

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И МЕТОДОВ РАСЧЕТА МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ БАЛОК, ВОСПРИНИМАЮЩИХ ЦИКЛИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Д.А. Коржук

Необходимость устройства монтажных стыков балок вызвана требованиями их транспортировки от завода-изготовителя до монтажной площадки. При этом балки на заводе делятся на несколько отправочных элементов, которые, перед установкой в проектное положение, на монтажной площадке проходят укрупнительную сборку. Поэтому монтажные стыки должны удовлетворять ряду требований, основными из которых являются:

1. Стык должен быть равнопрочен с основным сечением балки.
2. Стык должен обладать конструктивной простотой, содержать необходимое и достаточное количество монтажных деталей.

3. Простота проверки качества стыка.

4. При эксплуатации стык должен быть ремонтпригодным для случая реконструкции и усиления.

Рассмотрим, как развивались конструкции монтажных стыков балок, воспринимающих подвижные нагрузки в промышленном строительстве, на примере подкрановых балок, и в мостовых конструкциях, на примере пролетных строений балочных мостов.

Подкрановые балки под мостовые краны большой грузоподъемности обычно выполняют составного поперечного сечения с мощными развитыми поясами. В первой половине XX века для соединения элементов балки в основном использовались заклепки [3], а во второй широкое применение получили высокопрочные болты [5]. Стыки клепаных балок принципиально не отличаются от стыков балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах. Эксплуатация показала, что подкрановые балки с дискретными поясными соединениями (ДПС) обладают повышенным сопротивлением усталости и, как следствие, являются более долговечными [1, 2].

Конструктивно монтажный стык в балках с ДПС выполняют по одному из трех способов в зависимости от пролета и массы балки [3]:

1. Для балок пролетом до 18 метров монтажный стык устраивается в местах обрыва поясных листов, при этом поясные накладки могут отсутствовать. Данный прием обычно используется в балках, в которых средний лист, находящийся в зоне максимального изгибающего момента, заводится за монтажный стык и затем обрывается. Для сохранения горизонта для кранового пути под рельс укладывается узкая подкладка. Количество монтажных элементов для данного стыка составляет 9 шт.

2. При пролетах, превышающих 20 метров, это решение обычно оказывается недостаточным, так как приходится назначать монтажные стыки и вне мест обрывов поясных листов. В этом случае устраивается универсальный стык вертикального листа (стенки); зазор, образующийся между горизонтальными полками поясных уголковогой накладок и нижней плоскостью горизонтального пакета, используют для размещения накладки, перекрывающей стык поясных листов (рис. 1).

Толщина накладки должна быть равна толщине полки поясного уголка. В отличие от обычных стыков, где длина указанного зазора равна ширине накладки вертикального листа, здесь эта длина равна длине стыковой накладки, необходимой для перекрытия ступенчатого стыка пакета горизонтальных листов. Для этого стыка число монтажных элементов составляет 12.

3. Для тяжелых подкрановых балок с ДПС применяется монтажный стык, имеющий в своем составе сечения поясов узкие вертикальные листы (ламели) (1) (рис. 2). Эти стыки расположены вблизи мест обрывов второй (считая от поясных уголков) пары поясных листов (2). Стыки первой пары листов (3) поясного пакета перекрыты продолжением листов второй пары.

Ламели доведены до стыковых накладок стенки (4) и далее обрываются. Число монтажных элементов для стыка равно 6 шт.

