

Анкудинов Владимир Витальевич

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ПОЯСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛКАХ НА ИХ УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

В статье речь идет о влиянии конструктивного исполнения поясных соединений стальных подкрановых балок на их усталостную долговечность. Выделены главные факторы, способствующие раннему появлению повреждений в подкрановых конструкциях. Приведены основные виды и причины возникновения повреждений подкрановых балок с континуальными и дискретными поясными соединениями. На основании анализа различных способов повышения долговечности подкрановых конструкций автором делается вывод о возможности использования балок с комбинированными поясными соединениями с целью снижения металлоемкости и повышения долговечности подкрановых конструкций.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/8/4.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 8 (75). С. 19-21. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/8/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 624.075.4

Технические науки

В статье речь идет о влиянии конструктивного исполнения поясных соединений стальных подкрановых балок на их усталостную долговечность. Выделены главные факторы, способствующие раннему появлению повреждений в подкрановых конструкциях. Приведены основные виды и причины возникновения повреждений подкрановых балок с континуальными и дискретными поясными соединениями. На основании анализа различных способов повышения долговечности подкрановых конструкций автором делается вывод о возможности использования балок с комбинированными поясными соединениями с целью снижения металлоемкости и повышения долговечности подкрановых конструкций.

Ключевые слова и фразы: подкрановые конструкции; поясные соединения; континуальные соединения; дискретные соединения; комбинированные соединения; усталостные повреждения; усталостная долговечность.

Анкудинов Владимир Витальевич*Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)**VV-man@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ПОЯСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛКАХ НА ИХ УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ[©]

Подкрановые конструкции промышленного здания включают подкрановые балки, тормозные балки, или фермы, узлы креплений балок и тормозных ферм к колоннам, крановый рельс с креплениями и упоры. Подкрановые конструкции находятся в сложных условиях работы.

Долговечность подкрановых конструкций во много раз ниже, чем других элементов каркаса здания, и не превышает 5-10 лет.

Основными факторами, способствующими раннему появлению повреждений в подкрановых конструкциях, являются:

- а) действие сосредоточенных вертикальных и горизонтальных нагрузок, носящих динамический характер, что вызывает переменный многократно повторяющийся цикл напряжений, вызывающий усталость металла;
- б) сварочные напряжения и дефекты сварных швов;
- в) плоское напряженное состояние верхней зоны стенки;
- г) наличие дополнительных факторов, усложняющих работу конструкций, таких как эксцентриситет приложения нагрузки, неравномерность давлений от колес крана, неровности контактной поверхности рельса и пояса.

Опыт эксплуатации и натурные обследования показывают, что при высокой интенсивности эксплуатации (краны групп режимов работы 7К и 8К) в зоне верхних поясных швов сварных балок в течение первых 3-5 лет эксплуатации появляются усталостные трещины, нарушающие нормальную безопасную эксплуатацию конструкций и мостовых кранов.

Обобщение и систематизация результатов натурных обследований подкрановых конструкций металлургических заводов позволили выявить основные виды повреждений и причины их возникновения [4, с. 126].

На Рис. 1 приведены схемы сварной и клепаной сплошностенчатых подкрановых балок с характерными повреждениями в верхней зоне стенки.

Из Рис. 1 следует, что в сварных подкрановых балках наиболее частыми повреждениями являются трещины в верхнем поясном шве и в стенке в околошовной зоне. Трещины носят ярко выраженный усталостный характер и появляются после нескольких сотен тысяч циклов загрузки.

Основными типами повреждений клепаных подкрановых балок (Рис. 1) являются: ослабление заклепок верхнего пояса 8, 9, продольные и поперечные трещины в верхних поясных уголках 10, 11, местные погибы верхнего пояса 12.

Отсутствие остаточных сварочных напряжений, меньшая концентрация местных напряжений, утолщение верхней части стенки балки полками поясных уголков, податливость заклепочных соединений облегчают условия работы клепаных балок и делают их более долговечными. Первые повреждения в них возникают после 20-25 лет эксплуатации – значительно позже, чем в сварных балках.

Анализ повреждения подкрановых конструкций в эксплуатации и изучение особенностей их действительной работы позволили наметить путь повышения выносливости подкрановых конструкций – разработка конструктивной формы подкрановой конструкции с увеличенным ресурсом эксплуатации.

Часть предложений относится к увеличению жесткости (изгибной и крутильной) верхней зоны подкрановых балок за счет усложнения конструктивного решения (Рис. 2, типы 2-7). При этом создание подкрановых балок с коробчатым сечением верхнего пояса, вызванное необходимостью избежать передачи давления рельса непосредственно на сварной шов, соединяющий полку со стенкой, приводит к определенному перерасходу металла, увеличению трудоемкости и усложнению технологии изготовления.

