

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПРОГОНОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ШВЕЛЛЕРОВ И ИЗ ТРУБ ГСП. ЧАСТЬ I**

**Ф.А. Верёвка**

Белорусский национальный технический университет, ЗАО «Струнные технологии»,  
г. Минск, Беларусь

**TECHNICAL AND ECONOMIC COMPARISON OF STEEL PURLINS MADE OF HOT-ROLLED CHANNELS AND SHS OR RHS PIPES. PART I**

**F.A. Viarouka**

Belarusian National Technical University, UST Inc., Minsk, Belarus

**Аннотация.** Выполнен расчет стальных прогонов из широкополочных швеллеров и труб ГСП для пролетов 4,0, 6,0 и 9,0 м соответственно для различных уклонов кровли. Получены данные о расходе металла на прогоны для ячеек установленных размеров, оценены материальные затраты, связанные с закупкой требуемых прогонов для территории РБ.

**Ключевые слова:** стальные прогоны, швеллер, трубы ГСП.

**Annotation.** Calculation of steel purlins from wide-flange channels and SHS or RHS pipes for spans of 4.0, 6.0 and 9.0 m, respectively, for various roof slopes was carried out. The differences in metal consumption for purlins for cells of established sizes were obtained, and the material costs associated with the purchase of the required purlins for the territory of the Belarus were estimated.

**Keywords:** steel purlins, channel, SHS pipes, RHS pipes.

В отечественной практике строительного проектирования стальных каркасов зданий и сооружений широкое распространение получило использование горячекатаных швеллеров в качестве прогонов покрытия, изготовленных согласно ГОСТ 8240-97 [1]. Наряду с прогонами, выполненными из швеллеров, по субъективному мнению автора данной статьи, намного реже применяют и прогоны, выполненные из гнуто-сварных труб (далее труб ГСП). Трубы ГСП бывают как прямоугольного, так и квадратного сечений и изготавливаются согласно ГОСТ 30245-2012 [2]. Сталью для стальных прогонов, как правило, выступает сталь С245, С255, соответствующая ГОСТ 27772-2015.

В настоящее время существует ряд серий [3, 4, 5], в которых изображены типовые узлы крепления прогонов из швеллеров к несущим элементам поперечных рам стальных каркасов зданий, например, стропильным фермам, что существенно облегчает процесс проектирования и позволяет инженеру-проектировщику сделать очевидный выбор в пользу применения прогонов из швеллеров. В то же время даны и рекомендации [6] к применению стальных прогонов, выполненных из труб ГСП. Стоит отметить, что большинство применяемых в современном проектировании серий были разработаны в период существования СССР и, несмотря на чрезвычайную научно-практическую значимость этих документов, к сожалению, не всегда были актуализированы в соответствии с современными реалиями строительного проектирования. В частности, в настоящее время в ряде стран бывшего СССР были изменены нормы проектирования строительных конструкций в части сбора нагрузок, составления расчетных сочетаний воздействий и др. Также важной отличительной особенностью современного проектирования является наличие рыночной экономической системы, что требует от проектировщика дополнительных знаний о стоимостных показателях тех или иных проектных решений, способных повлиять на сокращение материальных и трудовых затрат, проектируемого ими объекта, имеющего как бюджетное, так и частное финансирование.

Поверхностный сравнительный анализ цен за тонну металла в РБ на 2024 г. дает следующие оценочные данные: 4272-2604 (3438) бел. руб./т и 4560-3204 (3882) бел. руб./т на

трубы ГСП и на горячекатаные швеллера соответственно (цены указаны с НДС, равном 20 %), что позволяет сделать превентивный вывод о том, что прогоны из ГСП дешевле в среднем на 550 бел. руб./т. Стоит отметить, что эти данные являются достаточно приближенными т.к. стоимость продукции также зависит от конкретного размера сечения, так, например, стоимость наиболее используемых швеллеров: Ш22, Ш24, Ш27 и Ш30 – 4476, 4584, 3456 бел. руб./т соответственно. Также не все из подобранных по расчету сечений могут быть оперативно доставлены на завод металлоконструкций и т. д.

Расчетная схема прогонов – шарнирно опертые разрезные балки, загруженные равномерно распределенной нагрузкой. В качестве нагрузки рассмотрены: постоянное воздействие и вес снегового покрова. Ветровая нагрузка не была учтена так как в соответствии с положениями СН 2.01.05 значение ветрового давления помимо прочих параметров зависит от габаритов здания, что затрудняет адекватное определение данного вида нагрузки на прогоны в относительно идеализируемом рассматриваемом в статье случае: рассмотрены ячейки размерами 36х4,0; 36х6,0; 36х9,0 м. Шаг прогонов принят 1,0 м. Снеговой район 2в в соответствии с СН 2.01.04, высота над уровнем моря принята 281 м. Сочетание воздействий осуществлялось в соответствии с СН 2.01.01. Класс надежности сооружений принят RC2. Расчет по предельным состояниям несущей способности и эксплуатационной пригодности осуществлен в соответствии с СП 5.04.01. Сталь прогонов – С245 по ГОСТ 27772-2015. Данные технико-экономического сравнения применения стальных прогонов, выполненных из горячекатаных швеллеров и из труб ГСП при шаге прогонов 1,0 м сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Техничко-экономическое сравнение применения стальных прогонов, выполненных из горячекатаных швеллеров и из труб ГСП при шаге прогонов 1,0 м

