

УДК 69.059.032

## **НЕПОДВИЖНЫЙ РЕЛЬСОВЫЙ БЛОК ДЛЯ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ**

***Нежданов Кирилл Константинович,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции».*

***Гарькин Игорь Николаевич,***

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного  
производства».*

### **Аннотация**

Приводится способ неподвижного соединения рельсов в блок с подрельсовой подкладкой, снабжённой Г-образными гребнями, ориентированными навстречу друг другу в четырёхглавый блок, и повышения ресурса подрельсовой зоны стенки подкрановой балки.

**Ключевые слова:** подкрановые конструкции, рельсовый блок, строительные конструкции, выносливость, долговечность, технический ресурс.

## **DESIGN AND CALCULATION OF A LONG-TERM CRANE DESIGN OF THE ELLIPTIC PROFILE**

***Nezhdanov Kirill Konstantinovich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Doctor of Sciences, Professor of the Department "Building constructions".*

***Garkin Igor Nikolaevich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Associate Professor of the department "Quality management and construction  
technologies".*

## Abstract

Method for fixedly connecting rails to a block with a rail track lining equipped with L-shaped ridges oriented towards each other in a four-headed block and increasing the resource of the rail track zone of the crane beam wall is presented.

**Keywords:** crane structures, rail block, building structures, endurance, durability, technical resource.

В настоящее время при тяжёлом режиме работы мостовых кранов 8А, 7А даже наибольший из прокатываемых рельсов КР-140 не гарантирует, что усталостные трещины в подрельсовой зоне подкрановых балок не появятся при накоплении 6...7 млн. циклов прокатывания колёс мостовых кранов [1].

В связи с этим повышение ресурса и выносливости подрельсовой зоны подкрановых балок может быть достигнуто увеличением моментов инерции при изгибе  $J_{X \text{ блока}}$  и кручении  $J_{Kp. \text{ блока}}$  характеризующие сопротивляемость рельсового блока изгибу и кручению. При увеличении  $J_{X \text{ блока}}$  и  $J_{Kp. \text{ блока}}$  уровень локальных сдвигающих напряжений в подрельсовой зоне снижается столь ощутимо, что ресурс подрельсовой зоны стенки подкрановой балки повышается в несколько раз и этим достигается повышение ресурса не менее 6 миллионов циклов.

Рельсовый блок, выполненный из тавра, ориентированного стенкой вверх и двух рельсов, размещённых симметрично относительно стенки тавра. Подошва каждого из рельсов со стороны стенки тавра срезана заподлицо с боковой поверхностью головки рельса, опирается на полку тавра, а шейки соединены друг с другом и тавром полыми заклёпками с внедряемыми сердечниками, пропущенными сквозь шейки и стенку тавра, объединяя рельсы и тавр в единый рельсовый блок.

Задача – повысить выносливость и ресурс подрельсовой зоны подкрановых балок, увеличением моментов инерции при изгибе  $J_{X \text{ блока}}$  и

кручении  $J_{кр. блока}$  рельсового блока и автоматизация изготовления его на поточной конвейерной линии.

Способ повышения выносливости и ресурса подрельсовой зоны стенки подкрановой балки заключается в создании неподвижного соединения рельсов в четырёхглавом блоке с подрельсовой подкладкой, снабжённой Г-образными гребнями, ориентированными навстречу друг другу, в единое целое.

Подрельсовую подкладку выполняют с внешними боковыми главами. Просвет под Г-образными гребнями выполняют меньше ширины подошв пары рельсов на расчётную величину. Вводят эту пару рельсов в гнездо между Г-образными гребнями плашмя, вращают каждый из рельсов синхронно вокруг собственной продольной оси: один по часовой стрелке, а другой в обратном направлении до взаимного контакта боковых кромок их подошв.