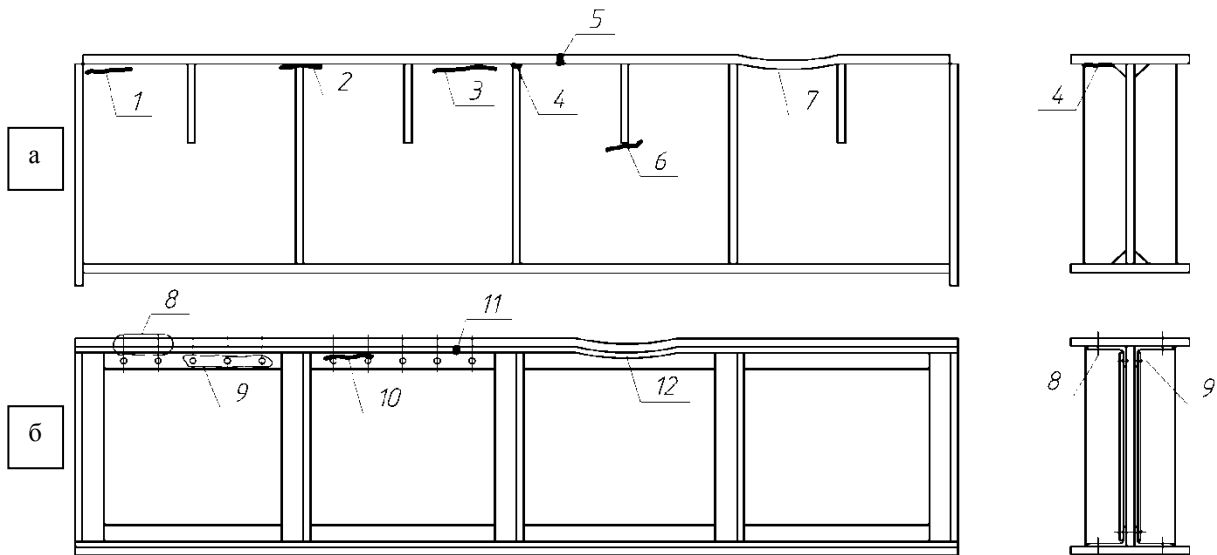


Рис. 1. Характерные повреждения подкрановых балок (а – сварных, б – клепаных): 1 – трещина у торца балки; 2 – трещина у ребра жесткости; 3 – трещина в середине панели; 4 – трещина в шве крепления ребра жесткости к поясу; 5 – трещина в верхнем поясе; 6 – трещина под коротким ребром; 7 – местный погиб верхнего пояса; 8 – ослабление вертикальных заклепок; 9 – ослабление горизонтальных заклепок; 10 – трещина по обушку уголка; 11 – трещина в верхнем поясе; 12 – местный погиб верхнего пояса

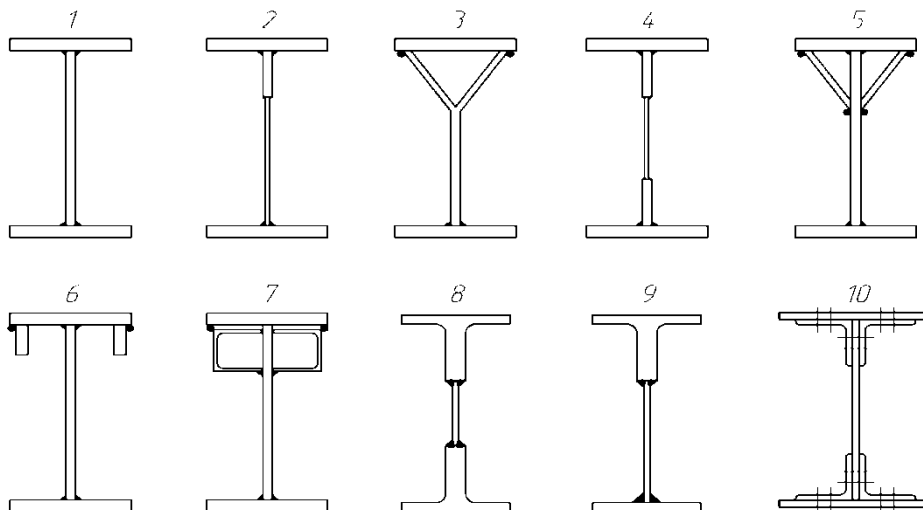


Рис. 2. Варианты исполнения поясов подкрановых балок

Установка наклонных ламелей повышает долговечность балок, но разрушение происходит в опорном сечении, в местах приварки ламелей к опорным ребрам [1, с. 90].

