

Двускатная решетчатая балка

Автушенко В. В., Фадеева Е. А.

Научные руководители: Зверев В.Ф., Щербак С.Б.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение. Железобетонные стропильные балки являются одним из основных видов несущих элементов плоскостных покрытий одноэтажных промышленных зданий. Их применяют для перекрытия пролетов 6, 9, 12 и 18 м. Выбор стропильной конструкции зависит от объемно-планировочных решений и условий строительства с учетом их экономичности. При пролетах 24 м и более они уступают фермам по технико-экономическим показателям и, как правило, не используются. Балки пролетами 6 и 9 м предназначены преимущественно для покрытия пристроек, а балки пролетом 12 м – в качестве поперечных или продольных ригелей покрытия. Стропильные балки пролетом 18 м применяют в качестве поперечных ригелей, по которым укладывают плиты 3×6 или 3×12 м.

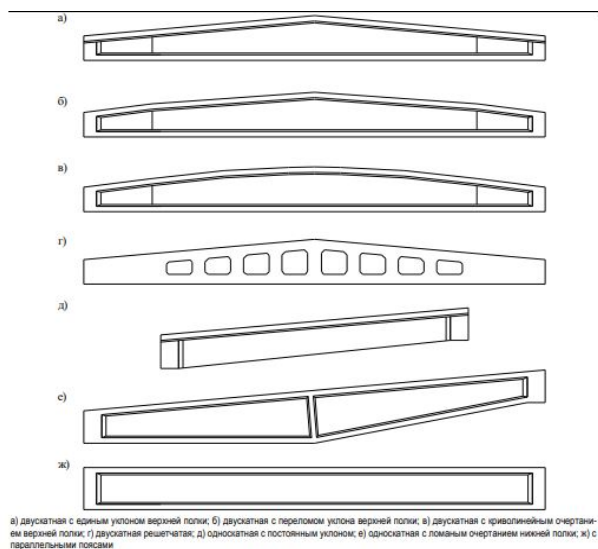


Рис. 1. Типы стропильных балок

Рис. 1. Типы стропильных балок

В зависимости от профиля кровли балки бывают двускатными, односкатными, с параллельными полками, с ломаным или криволинейным очертанием верхней полки. Двускатные балки имеют уклон верхней полки 1:12 для скатных кровель, 1 : 30 – для малоуклонных кровель. Поперечное сечение балок может быть тавровым (рис. 1д), двутавровым (рис. 1а, б, в, е, ж) или прямоугольным (рис. 1з). Различают балки сплошные (со сплошной стенкой) и с отверстиями в стенке (условно называемыми решетчатыми балками).

Балки с параллельными полками наиболее просты в изготовлении, имеют арматурные каркасы постоянной высоты и применяются в качестве продольных ригелей при горизонтальных кровлях. Однако по расходу бетона и арматуры они уступают двускатным. Балки с ломаным и криволинейным верхним поясом, несмотря на экономичность, не нашли широкого применения из-за сложности их изготовления.

Высота сечения балок в середине пролета $(1/10-1/12)L$. Ширину верхней полки балок из условия опирания плит покрытия и обеспечения устойчивости при транспортировании и монтаже принимают равной $1/50-1/60$, что обычно составляет 20...40 см. Ширину нижней полки (25–30 см) определяют из условия размещения в ней растянутой арматуры, прочности бетонного пояса при действии усилия обжатия, а также способа опирания балки на колонны. У опор стенка утолщается, что обеспечивает прочность и трещиностойкость опорных сечений.

Балки рассчитывают на равномерно распределенные нагрузки от собственного веса, веса кровли и снега, а также на сосредоточенные силы от веса фонаря и подвесного транспорта, если он есть в здании, при этом учитывается наиболее невыгодное сочетание нагрузок.

Расчет выполняется по первой и второй группам предельных состояний на прочность, по образованию и раскрытию трещин и по деформациям. Значения расчетных изгибающих моментов и поперечных сил, а также величину прогиба находят из расчета шарнирно опертой однопролетной балки. Считается целесообразным уменьшить количество продольной не напрягаемой арматуры. Следует иметь в виду, что в двускатных балках наиболее опасным оказывается нормальное сечение, расположенное не в середине пролета, а на расстоянии $(0,3-0,4L)$ от опоры. Требуемая площадь поперечной арматуры назначается в результате расчета прочности балки

по наклонным сечениям. Прочность и трещиностойкость балок также проверяется во время складирования, транспортировки и монтажа.