Вводят в отверстия в шейках рельсов соединительные легированные шпильки, надевают тарельчатые шайбы, наживляют крепёжные гайки, на поточной линии гидравлическими домкратами осаживают пару рельсов вниз, распором между подошвами подклинивают подошвы рельсов под нависающие гребни. Упруго закрывают щель под подошвами до плотного контакта подошв с подрельсовой подкладкой, гарантировано затягивают гайки гайковёртом, неподвижно соединяют пару рельсов с подрельсовой подкладкой в единое целое, фиксируют их в напряжённом состоянии и образуют монолитный четырёхглавый рельсовый блок.

На рис. 1 показано в разрезе осуществление способа повышения выносливости и ресурса подрельсовой зоны стенки подкрановой балки. Повышение ресурса подрельсовой зоны подкрановой балки достигнуто неподвижным соединением пары стандартных рельсов 1, объединяемые друг с другом в единое целое легированными шпильками 2.

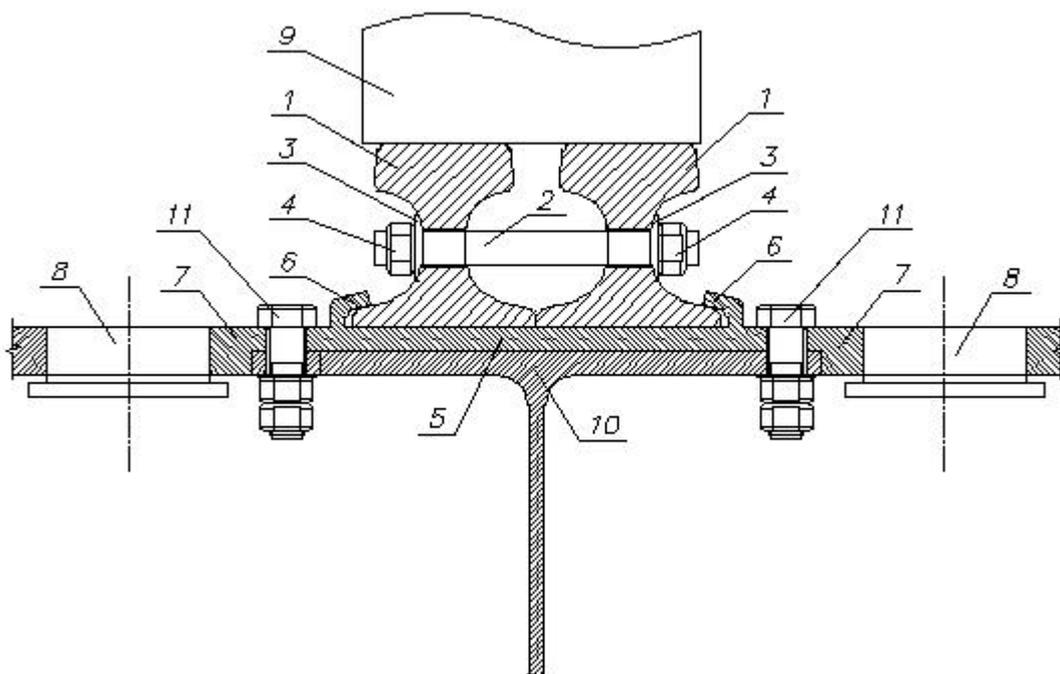


Рисунок 1 - Рельсовый блок для подкрановой балки

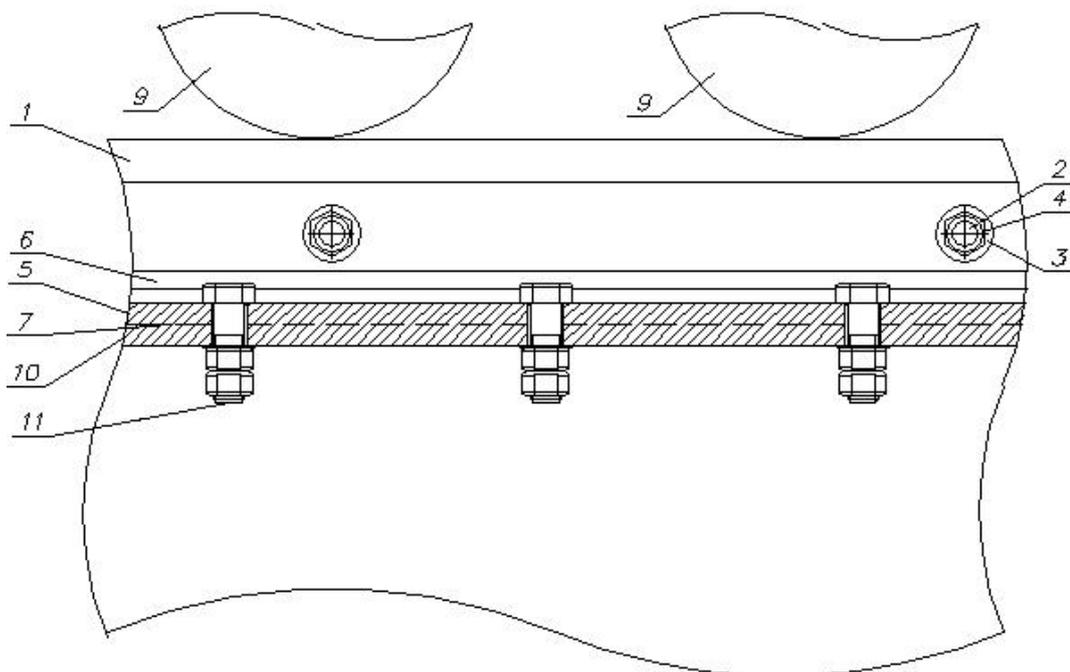


Рисунок 2 - Рельсовый блок для подкрановой балки (разрез)

Легированные шпильки 2 пропущены сквозь отверстия в шейках пары рельсов 1. Легированные шпильки 2 снабжены упругими тарельчатыми шайбами 3 и гайками 4.

Подрельсовая подкладка 5 выполнена с Г-образными гребнями 6 и снабжена внешними боковыми главами 7. Боковые главы 7 предназначены для направляющих роликов 8 мостового крана. Основные безребордные колёса 9 мостового крана опираются на пару рельсов 1 сверху.