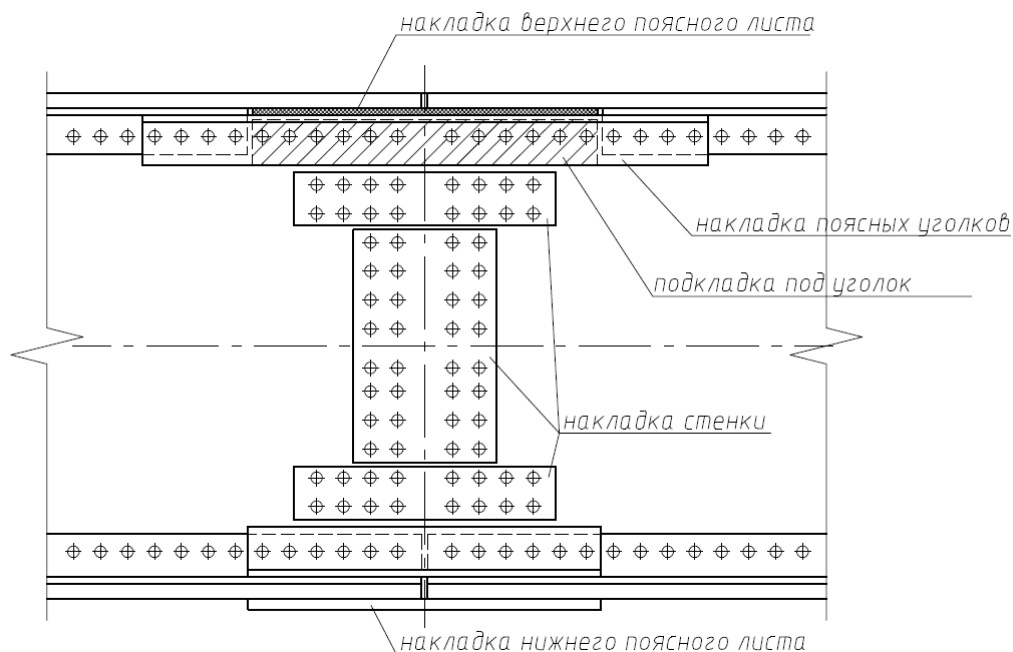


Рис. 1. Монтажный стык большепролетной подкрановой балки с ДПС

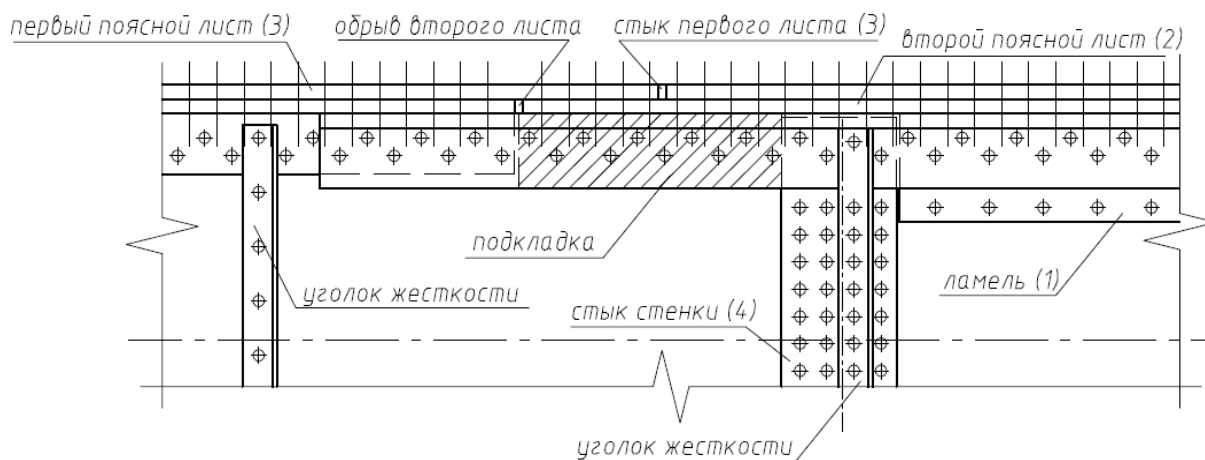


Рис. 2. Монтажный стык тяжелой подкрановой балки с ламелями

Для сварных подкрановых балок используются монтажные стыки как на сварке, так и на высокопрочных болтах. Выбор типа стыка определяется условиями эксплуатации подкрановой балки. Некачественное выполнение сварки монтажных стыков для большепролетных подкрановых балок приводит к их быстрому разрушению, кроме того сварка монтажного стыка является крайне трудоемкой операцией, требующей высокой квалификации сварщика [1, 2]. Поэтому в настоящее время монтажные стыки сварных подкрановых балок осуществляются главным образом с помощью накладок на высокопрочных болтах (рис. 3).