В последнее время в практике строительства стали применять более экономичные конструкции покрытий, проектируемые по безпрогонной схеме, и постоянно разрабатываются новые конструктивные решения.

Одна из самых важных задач, поставленных перед инженерами на сегодняшний день, – найти наиболее экономичное и рациональное решение варианта конструкции. В данной работе рассмотрена решетчатая балка, проведен ее расчет в соответствии с требованиями норм проектирования ТКП EN 1992-1-1-2009*. По полученным результатам будет проведено сравнение с расчетом двускатной балки переменного сечения, рассмотренной в КП-2. Таким образом целью работы было определить наиболее экономичный тип балки.

Назначение размеров балки

Типоразмеры решетчатых балок указаны в серии. 1.462.1-3-80. Решетчатые балки этой серии пролетом 18 м на сегодняшний день выпускает Барановичский завод ЖБИ.

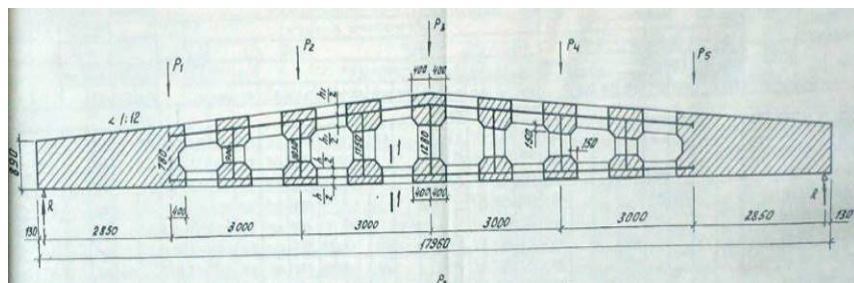


Рис. 2. Типоразмеры балки

Определение нагрузок. Условия строительства и эксплуатации, а также действующие постоянные и временные нагрузки принимались одинаковыми для обоих расчетов.

Расстояние между балками вдоль здания 7 м. Место строительства – г. Минск. Высота местности над уровнем моря – $A = 235$ м. Категория долговечности здания – S4. Класс среды по условиям эксплуатации – ХС3. Относительная влажность воздуха – $RH = 70\%$.

Балка сборная заводского изготовления в рабочем положении. Бетон тяжелый класса по прочности на сжатие С30/37, подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении. Способ натяжения арматуры – механический на упоры стенда.

Таблица

Нормативные и расчетные значения нагрузок на 1 м.п. стропильной балки (при шаге стропильных балок 7 м)

№	Вид воздействия	Характеристическое значение, кН/м	γ_F	Расчетное значение, кН/м
	<u>Постоянное воздействие</u>			
1	Двухслойная кровля ($m = 15 \text{ кг/м}^2$) 0,15×7	1,05	1,35	1,42
2	Цементно-песчаная стяжка М100 $\delta = 30 \text{ мм}$ ($\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$) 0,03×18×7	3,78	1,35	5,1
3	Утеплитель – пенополистирол $\delta = 150 \text{ мм}$ ($\rho = 30 \text{ кг/м}^3$) 0,15×0,35×7	0,32	1,35	0,43
4	Пароизоляция ($m = 7 \text{ кг/м}^2$) 0,07×7	0,49	1,35	0,66
5	Собственный вес плит покрытия ($m = 200 \text{ кг/м}^2$) 2,0×7	14,0	1,15*	16,1
6	Собственный вес балки	3,0	1,15*	3,45
Итого:		$g_k=22,64$		$g_d=27,16$
	<u>Переменное воздействие</u>			
	Снеговая (г. Минск) 1,28×7	8,96	1,5	13,44
Итого (q)		$q_k=8,96$		$q_d=13,44$

Назначение армирования. В качестве напрягаемой арматуры использовались канаты класса Y1860S7 по СТБ EN 10138-3-2009, ненапрягаемой – арматура класса S500. В качестве напрягаемой арматуры назначена канатная арматура диаметром 15,2 мм с площадью поперечного сечения 140 мм². Общее количество канатной арматуры принято 8 штук. Общая площадь арматуры составила 1120 мм². При том же расчете в двускатной балке переменного сечения была принята канатная арматура диаметром 12,5 мм, общим количеством 12 штук и площадью 1116 мм².