Уклоны кровли, град									
5		10		15		30		45	
Пролет прогонов - 4,0 м, шаг прогонов – 1,0 м									
ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер
80х3	8П	80х3	10П	80х3	12П	90х3	14П	100х3	16П
вес м.п.									
7,07	7,05	7,07	8,59	7,07	10,4	8,01	12,3	9,02	14,2
масса на ячейку 36х4 м									
1046,4	1043,4	1046,4	1271,3	1046,4	1539,2	1185,5	1820,4	1335,0	2101,6
стоимость за т									
2600	3204	2700	3156	2700	3396	2600	3384	2640	3372
стоимость прогонов на ячейку в бел. руб.									
2721	3343	2825	4012	2825	5227	3082	6160	3524	7087
Разница затрат на ячейку (ГСП - Швеллера) =... бел. руб.									
-623		-1187		-2402		-3078		-3562	
Разница масс (ГСП - Швеллера) =...кг									
3,0		-225,0		-492,8		-634,9		-766,6	
Пролет прогонов - 6,0 м, шаг прогонов – 1,0 м									
ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер
120х4	22П	120х4	24П	120х4	24П	120х4	27П	120х4	30П
вес м.п.									
14,41	21	14,41	24	14,41	24	14,41	27,7	14,41	31,8
масса на ячейку 36х6 м									
3199,0	4662,0	3199,0	5328,0	3199,0	5328,0	3199,0	6149,4	3199,0	7059,6
стоимость за т									
2772	4476	2772	4584	2772	4584	2772	3456	2772	3456
стоимость прогонов на ячейку в бел. руб.									
8868	20867	8868	24424	8868	24424	8868	21252	8868	24398
Разница затрат на ячейку (ГСП - Швеллера) =... бел. руб.									
-11999		-15556		-15556		-12385		-15530	

Продолжение таблицы 1

Разница масс (ГСП - Швеллера) =...кг									
-1463,0	-2129,0	-2129,0	-2950,4	-3860,6					
Пролет прогонов - 9,0 м, шаг прогонов – 1,0 м									
ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер	ГСП	Швеллер
160x5	36П	160x5	40П	160x5	40П	180x5	2x18П	180x5	2x20П
вес м.п.									
23,8	41,9	23,8	48,3	23,8	48,3	27,0	32,4	14,4	36,8
масса на ячейку 36x6 м									
7935,4	13952,7	7935,4	16083,9	7935,4	16083,9	8991,0	10789,2	4798,5	12254,4
стоимость за т									
4272	5000	4272	5300	4272	5300	3100	4476	2772	3457
стоимость прогонов на ячейку в бел. руб.									
33900	69764	33900	85245	33900	85245	27872	48292	13302	42363
Разница затрат на ячейку (ГСП - Швеллера) =... бел. руб.									
-35864	-51345	-51345	-20420	-29062					
Разница масс (ГСП - Швеллера) =...кг									
-6017,3	-8148,5	-8148,5	-1798,2	-7455,9					

**Примечание:** красным цветом в таблице выделены сечения, состоящие из 2-х спаренных швеллеров с разнесением сечений на ширину 50 мм и соединенных по верхним и нижним полкам планками.

Расчеты показали, что для всех рассмотренных углов наклона кровли и для всех рассмотренных вариантов пролетов: 4,0; 6,0; 9,0 м, применение прогонов из ГСП приводит к меньшим экономическим затратам. Экономия увеличивается тем значительнее, чем больше угол наклона кровли и чем больше становится пролет. Отдельно необходимо отметить, что для пролета 9,0 м практически отсутствует целесообразность применения прогонов из швеллера *сплошного* сечения, так как наблюдается чрезвычайно высокий перерасход металла, в данном случае возможно применение спаренных прогонов поставленных друг к другу стенками с разнесением сечений на ширину 50 мм и соединенных по верхним и нижним полкам планками (в таблице 1 столбцы, выделенные красным цветом).

#### Список цитируемых источников

1. Швеллеры стальные горячекатаные: ГОСТ 8240-97. – Взамен ГОСТ 8240-89; введ. РБ. 01.01.02. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2009. – 21 с.
2. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия: ГОСТ 30245-2012. – Взамен ГОСТ 30245-2003; введ. РБ. 01.01.16. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 43 с.
3. Стальные конструкции покрытий одноэтажных производственных зданий с применением ферм с поясами из широкополочных тавров с перекрестной решеткой из одиночных уголков: Серия 1.460.3-16. – М. : ЦНИИ Проектстальконструкция, 1982. – 41 с.
4. Стальные конструкции покрытий одноэтажных производственных зданий с применением ферм с поясами из широкополочных тавров с перекрестной решеткой из одиночных уголков: Серия 1.460.3-18. – М. : ЦНИИ Проектстальконструкция, 1983. – 117 с.
5. Каркасы стальные типа «УНИТЕК». Одноэтажные производственные здания с применением конструкций из профилей стальных гнутых замкнутых сварных квадратных и прямоугольных: Серия 1.420.3-36.03. – М. : Научно-исследовательская и проектно-строительная фирма "УНИКОН", 2005. – 110 с.
6. Стальные конструкции покрытий производственных зданий из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения пролетом 18, 24, 30 м с уклоном кровли 10 %: Серия 1.460.3-23.98. – С-Пб. : ЦНИИ Ленпроектстальконструкция, 2000. – 79 с.