Расстояние между вертикальными элементами Г-образных гребней 6 меньше ширины подошв пары рельсов на расчётную величину. Вводят эту пару рельсов 1 в гнездо между Г-образными гребнями плашмя, то есть боком. Затем вращают каждый из рельсов 1 синхронно вокруг собственной продольной оси: один по часовой стрелке, а другой в обратном направлении до взаимного контакта боковых кромок их подошв.

На поточной линии гидравлическими домкратами (не показано) осаживают пару рельсов 1 вниз. Распором между подошвами подклинивают подошвы рельсов 1 под нависающие Г-образные гребни 6, упруго закрывают щель под подошвами до плотного контакта подошв с подрельсовой подкладкой 5. Затем гарантировано затягивают гайки легированных шпилек 2 (сталь «40 X Селект») гайковёртом. Неподвижно соединяют пару рельсов 1 с подрельсовой подкладкой 5 в единое целое, фиксируют их в напряжённом состоянии и образуют монолитный четырёхглавый рельсовый блок [2,3].

Готовый четырёхглавый рельсовый блок монтируют на подкрановую балку 9 одним из известных способов, например, надвижкой и соединяют с ней в единое целое легированными болтами 11 (сталь «40 X Селект») с гарантированной затяжкой гаек гайковёртом. Отверстия в шейках рельсов 1 образованы, например пиротехническим способом и калиброваны на проектный диаметр. На легированные шпильки 2 надеты упругие тарельчатые шайбы 3.

Боковые главы 7, охватывают верхний пояс подкрановой 10 балки. Подрельсовая подкладка 5 может быть неподвижно соединена с подкрановой 10 балкой, например заклёпками с внедрёнными сердечниками.

Монтажную сборку и предварительное напряжение четырёхглавого рельсового блока производят на поточной линии следующим образом:

- Каждый из рельсов 1 синхронно вращают вокруг своей продольной оси: один рельс 1 по часовой стрелке, а другой в обратном направлении до возникновения контакта боковых кромок подошв друг с другом.