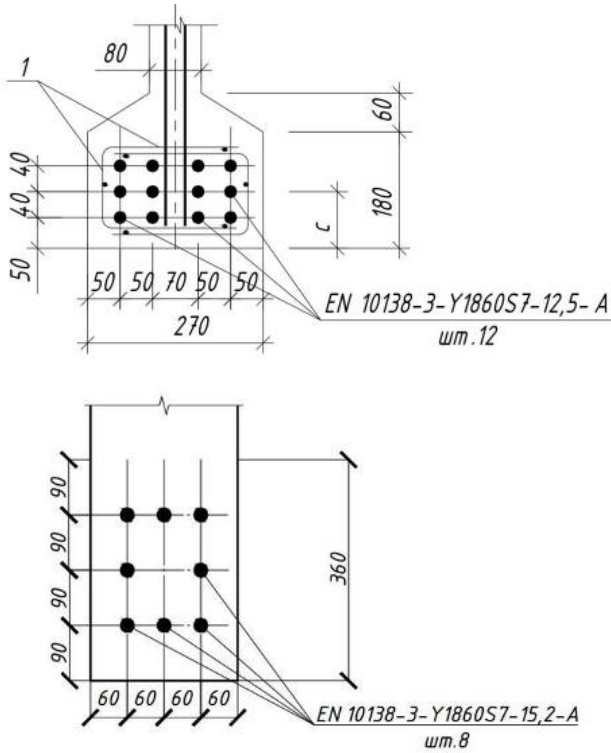


Рис. 3. Назначение продольного армирования

Также в результате расчета решетчатой балки на действие нагрузок в стадии эксплуатации получен запас прочности 38%, балки переменного сечения – 28%. В верхней части обеих балок установлена конструктивная арматура класса S500 диаметром 12 мм, общим количеством 4 штуки. При проверке несущей способности сечения балки в стадии изготовления получены следующие запасы прочности: в решетчатой балке 5%, в балке с переменным сечением – 16%.

При расчете поперечной арматуры использовался метод ферменной аналогии. В балке со сплошным сечением было принято армирование стержнями из арматуры S500 диаметром 8 и 6 мм. В решетчатой балке были приняты сварные или вязанные каркасы со стержнями 12 диаметра. Полученные запасы прочности 54% и 99%

соответственно. Эта же поперечная арматура воспринимает значительное усилие, возникающее в стойках, так как расчет поперечной арматуры производился в местах опирания плит, совпадающих с местами установки стоек.

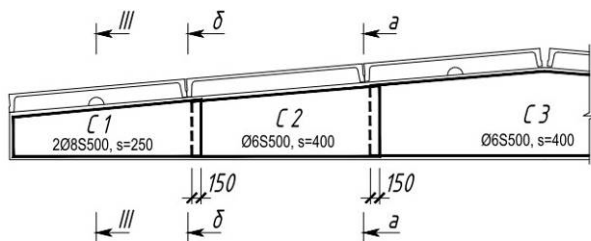


Рис. 4. Назначение поперечного армирования

Заключение. Окончательное сравнение балок будет произведено после статического расчета в программном комплексе Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Разрабатывается 4 варианта модели балки: 2 стержневые модели – с учетом и учета вут, 2 пластинчатые модели – с учетом и без учета вут.

УДК 624:012

О необходимости теплоизоляционной защиты конструкций нулевого цикла зданий и сооружений

Бабицкий А. А.

Научный руководитель: Ловыгин А. Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Гидроизоляционная система – это совокупность элементов, направленных на защиту сооружения от воздействия воды и влаги. К элементам гидроизоляционной системы относят мероприятия, обеспечивающие эту защиту – гидроизоляционные мембраны, дренаж, теплоизоляцию, вентиляцию, водоудаление и др.

Практика обследования подземных сооружений свидетельствует о том, что при их проектировании и строительстве, как правило, не в полной мере учитывает влияющие на эксплуатационную гидроизоляционных систем теплоизоляции, дренажа и т. д.