Подкрановые балки с верхним поясом из широкополочного тавра (Рис. 2, типы 8, 9) имеют несомненные преимущества перед балкой, составленной из трех листов, поскольку в этом случае сварной шов, являющийся концентратором напряжений и источником остаточных сварочных напряжений, переносится в менее напряженную зону стенки. Однако их использование ограничено сортаментом прокатываемых профилей.

Это подтверждают усталостные испытания на специальном стенде [3, с. 207], имитирующем подвижную крановую нагрузку. Выносливость этих балок в 1,4 раза выше, чем обычных сварных.

Для условий эксплуатации 7К-8К наиболее эффективными оказались балки с дискретными поясными связями (клепаные или на высокопрочных болтах), которые обладают некоторой податливостью, способствующей приспособляемости конструкции к внешним воздействиям (Рис. 2, тип 10).

В начальный период работы за счет сжатия склепанного пакета нагрузка с пояса на стенку передается через силы трения, возникающие от сжатия, вызванного остыванием заклепок. Далее происходит совместная работа сил трения и стержня заклепок на срез. В последней III стадии работы передача давления происходит через стержень заклепки на кромки отверстий, в результате чего появляются усталостные трещины в поясных уголках.

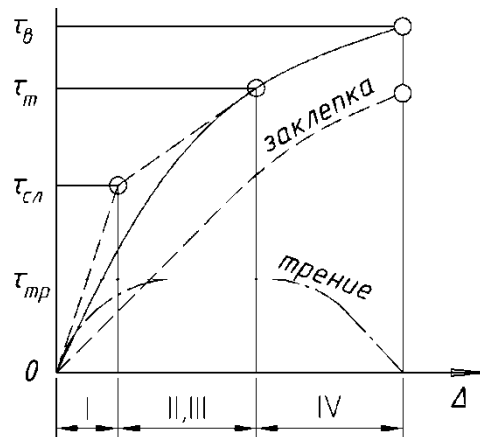


Рис. 3. Диаграмма работы заклепочного соединения (зависимость сдвига от уровня касательных напряжений) [6, с. 176]: $\tau_{тр}$ – максимальные касательные напряжения, воспринимаемые силами трения; $\tau_{сл}$ – напряжения среза, соответствующие пределу пропорциональности заклепочного соединения; τ_m – напряжения среза, соответствующие пределу текучести заклепки; τ_v – напряжения среза, соответствующие временному сопротивлению заклепки; Δ – сдвиг поясного уголка по стенке балки

В соединениях на высокопрочных болтах силы сжатия создаются и контролируются при изготовлении конструкции. Чем продолжительнее область работы сил трения в соединении, тем выше его усталостная прочность [5, с. 285]. Это находит экспериментальное подтверждение в исследовании, проведенном Пензенским инженерно-строительным институтом [2, с. 45].

Таким образом, многостадийность работы дискретных поясных соединений и их многоэлементность обеспечивают долговечность таких балок [5, с. 320].

Решением задачи снижения металлоемкости клепаных подкрановых конструкций без уменьшения их усталостной долговечности является создание балки с комбинацией поясных соединений на дискретных и континуальных связях: верхняя зона, которая испытывает локальные воздействия колес кранов, выполняется с использованием заклепок или высокопрочных болтов, а нижнее поясное соединение – сварное (Рис. 4).

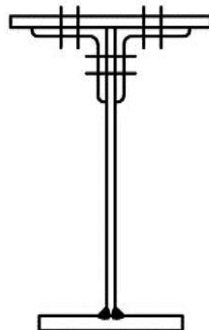


Рис. 4. Принципиальная схема балки с комбинированными поясными соединениями

Таким образом, балка с комбинированными поясными соединениями сочетает в себе преимущества сварных балок в нижнем поясе и клепаных – в верхнем.

Список литературы

1. **Металлические конструкции:** справ. проектировщика: в 3-х т. М.: Изд-во АСВ, 1998. Т. 2. Стальные конструкции зданий и сооружений / под общ. ред. В. В. Кузнецова. 576 с.
2. **Нежданов К. К.** Повышение долговечности подкрановых балок // Промышленное строительство. 1987. № 1. С. 43-45.
3. **Нежданов К. К.** Совершенствование подкрановых конструкций и методов их расчёта: монография. Пенза: Пензенский ГУАС, 2008. 288 с.
4. **Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий** / А. И. Кикин, А. А. Васильев, Б. Н. Кошутин и др.; под ред. А. И. Кикина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1984. 301 с.
5. **Сабуров В. Ф.** Закономерности усталостных повреждений и разработка метода расчетной оценки долговечности подкрановых путей производственных зданий: дисс. ... д.т.н. Челябинск: ЮУрГУ, 2002. 388 с.
6. **Шапиро Г. А.** Работа заклепочных соединений стальных конструкций. М.: Стройвоенмориздат, 1949. 180 с.