопротивление болта срезу;

γ_{M2}, γ_b – коэффициенты учета условий работы болтового соединения;

A – площадь болта брутто;

n_s – число площадок среза.

Сравнение расчетных сопротивлений болта срезу выполним в табличной форме, в которой учтем классы прочности и различные значения коэффициентов α_v . Полученные результаты приведены в таблице 1.

Отметим, что в ТКП EN допускается, чтобы плоскость среза проходила через резьбовую часть, при этом при α_v принимается равным 0,5 для классов прочности 4.8, 5.8, 6.6 и 10.9, в остальных случаях α_v принимается равным 0.6. В отличие от ТКП EN, в СНиП не допускается, чтобы плоскость среза проходила через резьбовую часть.

Таблица 1 – Расчетное сопротивление болтов срезу

Расчетное сопротивление болтов срезу, МПа		Класс прочности болтов						
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	8.8	10.9
Rbs		150	160	190	200	230	320	400
$\alpha_v \cdot f_{ub}$	при $\alpha_v = 0,5$	–	200	–	250	300	–0	500
	при $\alpha_v = 0,6$	240	240	300	300	360	480	600

Как видно из таблицы, наблюдается значительные различия значений расчетных сопротивлений болтов на срез для одних и тех же классов.

Несущая способность болтового соединения смятию:

$$\text{по ТКП EN 1993-1-8} - F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_{\min}}{\gamma_{M2}},$$

$$\text{по СНиП II-23-81*} - N_{bp} = R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t_{\min},$$

где f_u – расчетное временное сопротивление материала болта;

R_{bp} – расчетное сопротивление смятию элементов соединения;

γ_b – коэффициент учета условий работы болтового соединения;

d – диаметр болта;

$\sum t_{\min}$ – минимальная толщина элементов сминаемых в одном направлении;

k_1, α_d – коэффициенты учета размещения болтов в пределах соединения.

Требования по размещению болтов также имеют различия.

Конструктивные требования по размещению болтов в пределах болтового соединения так же имеют небольшие различия, которые приведены в таблице 2. Обозначения, принятые в таблице 1, см. рисунок 1.

Таблица 2 – Требования по размещению болтов в пределах болтового соединения

Требования		Нормативные документы	
		ТКП EN 1993-1-8	СНиП II-23-81*
Минимальные расстояния		$p1=2.2d0, p2=2.4d0, e1=1.2d0, e2=1.2d0$	$p1=2.5d0, p2=2.5d0, e1=2d0, e2=[1.2\div 1.5]d0$
Максимальные расстояния	при растяжении	$p1,out \leq 14t \leq 200\text{мм}, p1,in \leq 28t \leq 400\text{мм}$	$p1,out \leq 8d0 \leq 12t, p1,in \leq 16d0 \leq 24t$
	при сжатии	$p1 \leq 14t \leq 200\text{мм}, p2 \leq 14t \leq 200\text{мм}$	$p1 \leq 8d0 \leq 12t, p2 \leq 8d0 \leq 12t$

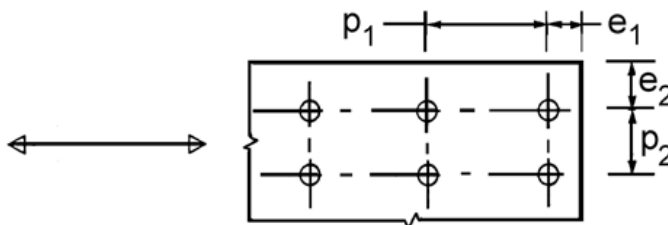


Рисунок 1 – Обозначения привязок отверстий диаметром $d0$ под болты диаметром d в фанке толщиной t

Соединения, работающие на растяжение

Несущая способность болтового соединения растяжению:

$$\text{по ТКП EN 1993-1-8} - F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}},$$

$$\text{по СНиП II-23-81*} - N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn},$$

где f_{ub}, R_{bt} – расчетное сопротивление болта растяжению;

γ_{M2} – коэффициент учета условий работы болтового соединения;

A_s, A_{bn} – площадь болта нетто;

k_1 – коэффициент учета типа головки болта: $k_2 = 0,63$ для болтов с потайной головкой и $k_2 = 0,9$ в остальных случаях.

Соединения, работающие на срез и растяжение.

Несущая способность болтового соединения, подверженного и срезу и растяжению:

$$\text{по ТКП EN 1993-1-8} - \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0,$$

по СНиП II-23-81* – отсутствует,

где $F_{v,Ed}$, $F_{v,Rd}$ – расчетное усилие и несущая способность болтового соединения на срез соответственно;

$F_{t,Ed}$, $F_{t,Rd}$ – расчетное усилие и несущая способность болтового соединения на растяжение соответственно.

Как видно, СНиП не предусматривается проверки болтового соединения при совместном воздействии срезающих и растягивающих внешних воздействий.

Сравнительный расчет срезного болтового соединения.

Определим требуемое число болтов М12 класса прочности 5.8, необходимое для крепления стержня из 2С12П/С255 к фланке толщиной t10/С255. Расчетное усилие прикрепления $N = 130$ кН.

Расчет выполним по двум нормативным документам, при этом конструктивные требования примем по СНиП, так как они более жесткие: $e_1 = 2d_0 = 30$ мм и $e_2 = 1,5d_0 \geq 22,5$ мм (см. рисунок 1).

Требуемое количество болтов, определенное по изложенным выше расчетным формулам, составляет:

по ТКП EN 1993-1-8 – 3 болта,

по СНиП II-23-81* – 5 болтов.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что по ТКП EN 1993-1-8 требуется меньше болтов для восприятия одной и той же нагрузки. Между тем отметим, что если принять в расчет минимальные расстояния для e_1 и e_2 , которые приведены в таблице 1, то требуемое число болтов возрастет до 7.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП EN 1998-1-8. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8: Расчет соединений.

2. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. – ЦИТП Госстроя СССР 1991 – 96 с.