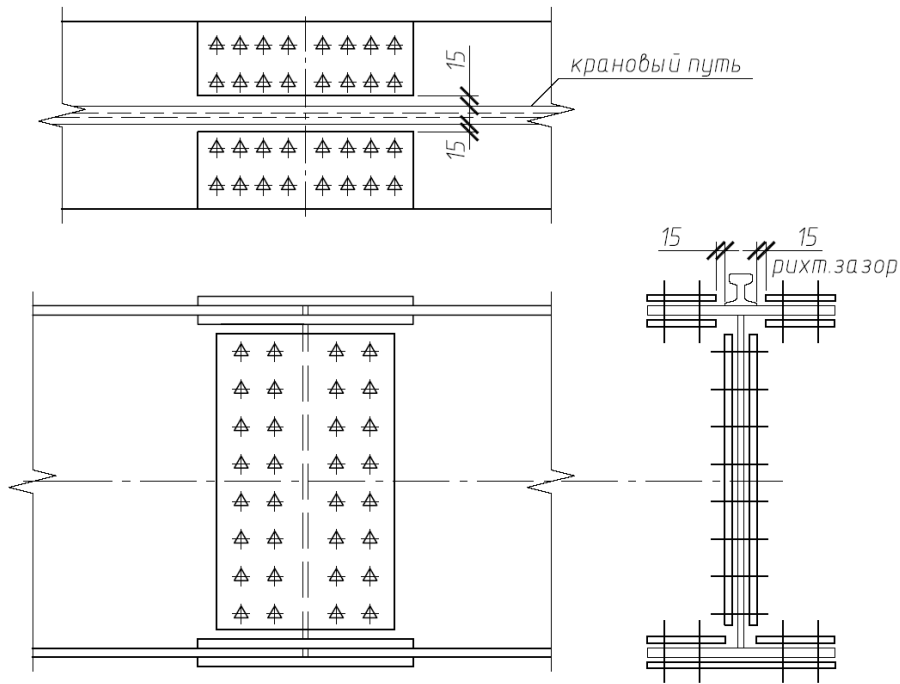


Рис. 3. Стык сварной подкрановой балки на высокопрочных болтах

В мостовых балках, кроме всех вышеперечисленных типов стыков, применяются комбинированные фрикционно-сварные монтажные стыки [6]. В таких стыках пояса соединяют с помощью автоматической сварки, а стенки – парными накладками на высокопрочных болтах. Для выполнения стыка в стенке предусмотрено технологическое отверстие в зоне примыкания ее к поясу, что необходимо для обеспечения возможности прохода удлинительной приставки сварочного аппарата.

При проектировании стыка на накладках, расчет каждого элемента балки ведут отдельно, распределяя изгибающий момент между поясами и стенкой пропорционально их жесткости. Причем площадь сечения накладок должна быть более площади сечения перекрываемого элемента.

Расчет дискретных связей ведется отдельно для поясов и для стенки.

Монтажный стык, как соединение, непосредственно воспринимающее многократно действующие подвижные и динамические нагрузки с количеством циклов нагружений $N = 10^5$ и более, следует проверять расчетом на выносливость по формулам СНиП [4].

При расчете высокопрочных болтов по расчетному усилию на один болт, исходя из того, что вся нагрузка полностью воспринимается силами трения, учет динамического воздействия производится коэффициентом надежности γ_h , принимаемым в пределах $1,02 \div 1,7$, по формуле:

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu}{\gamma_h}.$$

Монтажные стыки на дискретных связях показали высокую надежность при действии динамических нагрузках по сравнению со сварными. Однако

для балок с ДПС возникают сложности с взаимной увязкой элементов стыка балки и кранового рельса, что приводит к дополнительному расходу металла (появление подкладок под рельс, дополнительных прокладок в месте стыка, уширение пояса) и усложнению эксплуатации кранового пути. Этого недостатка можно избежать, если использовать монтажный стык на фланцах. Он отличается от рассмотренных простотой изготовления и монтажа. Однако работа таких стыков при действии на балку динамических и циклических нагрузок требует дальнейшего исследования [7].

Библиографический список

1. Калашников, Г.В. Настоящее и будущее подкрановых балок / Г.В. Калашников // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2007. – № 7. – С. 2–9.
2. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий / А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Кошутин и др. – М.: Стройиздат, 1983. – 258 с.
3. Гениев, А.Н. Курс металлических конструкций: учеб. Ч. II. Конструкции промышленных и гражданских сооружений / А.Н. Гениев, В.А. Балдин. – Л.: Стройиздат Наркомстроя, 1940 – 288 с.
4. СНиП II-23–81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1991 – 88 с.
5. Металлические конструкции: учеб. / под ред. Е.И. Беленя. – М.: Стройиздат, 1986 – 560 с.
6. Ефимов П.П. Проектирование мостов: учеб. / П.П. Ефимов. – Омск: Дориздат, 2006 – 111 с.
7. Катюшин, В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство) / В.В. Катюшин. – М.: Стройиздат, 2005 – 656 с.