

*Кудряшова Анастасия Николаевна, студент
Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия*

ОПТИМИЗАЦИЯ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация: Ячейка балочной клетки - это основной элемент, определяющий распределение нагрузок и механическую прочность балок. В статье рассматриваются различные аспекты выбора схемы ячейки балочной клетки, включая конструктивные особенности и критерии оценки, с целью обеспечения оптимальной производительности и экономичности балочных конструкций.

Ключевые слова: балочные конструкции, ячейка балочной клетки, оптимальная схема, механическая прочность, конструктивные особенности, экономичность.

Abstract: A beam cage cell is the main element that determines the load distribution and mechanical strength of beams. The article discusses various aspects of choosing a beam cage cell scheme, including design features and evaluation criteria, in order to ensure optimal performance and efficiency of beam structures.

Keywords: beam structures, beam cage cell, optimal scheme, mechanical strength, design features, cost-effectiveness.

Балочные конструкции являются неотъемлемой частью многих инженерных проектов, и выбор оптимальной схемы ячейки балочной клетки играет решающую роль в обеспечении их прочности и эффективности. Ячейка балочной клетки представляет собой геометрическую структуру, которая образует внутренний каркас балки и перераспределяет нагрузки, которые она

подвергается во время эксплуатации. Выбор правильной схемы ячейки балочной клетки может существенно влиять на механическую прочность и стоимость конструкции. Выбор оптимальной схемы ячейки балочной клетки зависит от ряда конструктивных особенностей [1]. Эти особенности включают в себя:

1. **Материал балки:** Различные материалы обладают разной прочностью и жесткостью, что может потребовать различных схем ячеек для оптимальных результатов.

2. **Тип нагрузки:** Равномерно распределенные нагрузки, концентрированные нагрузки и моменты требуют различных схем ячеек для эффективного перераспределения нагрузок.

3. **Геометрия балки:** Длина, ширина и высота балки также играют роль в выборе схемы ячейки балочной клетки. Большие балки могут потребовать более сложных схем.

4. **Условия эксплуатации:** Внешние условия, такие как вибрации, температурные изменения и агрессивные среды, могут также влиять на выбор схемы.

Для выбора оптимальной схемы ячейки балочной клетки необходимо учитывать следующие критерии:

1. **Механическая прочность:** Схема должна обеспечивать необходимую механическую прочность балки при заданных нагрузках.

2. **Строительная экономичность:** Выбранная схема должна минимизировать материалы и затраты на строительство.

3. **Устойчивость:** Балка должна быть устойчивой к нежелательным деформациям и оседаниям.

4. **Сервисная жизнь:** Схема должна обеспечивать долговечность балки в условиях эксплуатации.

Выбор оптимальной схемы ячейки балочной клетки - важный этап в проектировании балочных конструкций. Он зависит от конструктивных особенностей, критериев оценки и внешних условий. Правильно выбранная схема обеспечивает не только механическую прочность, но и экономичность

конструкции, что делает ее более конкурентоспособной и долговечной в долгосрочной перспективе. Эффективное проектирование балочных конструкций включает в себя анализ всех факторов и выбор оптимальной схемы ячейки балочной клетки для успешной реализации проекта.

Для оптимизации строительства и эксплуатации будущего здания и сокращения сроков возведения, необходимо провести анализ всех возможных вариантов несущих, ограждающих и других конструкций. Давайте рассмотрим это на примере балочной ячейки в промышленном здании, где существует несколько возможных схем размещения балок настила и вспомогательных балок внутри ячейки балочного перекрытия.

- 1) нормальный тип, состоящий из главных балок и балок настила;
- 2) усложненный тип, состоящий из главных балок, балок настила и вспомогательных балок.

Давайте начнем с более сложной схемы компоновки балочной клетки. В данной схеме верхний несущий элемент - настил, рассчитывается согласно безмоментной теории как длинная прямоугольная пластинка, на которую действует равномерно распределенная нагрузка, вызывающая изгиб по цилиндрической поверхности, как показано на рисунке 1 [1].

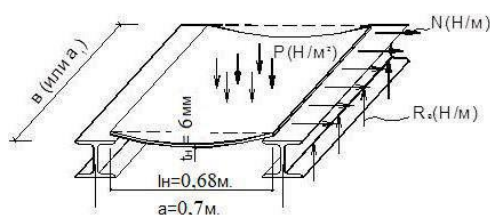


Рис. 1. Работа настила под нагрузкой

Расчет показал, что для обеспечения необходимой механической прочности толщина настила должна быть 6 мм. Учитывая требование по коррозионной стойкости ($t_n \geq 6 \text{ мм}$), окончательно выбирается толщина в 6 мм.

Балки настила и вспомогательные балки обычно проектируются из прокатных двутавров. Согласно статической схеме, балки рассматриваются как

статически определимые однопролетные балки, поддерживаемые на двух опорах и подвергнутые равномерно распределенной нагрузке, как показано на рисунке 2.