- Гидравлическими домкратами осаживают пару рельсов вниз до закрытия зазора под их подошвами, что приводит к подклиниванию подошв под Г-образные гребни 6 и упругому закрытию щели под ними.

- Монтируют легированные шпильки 2 с тарельчатыми шайбами 3 и гайками 4. Затем гайковёртом гарантировано затягивают гайки 4, то есть неподвижно соединяют пару рельсов 1 с подрельсовой подкладкой 5 в единое целое и образуют монолитный четырёхглавый рельсовый блок.

Пример конкретной реализации.

Примем: пару рельсов КР-80, подрельсовую подкладку 5 толщиной 1,4 см, шириной 40 см, равной ширине верхнего пояса подкрановой балки, боковые главы 7 подрельсовой подкладки 5 сечением 4·3 см, легированные шпильки М20 (сталь 40 Х «Селект»).

Выполненный расчёт показывает, что величина момента инерции рельсового блока  $J_{x \text{ блок}} = 13151,3 \text{ см}^4$ , а относительно оси  $y$ :  $J_{y \text{ блок}} = 440008,9 \text{ см}^4$ .

Следовательно, рельсовый блок значительно мощнее наибольшего из прокатываемых рельсов КР-140 ( $J_x = 5528,3 \text{ см}^4$ ,  $J_y = 2608,7 \text{ см}^4$ ). Произошло увеличение момента инерции рельсового блока при изгибе относительно его

собственной оси  $\frac{J_{x \text{ блок}}}{J_x} = \frac{13151,3}{5528,3} = 2,38 \text{ раза}$ , а относительно оси  $y$  в  $160 \text{ раз}$ .

Разработанный рельсовый блок имеет следующие положительные характеристики:

1. Максимально упрощено и механизировано соединение рельсов в мощный монолитный четырёхглавый рельсовый блок.

2. Выносливость и ресурс подкрановых балок повышены, так как устранена возможность возникновения крутящих моментов. Колёса 9 крана взаимодействует с парой рельсов 1 рельсового блока, и этим препятствует

повороту верхнего пояса подкрановой балки 10 вокруг продольной оси, поэтому крутящие моменты, скручивающие верхний пояс не могут возникнуть.

3. Момент инерции монолитного четырёхглавого рельсового блока относительно его собственной оси увеличен по отношению к одиночному рельсу в 2,3...3 раза, поэтому локальные напряжения в подрельсовой зоне стенки подкрановой балки, действующие циклами, пропорционально снижены [4,5].

4. Стыки рельсов смещены, друг относительно друга в продольном направлении, что позволило устранить удары в стыках при качении колёс кранов.

5. Изготовление четырёхглавых рельсовых блоков автоматизировано на поточной конвейерной линии.

6. Мощный четырёхглавый рельсовый блок неподвижно соединяют с подкрановой балкой и этим превращают разрезную однопролётную подкрановую балку в неразрезную многопролётную. Стыки пары центральных рельсов смещены друг относительно друга, что исключает возникновение ударов при прокатывании колёс кранов через стык

### **Библиографический список:**

1. Туманов В.А. Повышение выносливости стальных подкрановых балок // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 75-82

2. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Исследование напряженного состояния неразрезной подкрановой балки // Региональная архитектура и строительство. 2019. №2. С.142-148

3. Лесовик Р.В., Клюев С.В., Клюев А.В. Оптимальное проектирование стержневых металлических конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2008. № 3. С. 6-9.

4. Бакушев С.В., Павлова А.Д. Анализ напряженного состояния балки при помощи тригонометрических рядов [Электронный

ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitel'naya-mehanika/5.7/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitel'naya-mehanika/5.7/at_download/file)

5. Гарькин И.Н. Подкрановые конструкции: классификация по долговечности [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2018. №7. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/7.18/at\\_download/file](http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/7.18/at_download/file)