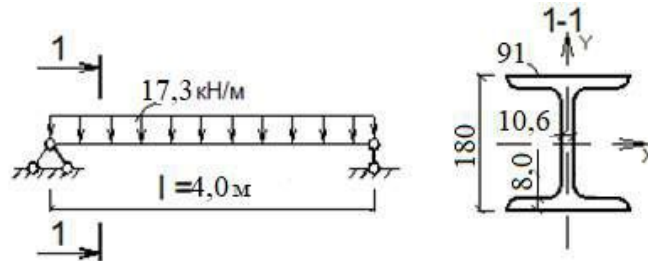


Рис. 2. Расчетная схема и типы сечения балок настила

Для определения необходимых параметров балок, нормативные и расчетные значения погонных нагрузок (в Н/м) на балки рассчитываются как произведение нагрузки, распределенной по площадкам (в Н/м²), на ширину грузовой площади. Далее, максимальный изгибающий момент (в середине балки), максимальная поперечная сила и требуемый момент сопротивления сечения определяются.

Согласно сортаменту, выбирается двутавр с $W_x \geq W_{call}$, и в соответствии с расчетом выбирается двутавр №18Б2. Проводится проверка по двум предельным состояниям с условием, что полученные значения напряжений не должны превышать нормативные значения ($\Delta\sigma = 10 \div 14 \%$), и расчетный прогиб не должен превышать предельно допустимое значение. Поскольку условия выполняются, окончательно выбирается двутавр №18Б2.

Согласно статической схеме, балки рассматриваются как статически определимые однопролетные балки, установленные на двух опорах и подвергнутые равномерно распределенной нагрузке. Исходя из каталога, выбираем двутавр с $W_x \geq W_{call}$ и принимаем двутавр №35Б1.

Следующий этап - расчет балочной клетки в нормальной компоновке, который аналогичен расчету сложной компоновки. Схема настила представлена на рисунке 3 [1].

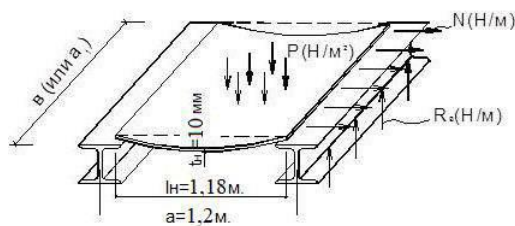


Рис. 3. Работа настила под нагрузкой

Согласно расчетам, необходимая толщина настила для удовлетворения требований по механической прочности и коррозионной стойкости составляет 10 мм. Схема балки настила на двух опорах приведена на рисунке 4. В соответствии с каталогом, выбираем двутавр с $W_x \geq W_x$ требуемый и принимаем двутавр №20Б1.

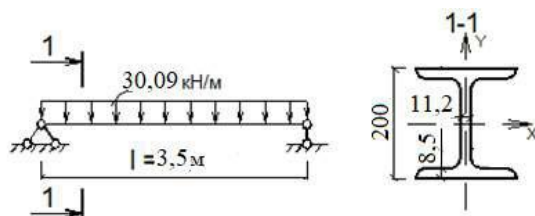


Рис. 4. Расчетная схема и типы сечения балок настила

Теперь давайте обоснуем выбор схемы балочного перекрытия. Для каждой схемы балочной клетки определяется расход стали на 1 м² площади. При окончательном выборе схемы учитываем также трудоемкость монтажа, которая зависит от количества монтажных элементов и сложности соединений между балками настила, вспомогательными и основными балками. Результаты сравнения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение вариантов балочной клетки

	Вариант 1		Вариант 2	
	Расход стали, кг/м ²	Кол - во элементов, шт	Расход стали, кг/м ²	Кол - во элементов, шт
Настил	78,5	10	47,1	15
Балки настила	18,76	10	26,86	15
Второст. балки	-	-	9,73	2
Итого:	97,17	20	83,69	32

С учетом предложенных вариантов и схем компоновки балочного перекрытия выбирается оптимальный. Во втором варианте количество монтажных элементов больше на 12 штук, чем в первом, но расход стали на 13,48 кг/м² меньше. Поэтому окончательно выбирается вариант 1, так как во втором варианте трудоемкость монтажа выше. Эта схема балочного перекрытия удовлетворяет требованиям по механической прочности, несущей способности и является экономически целесообразной.

Выбор оптимальной схемы балочного перекрытия - это ключевой момент в процессе проектирования инженерных конструкций [2].

Окончательно был выбран вариант 1, который позволяет добиться нужной прочности и несущей способности конструкции, при этом экономично расходуя стальные материалы и снижая трудозатраты на монтаж.

Следует отметить, что при выборе схемы балочного перекрытия важно учитывать множество факторов, таких как структурная надежность, сроки строительства, бюджет проекта и экологические аспекты. Каждый проект имеет свои уникальные требования, и выбор схемы должен соответствовать им, чтобы обеспечить оптимальное сочетание всех факторов.

Следующим этапом после выбора схемы балочного перекрытия будет разработка подробных конструктивных чертежей, а также проведение дополнительных инженерных расчетов, чтобы убедиться в том, что конструкция полностью удовлетворяет всем требованиям и нормативам.

В заключение, правильный выбор схемы балочного перекрытия важен для обеспечения успешной реализации проекта и достижения оптимальной производительности и экономичности. Этот процесс требует глубокого анализа и внимания к деталям, но при правильном подходе он может принести значительные выгоды в виде снижения затрат и улучшения качества конструкции.

Библиографический список:

1. СП 20.13330.2011. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия: Введ. 04.06.2016. – М.: ЦНИИСК, 2016. – 76 с.

2. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*: Введ. 28.08.2017. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2017. – 188 с.